

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної роботи,
проведення практичних занять із
навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЙ»

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека,
освітня програма «Цивільний захист»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять із дисципліни «Інженерний захист населення та територій» (для студентів 2 та 3 курсу навчання денної та заочної форм навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітня програма «Цивільний захист» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : А. С. Рогозін, В. О. Росоха. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 77 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. А. С. Рогозін,
канд. психол. наук, проф. В. О. Росоха

Рецензент:

Г. В. Фесенко, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,
протокол № 1 від 29.08.2017.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	5
Практичне заняття 1. Загальні принципи організації інженерних заходів на об'єктах господарської діяльності	5
Практичне заняття 2. Планування інженерних заходів захисту населення та території на об'єктах ЖКГ та ОГ	16
Практичне заняття 3. Визначення магнітуди землетрусів по даним моніторингу сейсмічної активності	23
Практичне заняття 4. Аналіз розповсюдження хвиль сейсмічної активності в ґрунті.	28
Практичне заняття 5. Аналіз впливу сейсмічних хвиль на споруди. ..	36
Практичне заняття 6. Розрахунок та побудова зон руйнувань при впливі сейсмічних хвиль.	45
Практичне заняття 7. Оцінка рівнів затоплення при повенях та паводках.	55
Практичне заняття 8. Зсувні процеси.	64
Практичне заняття 9. Захисні пристрої у спорудах цивільної оборони та системи життєзабезпечення.	69
2 САМОСТІЙНА РОБОТА	76
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ВСТУП

Основним завданням цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій є захист населення.

До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

Отже одним з основних напрямків забезпечення захисту населення є інженерний захист.

З метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру здійснюються заходи інженерного захисту під час проектування й експлуатації споруд та інших об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення і довкілля.

Заходи інженерного захисту населення і території мають передбачати: під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування враховувати можливі прояви небезпечних і катастрофічних явищ і раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їхньої діяльності у разі виникнення аварії; спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності; розроблення і здійснення заходів безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки, створення комплексної схеми захисту населення пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів; розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків; організацію будівництва протизсувних, протиповіневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення; реалізацію заходів санітарної охорони території.

Метою викладання навчальної дисципліни «Інженерний захист населення та територій» є формування знань про організацію та управління процесом інженерного захисту населення та територій, здатності творчо мислити, вирішувати складні проблеми інноваційного характеру й приймати продуктивні рішення у сфері інженерного захисту населення та територій.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Інженерний захист населення та територій» є формування у студентів належного рівня знань про особливості здійснення інженерних заходів захисту населення та територій у мирний час і особливий період.

1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття 1

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАХОДІВ НА ОБ'ЄКТАХ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета: оволодіти знаннями про загальні принципи організації інженерних заходів на об'єктах господарської діяльності

Зміст заняття

1.1. Основні терміни та визначення

1.2 Розміщення об'єктів та планування інженерних заходів

1.1 Основні терміни та визначення

Містобудування (містобудівна діяльність) це цілеспрямована діяльність державних органів, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій, громадян, об'єднань громадян по створенню та підтриманню повноцінного життєвого середовища, яка включає прогнозування розвитку населених пунктів і територій, планування, забудову та інше використання територій, проектування, будівництво об'єктів містобудування, спорудження інших об'єктів, реконструкцію історичних населених пунктів при збереженні традиційного характеру середовища, реставрацію та реабілітацію об'єктів культурної спадщини, створення інженерної та транспортної інфраструктури.

Генеральна схема планування території України містобудівна документація, яка визначає концептуальні рішення планування, забудови та іншого використання відповідних територій України .

Генеральний план населеного пункту містобудівна документація, яка визначає принципові рішення розвитку, планування, забудови та іншого використання відповідних території населеного пункту.

Детальний план території містобудівна документація, яка розробляється для окремих районів, мікрорайонів, кварталів та районів реконструкції існуючої забудови населених пунктів.

Містобудівна документація затверджені текстові і графічні матеріали, якими регулюється планування, забудова та інше використання територій.

Містобудівні умови встановлені параметри та обмеження використання та забудови територій з оптимальним забезпеченням відповідних життєвих та функціональних потреб населення (зокрема, транспортне забезпечення, енергозабезпечення, водозабезпечення, обслуговування населення тощо).

Схема планування території містобудівна документація, яка визначає принципові рішення планування, забудови та іншого використання

відповідних територій адміністративно-територіальних одиниць, їх окремих частин.

Заміська зона населеного пункту-центру або підцентру особливий територіальний об'єкт, який призначений для реалізації евакуаційних потреб цього населеного пункту і який окремими своїми частинами і навіть цілком може не мати із даним населеним пунктом спільної межі.

Заміська зона населеного пункту на особливий період не повинна включати зони можливого руйнування навколо категоризованих міст та об'єктів, а також (на особливий період та у мирний час) зони можливого небезпечного радіаційного забруднення, можливого хімічного та біологічного зараження, можливого руйнування у разі аварії на потенційно небезпечному об'єкті.

Таким чином, в залежності від розміру населеного пункту заміська зона може містити невелику або значну частину містобудівних об'єктів та територій у системі поселень, до якої входить даний населений пункт.

До складу таких містобудівних об'єктів відносяться: будинки відпочинку, санаторії, дитячі оздоровчі табори, дитячі заклади цілорічного використання, пансіонати, школи-інтернати, лікарні, дачні та садові будівлі, об'єкти комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу та інші, які можуть бути використані з метою розміщення евакуйованих.

Споруди підземного простору міст та інших населених пунктів це станції метрополітену, підземні переходи та тунелі, гаражі, гірничі виробки, підвальні та інші приміщення, які можуть бути використані для захисту населення у разі виникнення НС техногенного та природного характеру.

Санітарно-захисна зона – зона, яка відокремлює промислове підприємство від житлової забудови. Це територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

Безпечний район (пункт, територія, зона) придатний для життєдіяльності район (пункт, територія, зона) розміщення евакуйованого населення, який визначається рішенням відповідного органу влади за межами зон можливого руйнування, хімічного зараження, катастрофічного затоплення, масових лісових і торф'яних пожеж, а також небезпечного радіоактивного забруднення.

Інженерно-транспортна інфраструктура комплекс інженерних та транспортних споруд і комунікацій.

Містоцентр (або підцентр) населений пункт (характеризується найбільшою кількістю населення і найвищим адміністративним статусом,

економічним та соціально-культурним потенціалом, в першу чергу, обласний або районний центр), який очолює сформовану сукупність міських і сільських населених місць різної величини та профілю економічної діяльності, що об'єднані сталими функціональними взаємозв'язками (виробничими, трудовими, адміністративними, культурно-побутовими, рекреаційними тощо).

Місця захисту формуються, в першу чергу, на території населених пунктів, що у перспективі може забезпечити безпеку розвитку населеного пункту в цілому у мирний час.

Термін «місце захисту» за межами населених пунктів збігається з терміном «безпечний район», але може відрізнятися за більш високим рівнем інфраструктурної насиченості.

Місця захисту повного формування мають повний комплекс інфраструктурного забезпечення і не потребують використання комплексів обслуговування, що розміщені поза ними.

1.2 Розміщення об'єктів та планування і забудова міст

Нові промислові підприємства не повинні розміщуватись у зонах можливих сильних руйнувань категорованих міст та об'єктів, у зонах можливого катастрофічного затоплення, у зонах можливого хімічного забруднення, а також у регіонах та містах, де будівництво та розширення промислових підприємств заборонені або обмежені, за винятком підприємств необхідних для безпосереднього обслуговування населення, а також для потреб промислового, комунального та житлово-цивільного будівництва у місті.

Об'єкти, які мають НХР, вибухові речовини та матеріали.

На підприємствах, які випускають або споживають НХР, вибухонебезпечі речовини та матеріали, необхідно:

проектувати будівлі та споруди переважно каркасними, з легкими огорожувальними конструкціями і наповнювачами, ураховуючи кліматичні умови;

пульти управління розміщувати, як правило, на нижніх поверхах будівлі, а також передбачати дублювання їх основних елементів у пунктах управління підприємств;

передбачати, при необхідності, захист ємностей і комунікацій від руйнування ударною хвилею;

розробляти і проводити заходи, які виключають розлив небезпечних рідин, а також заходи з ліквідації аварій шляхом відключення найбільш уразливих ділянок технологічної схеми за допомогою установки зворотних клапанів, пасток і амбарів з направленими стоками;

для контролю шідливих викидів промислових підприємств застосовувати аналізатори газів згідно з ДСТУ 2603;

передбачати можливість спорожнення в аварійних ситуаціях особливо небезпечних ділянок технологічних схем у заглиблені ємності у відповідності

з нормами і правилами, а також з урахуванням конкретних характеристик продукції (схильність до швидкої полімеризації, саморозкладання при знижених температурах, сильна агресивність та інше).

На підприємствах, які виробляють або споживають НХР і вибухонебезпечні речовини, слід передбачати заходи на особливий період з максимально можливим скороченням запасів і термінів зберігання таких речовин, які знаходяться на під'їзних шляхах підприємств, на проміжних складах і у технологічних ємностях до мінімуму, необхідного для функціонування виробництва.

Зливання НХР і вибухонебезпечних речовин в аварійні ємкості слід передбачати, як правило, за допомогою автоматичного включення зливних систем при обов'язковому його дублюванні пристроєм для ручного включення зливної системи для опорожнення небезпечних ділянок технологічних схем.

На об'єктах, які мають НХР, створюються локальні системи виявлення забруднення цими речовинами навколишнього середовища і оповіщення про це працюючого персоналу цих об'єктів, а також населення, яке проживає у зонах можливого небезпечного хімічного забруднення.

Гідротехнічні споруди

При проектуванні і будівництві гідровузлів у каскаді повинні бути передбачені заходи захисту, що забезпечують стійкість споруди напірного фронту при проходженні хвилі прориву у результаті руйнування вище розташованих гідровузлів, а також умови пропуску зазначеної хвилі через фронт цих споруд з урахуванням попереднього форсованого спрацювання водосховищ.

На гідровузлах, які існують або проектуються необхідно передбачати при відповідному обґрунтуванні, проведення в особливий період попереднього форсованого спрацювання водосховищ.

При проектуванні гідровузла повинні бути визначені параметри хвилі прориву і межа зони можливого затоплення у нижньому б'єфі для випадків руйнування споруд напірного фронту в умовах нормального і зниженого підпірних рівнів водосховища.

Створ напірного фронту гідровузла повинен вибиратись з урахуванням мінімальних можливих руйнувань і втрат у нижньому б'єфі від проривної хвилі у випадку руйнування греблі.

При проектуванні і будівництві гідроелектростанцій у гірській місцевості перевагу слід надавати, при інших рівних умовах, підземному розміщенні їх машинного залу.

У греблях гідровузлів, які проектуються і через які передбачається пропускання проривної хвилі від вище розміщеного гідровузла, кількість кранів для підйому затворів повинна визначатись, виходячи з умов відкриття розрахункового числа отворів за час добігання проривної хвилі.

У греблях високонапірних гідровузлів рекомендується передбачати глибинні водоскидні отвори для забезпечення необхідного попереднього спуску водосховища.

Суднохідні пристрої категорованих гідровузлів повинні бути розміщені так, щоб руйнування шлюзових затворів не приводило до руйнування споруд напірного фронту.

При проектуванні шлюзів на магістральних шляхах повинна бути передбачена можливість подачі до них електроенергії від пересувного джерела живлення.

Управління роботою шлюзів з центрального пульта повинне дублюватись місцевими постами управління.

На гідровузлах, які існують, проектуються, будуються, повинні установлюватись прилади, які забезпечують подання сигналів про катастрофічне підвищення рівня води у їх нижніх б'єфах на відповідні пункти управління об'єкта та у територіальні органи управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) України.

Водопостачання. Газопостачання. Електропостачання

Проектування централізованих зовнішніх мереж водопостачання здійснюється у відповідності з СНИП 2.04.02, СНИП 2.04.03, ДБН 36092^{**}, ВБН 46/33255 та вимогами ДСП 173.

Системи водопостачання, які проектуються або реконструюються і живлять окремі категоровані міста або декілька міст, у числі яких є категоровані міста і об'єкти, повинні базуватись не менше ніж на двох незалежних джерелах води, одне із яких слід передбачати підземним.

При неможливості забезпечення живлення системи водопостачання від двох незалежних джерел допускається постачання води з одного джерела з улаштуванням двох груп головних споруд, одна з яких повинна розміщуватись поза межами можливих сильних руйнувань.

Сумарну потужність головних споруд водопостачання слід розраховувати за нормами мирного часу. У випадку виходу із ладу однієї групи головних споруд, потужність споруд, які залишились повинна забезпечувати подавання води в аварійному режимі на виробничо-технічні потреби підприємств, а також на господарськопитні потреби для чисельності населення мирного часу за нормою 31 л на добу на одну людину.

Для гарантованого забезпечення питною водою населення у випадку виходу з ладу усіх головних споруд або забруднення джерела водопостачання слід передбачати резервуари з метою створення у них не менше 3х добового запасу питної води за нормою не менше 10 л на добу на одну людину.

Резервуари питної води повинні бути обладнані фільтрами-поглиначами для очищення повітря від радіоактивних речовин (РР) і крапельно-рідинних отруйних речовин (ОР) та розміщуватись, як правило, за межами зон можливих сильних руйнувань. У випадку розміщення резервуарів у зонах можливих сильних руйнувань конструкція їх повинна бути розрахована на дію надмірного тиску у фронті повітряної ударної хвилі ядерного вибуху.

Резервуари питної води повинні обладнуватись також герметичними (захисно-герметичними) люками і пристроями для роздавання води у переносну тару.

Сумарна проектна продуктивність захищених об'єктів водопостачання у замиській зоні, які забезпечують водою в умовах припинення централізованого постачання електроенергії, повинна бути достатньою для задоволення потреб населення, у тому числі евакуйованого, а також сільськогосподарських тварин агропромислового і приватного сектора у питній воді і визначається для населення із розрахунку 25 л на добу на одну людину, для сільськогосподарських тварин за нормами спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань агрополітики України.

При проектуванні систем водопостачання теплових електростанцій і атомних електростанцій, розміщених у верхньому або нижньому б'єфі гідровузлів комплексного призначення, слід передбачати незалежні, від прориву споруд напірного фронту гідровузлів, джерела технічного водопостачання цих станцій.

У міських і сільських поселеннях, розміщених у зонах можливого небезпечного радіоактивного забруднення місцевості навколо АЕС і у зонах можливого хімічного забруднення навколо об'єктів, які мають НХР, для забезпечення населення питною водою необхідно передбачати захищені централізовані (групові) системи водопостачання з переважним використанням підземних запасів води.

Існуючі водозабірні свердловини для систем водопостачання міських і сільських поселень та промислових підприємств, а також поливу сільськогосподарських угідь повинні мати пристрої, які дозволяють подавати воду на господарсько-питні потреби шляхом розливу у переносну тару, а свердловини з дебітом 5 л/с і більше повинні мати, крім того, пристрої для забору води із них пожежними автомобілями.

На централізованих системах водопостачання категорованих міст і об'єктів, розміщених поза категорованими містами, повинна передбачатись можливість гарантованої подачі води нормативної якості у мережу, минаючи водонапірні башти.

При проектуванні у категорованих містах і об'єктах, розміщених поза категорованими містами, декількох самостійних водопроводів (комунального і промислового) слід передбачати можливість передачі води від комунального до промислового водопроводу з дотриманням вимог санітарних правил. Технічні пристрої для забезпечення такої передачі повинні бути від'єднаними від одного із них у мирний час, або зберігатись на складі.

При проектуванні технічних водопроводів для виробничих потреб категорованих міст і об'єктів, розміщених поза категорованими містами, необхідно забезпечувати можливість їх використання для пожежогасіння.

Пожежні гідранти, а також засуви для відключення пошкоджених ділянок водопроводу категорованого міста або об'єкта, розміщеного поза категорованим містом, слід розміщувати, як правило, на території яка при можливому руйнуванні будівель і споруд буде незаваженою.

Існуючі і які проектуються для водопостачання населення і сільськогосподарських тварин шахтні колодязі, бювети і інші споруди для

забору підземних вод повинні бути захищені від попадання у них радіоактивних опадів і крапельно-рідинних отруйних речовин

Заходи з підготовки до роботи міських систем водопостачання і каналізації в умовах можливого застосування сучасних засобів масового ураження повинні здійснюватись у відповідності з вимогами нормативних документів, затверджених спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань будівництва та житлово-комунального господарства України, за погодженням зі спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я України.

Проектування, будівництво, реконструкція і експлуатація систем газопостачання здійснюється за вимогами ДБН В.2.520, ДНА ОП 0.001.20.

При газопостачанні категорованих міст від двох і більше самостійних магістральних газопроводів подача газу повинна здійснюватись через газорозподільчі станції, підключені до цих газопроводів і розміщених за межами проектної забудови указаних міст.

При проектуванні нових і реконструкції діючих газових мереж категорованих міст слід передбачати можливість відключення газопостачання як міст у цілому, так і окремих районів (ділянок) міст за допомогою пристроїв відключення, які приводяться у дію від тиску (імпульсу) ударної хвилі.

Наземні частини газорозподільчих станцій (ГРС) і опорних газорозподільчих пунктів (ГРП) у категорованих містах, а також ГРП категорованих об'єктів, розміщених поза категорованими містами, слід обладнувати підземними обвідними газопроводами (байпасами) з улаштуванням на них пристроїв для відключення.

Мережі газопроводів високого і середнього тиску у категорованих містах і об'єктах, розміщених поза категорованими містами, повинні бути підземними і закільцьованими.

При проектуванні нових і реконструкції діючих систем газопостачання у категорованих містах необхідно передбачати в основних вузлових точках (на виході із ГРС, перед опорними ГРП, а також на відводах до категорованих об'єктів, розміщених поза категорованими містами) установку пристроїв відключення, які приводяться у дію від тиску (імпульсу) ударної хвилі, а також улаштування перемичок між тупиковими газопроводами.

Газонаповнювальні станції (ГНС) і газонаповнювальні пункти (ГНП) розміщуються за межами сельбищних територій з обмеженням вибору майданчика, визначеним ДБН В.2.520.

Енергетичні споруди і електричні мережі повинні проектуватись з урахуванням забезпечення сталості енергопостачання категорованих міст і об'єктів в умовах мирного часу і в особливий період.

Схема магістральних електричних мереж України повинна передбачати, при необхідності, автоматичний розподіл енергосистем на незалежні збалансовані частини.

Категоровані з цивільного захисту (цивільної оборони) теплові електростанції слід, як правило, розміщувати поза зонами можливих руйнувань категорованих міст і категорованих об'єктів, а також поза зонами

можливого катастрофічного затоплення, при цьому електростанції потужністю понад 1 млн. кВт слід розміщувати від межі проектної забудови категорованих міст і категорованих об'єктів на відстані, рівній сумі зон їх можливих слабких руйнувань.

У категорованих містах допускається розміщення тільки теплоелектроцентралей (ТЕЦ), незалежно від їх установленної потужності, з максимальним віддаленням їх від центрів житлової і промислової забудови.

Магістральні електричні мережі і підстанції напругою 330 кВ і вище, а також транзитні лінії електропередачі (ЛЕП) і вузлові підстанції напругою 220 і 330 кВ у тих енергосистемах, у яких вони створюють мережу вищої напруги, слід споруджувати за межами зон можливих руйнувань категорованих міст і категорованих об'єктів, а також поза зонами можливого катастрофічного затоплення.

При проектуванні магістральних мереж напругою 330 кВ і вище їх комутаційні вузли, як правило, не повинні сполучатись з розподільчими пристроями електростанцій потужністю 1 млн.кВт і більше.

Розподільчі лінії електропередачі напругою П0330 кВ повинні бути, як правило, закільцьовані і підключені до декількох джерел електропостачання з урахуванням можливого пошкодження окремих джерел, а також повинні, по можливості, прокладатись по різних трасах.

При проектуванні систем електропостачання слід зберігати, як резерв, малі стаціонарні електростанції, а також урахувати можливість використання пересувних електростанцій.

Підприємства енергопостачання повинні мати запасні захищені заміські командно-диспетчерські пункти (ЗЗКДП) і захищені міські командно-диспетчерські пункти (ЗМКДП).

ЗЗКДП повинні розміщуватись за межами зон можливих сильних руйнувань категорованих міст і категорованих об'єктів, зон можливого катастрофічного затоплення. ЗЗКДП повинні забезпечувати захист особового складу і обладнання від факторів ураження ядерного вибуху, а також захист особового складу від впливу отруйних речовин і біологічних (бактеріальних) засобів ураження.

Огороджувальні конструкції ЗЗКДП слід розраховувати на надмірний тиск у фронті ударної хвилі, рівній 100 кПа (1 кгс/см²).

ЗМКДП повинні розміщуватись в одному із сховищ, передбачених для особового складу працюючого персоналу підприємств енергопостачання.

При проектуванні схем зовнішнього електропостачання категорованих міст необхідно передбачати їх електропостачання від декількох незалежних і територіально розмежованих джерел постачання (електростанції і підстанції), частина з яких повинна розміщуватись за межами зон можливих руйнувань. Указані джерела і їх лінії електропередачі повинні знаходитись одна від одної на відстані, яка виключає можливість їх одночасного виходу із ладу.

Системи електропостачання категорованих міст повинні урахувати можливість забезпечення транзиту електроенергії в обхід зруйнованих

об'єктів за рахунок спорудження коротких перемичок повітряними лініями електропередачі.

З метою підвищення надійності електропостачання у мирний час і особливий період об'єктів спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань оборони України, підприємств оборонних видів діяльності промисловості, об'єктів зв'язку, метрополітенів, приміських ділянок електрофікованих залізниць, об'єктів газо-, водопостачання, каналізації, лікувальних установ та інших важливих об'єктів, розміщених у містах, віднесених до особливої групи і до першої групи з цивільного захисту (цивільної оборони), необхідно передбачати заміну у цих містах повітряних ліній електропередачі кабельними лініями. Нові лінії електропередачі, які постачають указаних споживачів, слід проектувати у кабельному виконанні.

Для забезпечення можливості зниження електричного навантаження у категоризованих містах системи електропостачання об'єктів, які не відключаються в особливий період, повинні бути відокремлені від систем електропостачання інших об'єктів.

Об'єкти, які не відключаються, повинні, як правило, забезпечуватись електроенергією з двох кабельних ліній від двох незалежних і територіально розмежованих центрів (джерел) постачання.

Електропостачаючі організації категоризованих міст за узгодженням з територіальними органами управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) України та державною санітарно-епідеміологічною службою повинні складати переліки споживачів електроенергії, які не припиняють роботу в умовах особливого періоду, з зазначенням їх навантажень в установлених режимах роботи.

Для підвищення сталості електропостачання об'єктів, які не відключаються, слід передбачати установку автономних джерел електропостачання. Їх кількість, вид, потужність, система підключення, конструктивне виконання повинні регламентуватись відомчими будівельними нормами, а також галузевими нормами технологічного проектування відповідних галузей. Потужність автономних джерел електропостачання слід, як правило, визначати з розрахунку повноти забезпечення електроенергією приймачів першої категорії (по ПУЕ), які продовжують роботу в особливий період. Установка автономних джерел електропостачання більшої потужності повинна бути обґрунтована техніко-економічними розрахунками.

У локальних схемах електричних мереж підприємств споживачів повинні бути передбачені заходи, що допускають централізоване короткочасне відключення окремих об'єктів, періодичні і короткочасні перерви в електропостачанні.

Електропостачання перекачуючих насосних і компресорних станцій магістральних трубопроводів (газопроводів, нафтопроводів, нафтопродуктопроводів), які проектується, повинне, як правило, здійснюватись від джерел електропостачання і електростанцій,

розміщених за межами зон можливих сильних руйнувань, з улаштуванням у необхідних випадках на них автономних резервних джерел.

Для зупинки і пуску агрегатів теплових електростанцій категоризованих об'єктів з цивільного захисту (цивільної оборони) після відключення їх від енергосистеми повинне бути передбачене резервне джерело постачання власне автономне джерело на електростанції або пересувне джерело електроенергії, розміщене за межами зони можливих руйнувань.

У категоризованих містах, розміщених на берегах морів і річок, слід передбачати створення двох трьох берегових пристроїв для приймання електроенергії з суднових електроустановок.

У проектах нових, реконструкції і розширення існуючих атомних електростанцій повинні передбачатись системи сигналізації для передачі сигналів про аварії у територіальні органи управління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) України, а також локальні системи для виявлення рівня радіаційного забруднення навколишнього середовища і оповіщення працюючого персоналу і населення, яке проживає у зонах можливого небезпечного радіоактивного забруднення.

Об'єкти підвищеної небезпеки повинні забезпечуватись електроенергією від двох незалежних джерел роздільними лініями електропередачі.

Проектування будівель, споруд, обладнання та конструкцій атомних електростанцій, вихід з ладу яких може призвести до недопустимого за діючими санітарними нормами рівня опромінення населення, слід здійснювати у відповідності з вимогами Загальних положень забезпечення безпеки атомних електростанцій НП 306.1.02/1034200.

Метрополітени

При проектуванні нових і реконструкції існуючих підземних мереж або ділянок метрополітенів слід передбачати пристосування їх під сховища для захисту населення у мирний час і особливий період.

Проектування пристосувань метрополітенів для захисту населення здійснюється за завданнями, погодженими з спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) України. Розміщення населення, яке укривається у метрополітені, слід передбачати на платформах станцій, у потягах, які стоять біля платформ, у тунелях для перегонів, тупиках, з'єднувальних розгалуженнях між лініями.

На ділянках тунелів метрополітену, розміщених під річками, каналами і водоймами, а також в окремих випадках у нестійких водонасичених ґрунтах укриття населення, не допускається. Розрахункова кількість населення, яке укривається у метрополітенах, слід визначати за нормами площі на одну людину. Кількість і пропускна спроможність входу на станції метрополітену визначається із розрахунку пасажирських потоків мирного часу.

Додаткові входи на перегонах передбачаються у відповідності з завданнями, виходячи із розрахункової кількості населення, яке укривається і

часу заповнення ним цих перегонів. Усі захисно-герметичні споруди та обладнання повинні мати електропривод з дистанційним управлінням із пульта чергового по станції.

Усі входи у метрополітен повинні мати обладнання регулювання на вхід з дистанційним управлінням з пункту (пульта) управління чергового по станції. На станції у кінцях платформи повинні передбачатися висувні східні пристрої для проходу людей в укриття з платформ станції у перегінні тунелі.

Підземні лінії метрополітенів повинні бути ізольовані від зовнішнього середовища захисно-герметичними засувами. Лінії та дільниці, які пристосовуються під сховища, крім того повинні поділятися на відсіки захисно-герметичними засувами. Дільниці, які розміщені під руслами річок, каналів, водосховищ а також у водонасичених ґрунтах огорожуються захисно-герметичними засувами. Лінії та дільниці метрополітенів, які пристосовуються під сховища, повинні забезпечувати захист людей, які там знаходяться, від пожеж, катастрофічного затоплення, а також від отруйних та бактеріальних засобів ураження. Будівельні конструкції і захисні пристрої підземних споруд метрополітенів, пристосованих для захисту населення, а також споруд життєзабезпечення населення, яке укривається, слід розраховувати на навантаження від впливу ядерного вибуху при надмірному тиску у фронті повітряної ударної хвилі на поверхні землі: 300 кПа (3 кгс/см²) для ліній глибокого закладання; 100 кПа (1 кгс/см²) для ліній мілкового закладання. Кінцеві ділянки ліній метрополітену, як правило, повинні мати евакуаційні виходи; для цієї мети слід пристосовувати підземні споруди метрополітену, сполучені з поверхнею землі. Розрахункова тривалість безперервного перебування населення, яке укривається у спорудах метрополітену, пристосованих під сховища, дві доби, включаючи час, необхідний для евакуації (аварійного виходу) 12 годин. Для зберігання продовольства, медичного майна, а також для медичного обслуговування населення, яке укривається, необхідно передбачати пристосування для цього окремих службових приміщень на станціях та у вестибюлях. На станціях слід передбачати ізольовані приміщення для накопичення безповоротних людських втрат у разі надзвичайних ситуацій, розміщення невпізнаних речей, а також санвузли у захищеній зоні на рівні з накопичувальними залами, та з метою використання їх у мирний час. Споруди і пристрої метрополітенів, які експлуатуються у мирний час, слід використовувати для життєзабезпечення населення, яке укривається. Систему повітропостачання слід проектувати для роботи у режимі перебування населення, яке укривається, на постійному об'ємі внутрішнього повітря з його рециркуляцією. Вентиляційні канали системи повітропостачання слід відокремлювати від зовнішнього середовища клапанами відсікачами, які спрацьовують за сигналом із диспетчерського пункту станції (ДПС) або командного пункту лінії(КПЛ). Для оперативного керівництва роботою метрополітенів у режимі сховищ, а також управління пристроями захисту і життєзабезпечення слід передбачати створення захищених командних пунктів.

Практичне заняття 2

ПЛАНУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ЖКГ ТА ОГ

Мета: оволодіти знаннями щодо планування інженерних заходів захисту населення та території

Зміст заняття

2.1 Завдання ІТЗ при плануванні територій.

2.2 Склад і зміст розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у схемах планування територій відповідних адміністративно-територіальних одиниць, генеральних планах населених пунктів.

2.1 Завдання ІТЗ при плануванні територій

Завдання інженерно-технічного захисту при плануванні територій є пріоритетним напрямком нормативної роботи. На теперішній час в Україні існують будівельні норми, котрі регламентують завдання інженерно-технічних заходів при плануванні територій. Це Закон України - Про планування і забудову територій, ДБН В.1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (Цивільної оборони)», та ДБН Б. 1.1-5:2007 Друга частина. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) на мирний час у містобудівній документації.

Вимоги цих Норм ураховуються при проектуванні запобіжних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та військового характеру на території України.

Ці Норми обов'язкові для застосування органами державного управління, замовниками (інвесторами), проектувальниками, іншими юридичними і фізичними особами-суб'єктами підприємницької діяльності у галузі будівництва незалежно від форм власності та господарювання

Завдання розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у схемах планування територій

Головним завданням розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) при плануванні територій Автономної Республіки Крим, областей, кількох районів та окремого району (під час виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час) є створення містобудівних умов для забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру та їх наслідків. В залежності від місцевих особливостей завдання розділу ІТЗ ЦЗ(ЦО) при плануванні територій Автономної Республіки Крим, областей, кількох районів та району конкретизуються у кожному випадку врахуванням:

– принципів рішень Генеральної схеми планування території України у питанні забезпечення сталого розвитку систем розселення та

населених пунктів;

- загальнодержавних та місцевих інтересів, що містять програми розвитку окремих видів економічної діяльності, цільові програми розвитку відповідних адміністративно-територіальних одиниць, а також розробки з формування транскордонних регіонів, транспортно-комунікаційних коридорів, зон із спеціальним режимом використання.

У розділі ІТЗ ЦЗ (ЦО) схеми планування території Автономної Республіки Крим або області обґрунтовуються рішення щодо створення містобудівних умов для забезпечення захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру та їх наслідків у мирний час на основі:

- визначення обсягів евакуаційних заходів до місць захисту за кількістю населення, яке потребуватиме цивільного захисту (цивільної оборони) в залежності від рівня та кількості НС техногенного та природного характеру;

- підготовленості місць захисту із зазначенням їх повного чи неповного формування на територіях, що приймають евакуйоване населення;

(Місця захисту повного формування мають повний комплекс інфраструктурного забезпечення і не потребують використання комплексів обслуговування, що розміщені поза ними)

- розвитку транспорту та інженерних комунікацій і споруд, які забезпечують доставку евакуйованих та необхідні умови їх життєдіяльності на територіях місць захисту;

- забезпечення функціонування та життєдіяльності місць захисту на період дії НС техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків.

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони) у схемі планування території кількох районів або району базуються на рішеннях, що закладені у розділі ІТЗ ЦЗ (ЦО) у схемі планування території Автономної Республіки Крим та областей, і, в свою чергу, містять конкретні рішення на відповідному адміністративно-територіальному рівні щодо забезпечення захисту та життєдіяльності населення на період дії НС техногенного та природного характеру та їх наслідків у мирний час.

Органи виконавчої влади та місцевого самоврядування в межах своїх повноважень керуються рішеннями розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі схеми планування території Автономної Республіки Крим, областей, кількох адміністративних районів та району з метою ефективного захисту населення і територій під час виникнення та ліквідації НС техногенного і природного характеру у мирний час.

Об'єм та зміст інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) визначаються у залежності від груп міст та категорії об'єктів національної економіки з цивільного захисту (цивільної оборони) з урахуванням зонування території за можливою дією засобів масового ураження, їх супутних уражаючих факторів, а також від характеру і масштабів можливих аварій і катастроф техногенного характеру.

Розділ «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» генерального плану на мирний час - основний містобудівний

документ, що визначає комплекс інженерно-технічних заходів щодо забезпечення захисту та життєдіяльності населення від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на мирний час містобудівними засобами, зокрема, забезпечення проведення евакуації до місць захисту, які сформовані на базі комплексного освоєння (з можливістю подвійного використання) підземного простору міста (населеного пункту), а також на базі будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих таборів, дитячих закладів цілорічного використання, пансіонатів, шкіл-інтернатів, лікарень, дачних та садових будівель, об'єктів комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу незалежно від форм власності та підпорядкування з визначенням необхідних інженерно-технічних заходів), в тому числі проведення евакуації і в замиську зону, на основі сталого функціонування транспортно-інженерних систем та обладнання міста.

Головне завдання розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) при розробленні генерального плану населеного пункту полягає у раціональному використанні планувальної та просторової організації міста (іншого населеного пункту) щодо реалізації захисту його населення від НС техногенного та природного характеру та дії їх наслідків у мирний час у сформованих місцях захисту, зокрема, у забезпеченні:

- безперешкодного транспортування (переміщення) населення з метою евакуації до місць захисту по території міста (іншого населеного пункту);
- транспортного зв'язку із місцями захисту, особливо з віддаленими, в тому числі з місцями захисту у замиській зоні;
- розміщення населення в межах міста (іншого населеного пункту) у місцях захисту у мирний час, які сформовані на базі комплексного освоєння підземного простору (подвійного використання) міста (іншого населеного пункту), а також як в межах, так і за межами міста (іншого населеного пункту) на базі будинків відпочинку, санаторіїв, дитячих оздоровчих таборів, дитячих закладів цілорічного використання, пансіонатів, шкіл-інтернатів, лікарень, дачних та садових будівель, об'єктів комунальної власності, соціально-культурного призначення, готельного комплексу незалежно від форм власності та підпорядкування з визначенням необхідних інженерно-технічних заходів;
- відповідного розвитку інфраструктури місць захисту у замиській зоні, зокрема, забезпечення мережами та спорудами водопроводу, каналізації, газопостачання, електропостачання, теплопостачання та інших інженерних комунікацій;
- проведення необхідних заходів з інженерної підготовки та благоустрою території міста (іншого населеного пункту), які спрямовані на відвернення або зниження до прийняттого рівня дії негативних факторів впливу НС техногенного та природного характеру, а також діючих і пов'язаних з ними можливих небезпечних процесів.

Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування в

межах своїх повноважень керуються рішеннями розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі генеральних планів міст та інших населених пунктів з метою ефективного захисту населення і територій під час виникнення та ліквідації НС техногенного і природного характеру у мирний час.

2.2 Склад і зміст розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у схемах планування територій відповідних адміністративно-територіальних одиниць, генеральних планах населених пунктів

Склад і зміст розділів ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у генеральних планах населених пунктів

Графічні матеріали розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану розробляються у такому складі:

А. Схема розміщення місць захисту за межами міста, які (місця захисту) визначено, виходячи з потреби забезпечення безпечної життєдіяльності населення, що потребує цивільного захисту, у масштабі 1:50 000 для міст з чисельністю населення більше 100 тис. осіб та у масштабі 1:25 000 — для міст до 100 тис. осіб. Для інших населених пунктів така схема розробляється у масштабі на порядок меншому ніж масштаб проектного плану.

На схемі розміщення зазначаються:

- межі адміністративних районів;
- зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах;
- зони катастрофічного затоплення;
- території місць захисту населених пунктів, що приймають евакуйоване населення;
- мережа шпиталів та інших пунктів надання допомоги постраждалим;
- лісові масиви, насадження всіх видів, акваторії;
- сільськогосподарські території;
- інші території, опорна та проектована мережа транспортних, інженерних комунікацій та споруд внутрішньо обласного (внутрішньо республіканського) або районного значення (електропідстанції, високовольтні лінії електропередачі, споруди, каналізації);
- зони та місця тривалого та сезонного відпочинку;
- бази і склади матеріально-технічних, продовольчих та інших резервів;
- склади відбудовного періоду.

Б. Креслення «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» представляються в масштабі проектного плану (у разі меншого насичення графічною інформацією представляються у масштабі у два рази меншому ніж масштаб проектного плану), на якому, включаючи рішення проектного плану, зазначаються:

- житлові райони, промислово-житлові райони, промислові зони (райони) із зазначенням чисельності жителів, а також чисельності виробничого та обслуговуючого персоналу;
- потенційно небезпечні об'єкти з їх зонами впливу в разі НС (у тому числі зони впливу щодо ризиків транскордонних загроз);
- території з наявністю небезпечних геологічних та гідрогеологічних процесів як природних (в тому числі катастрофічне затоплення, сейсмічна небезпека), так і викликаних господарською діяльністю людини;
- зони розповсюдження зсувів, селів та карсту;
- підтоплювані території та порушені підземними виробками території, зокрема, гірничими виробками;
- система вулиць та доріг, в тому числі магістралі сталого функціонування збору та розподілення евакопотоків (зокрема, збірні евакопункти і вихідні пункти руху пішки);
- основні об'єкти транспортної інфраструктури (мости, шляхопроводи, дамби та інші інженерні споруди; залізниці, вокзали, платформи, порти, причали, аеродроми, злітно-посадочні смуги, лінії та станції метрополітену, швидкісного трамваю та інших транспортних споруд);
- магістральні інженерні мережі та головні споруди каналізації, електро-, газо- та теплопостачання;
- загальна кількість населення, що розміщується в місцях захисту центрів загальноміського та районного значення, а також громадських центрів промислових зон;
- чисельність населення, що розміщується в місцях захисту у спорудах підземного простору.

В. Схема розміщення місць захисту виконується в масштабі у два рази меншому ніж масштаб проектного плану у генеральному плані. На схему наносяться місця захисту відповідного рангу.

До об'єктів розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) на мирний час у складі генеральних планів населених пунктів включаються об'єкти та інші території, що не несуть закритої інформацію.

Пояснювальна записка розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану міста, селища міського типу та сільського населеного пункту, що можуть знаходитись у зоні можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах, повинна містити обґрунтування проектних пропозицій на варіанти розробок щодо забезпечення ефективної евакуації населення до місць захисту у мирний час.

Пояснювальна записка повинна містити:

- а) основні показники розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО);
- б) розрахунок чисельності населення, що підлягає евакуації до місць захисту, в тому числі у замиську зону із міста;

в)розрахунок кількості, місткості та розміщення збірних евакуаційних пунктів у залежності від радіуса доступності та часу збору населення в цілому по місту; за необхідності - складання картограм пасажиропотоків та вантажопотоків у цілому по місту;

г)пропозиції щодо розміщення населення у місцях захисту за межею зони можливого сильного радіоактивного забруднення (від аварій на АЕС), можливого хімічного забруднення від аварій на інших потенційно небезпечних об'єктах;

д)розрахунок місткості місць захисту для розміщення населення міста, в тому числі із врахуванням комплексного освоєння підземного простору міст;

е) пропозиції щодо використання підземних, зокрема, гірничих виробок для формування місць захисту для розміщення населення;

є) заходи щодо забезпечення функціонування у мирний час систем водопостачання, каналізації, електропостачання, дротового мовлення, телефонізації та телеінформаційного забезпечення, газопостачання, теплопостачання;

Примітка. У складі генерального плану враховується, що оповіщення населення передається по радіотрансляційній мережі міста з використанням обладнання радіотрансляційних вузлів і мереж дротового мовлення. При цьому кожен радіотрансляційний вузол і мережа охоплює певний район міста і відповідну чисельність населення. Виходячи з цього проводиться розрахунок потужності обладнання радіовузлів.

У розрахунок потужності обладнання радіовузлів входить загальна потужність вуличних гучномовців. Магістральні мережі дротового мовлення, якими транслюється оповіщення населення, вказуються на схемах дротового мовлення і телефонізації. Крім того, оповіщення може здійснюватись і телеінформаційними мережами міста.

Система оповіщення у повному обсязі проробляється у спеціалізованій роботі, яка не входить до складу генплану. У завершеному вигляді система оповіщення виконується на стадіях «проект» та «робочі креслення» або «робочий проект» згідно із окремим завданням на проектування визначеної території.

ж) пропозиції щодо розміщення потенційно небезпечних об'єктів, зокрема, підприємств для зберігання та переробки легкозаймистих рідин, небезпечних хімічних речовин (НХР).

Пояснювальна записка розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) генерального плану міст та інших населених пунктів, які є потенційними місцями розміщення евакуйованого населення, повинна містити порівняння розроблених варіантів ІТЗ ЦЗ (ЦО) щодо забезпечення евакуйованого населення необхідними життєзабезпечуючими складовими. Таким чином, пояснювальна записка повинна містити:

а) основні показники розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО); б)чисельність евакуйованого населення, що розміщується у місцях захисту даного населеного пункту;

в)розрахунок необхідної місткості місць захисту повного формування для населення, що прибуває за евакозаходами;

г) за наявності місць захисту неповного формування визначення мережі додаткових закладів медичного, торгово-побутового обслуговування, громадського харчування у населеному пункті, в який прибуває додаткове населення за евакозаходами;

д) заходи, що забезпечують у мирний час функціонування систем водо-, електро-, тепло- та газопостачання з врахуванням розміщення населення, що прибуває за евакозаходами.

Практичне заняття 3
ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТУДИ ЗЕМЛЕТРУСІВ ПО ДАНИМ
МОНІТОРИНГУ СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Мета – оволодіти навичками розрахунку магнітуди землетрусів по даним моніторингу сейсмічної активності.

Зміст заняття

3.1. Природа землетрусів і їх класифікація

3.2. Магнітуда землетрусу. Зв'язок магнітуди з енергією землетрусу

3.1. Природа землетрусів і їх класифікація

Землетруси - грізні природні явища, з якими пов'язані найбільш сильні катастрофи. При землетрусі, як правило, формується великий осередок ураження, на території якого руйнуються і пошкоджуються будівлі, споруди, устаткування, гинуть і отримують травми різного ступеня тяжкості люди. Для визначення осередку ураження необхідно знати фізичні параметри землетрусу і критерії ураження різних об'єктів. Щорічно на нашій планеті відбувається близько 100000 землетрусів, з них 100 – 120 здатні викликати руйнування і 10 – 20 виявляються досить сильними [1].

Землетруси - це поштовхи і коливання земної поверхні, обумовлені зміщенням гірських порід і поширенням по ґрунтовому середовищі пружних сейсмічних хвиль. По механізму освіти землетрусу підрозділяються на обвальні, наведені, тектонічні, вулканічні і викликані падінням космічних тіл.

Обвальні землетрусу відбуваються при руйнуванні склепінь підземних карстових пустот, занедбаних шахт, рудників, а також обвали, скиди гірських порід. Виникаючи при цьому поштовхи і коливання земної поверхні відносно слабкі.

Наведені землетруси пов'язані з додатковим тиском на земну кору, створюваним будівництвом великих гребель і водосховищ, а також зі зміною парового тиску в фунтах при закачуванні води в свердловини і, навпаки, при інтенсивному відборі води з підземних горизонтів.

Сильний землетрус, викликане запаленням водосховища, мало місце в районі розташування греблі Койне в Індії. Незабаром після початку заповнення водосховища тут стали відчуватися слабкі поштовхи і коливання земної поверхні. Водосховище було заповнено повністю до 1965 року, а в грудні 1967 року відбулася землетрус магнітудою 6,4, що відповідає енерговиділення при землетрусі $\sim 10^{14}$ Дж. Землетруси меншої інтенсивності спостерігалися при заповненні водосховищ у гребель Гувер і Оровілл в США, греблі Сінфін в Китаї, греблі Монтер у Франції, греблі Кремасто в Греції і в деяких інших країнах.

Землетрус магнітудою 5,2, що відповідає енерговиділення $\sim 10^{12}$ Дж, обумовлене закачуванням забрудненої відходами води в свердловину глибиною три кілометри, мало місце в 1967 в штаті Колорадо в США. І це не єдиний випадок.

Тектонічні землетруси обумовлені рухом земної кори. Наша планета має складну структуру. Земна кора і верхня частина мантії (субстрат) представляють собою тверду зовнішню оболонку - літосферу. Літосфера не суцільний оболонка. Вона складається з плит, середні горизонтальні розміри яких варіюються від кількох сотень до кількох тисяч кілометрів. Нижче літосфери знаходиться гаряча мантія. Під дією сил, обумовлених глибинними тепловими процесами і обертанням Землі, плити рухаються зі швидкістю, як правило, декількох сантиметрів на рік. В результаті на межах літосферних плит виникають величезні механічні напруги, що супроводжуються руйнуванням земних порід, - вони і приводять до тектонічних землетрусів. Тектонічні землетруси - основний тип землетрусів на нашій планеті. Найсильніші з них мають магнітуду 9,0, що відповідає енерговиділення $\sim 10^{18}$ Дж. До числа найсильніших землетрусів ХХ століття відносять землетрус біля берегів Еквадору (1906, магнітуда 8,9) і землетрус біля берегів Японії (Санрику, 1933 р магнітуда 8,9). Землетруси, що супроводжувалися великими людськими жертвами і великим економічним збитком: Китай (пров. Нінся, 1920 р магнітуда 8,6, загинуло 200000 чол.), Японія (Токіо, 1923 р магнітуда 8,3, загинуло 99300 чол.) , Перу (Чимботе, 1970 г., магнітуда 7,8, загинуло 67000 чол), Китай (Таншань, 1976 г., магнітуда 7,8, загинуло 243 000 осіб).

Вулканічні виверження можуть викликати також важкі наслідки, прикладом тому є виверження вулканів Санторін на однойменному острові в Егейському морі в 1470 році до Нової Ери, Томборо на острові Сумбава в Індонезії в 1815 році, Кракатау на однойменному острові в Зондській протоці між островами Ява і Суматра в 1883 році. Наслідки цих вивержень були катастрофічними. Так виверження вулкана Кракатау супроводжувалося потужними вибухами, що знищили половину вулканічного острова. В атмосферу було викинуто $\sim 19 \text{ км}^3$ вулканічної породи. Пісок, пил, уламки скель, вулканічний попіл гігантським стовпом піднялися на висоту до 80 км. Повітряні хвилі, породжені вибухами, поширюючись зі швидкістю звуку, тричі обігнули земну кулю. Одночасно на морській акваторії сформувалися хвилі цунамі заввишки понад 30 метрів, що поглинули на берегах островів Яви і Суматри 36 тисяч чоловік. Загальна кількість загиблих від отруйних газів, попелу, лави, падаючих вулканічних бомб, каменів, цунамі склало ~ 200 тисяч чоловік. Енерговиділення при виверженні і вибуху вулкана Кракатау оцінюється величиною $\sim 10^{19}$ Дж, а вулканів Санторін і Томборо $\sim 10^{20}$ Дж. Для порівняння енергія ядерного вибуху потужністю $M = 10^6$ тонн, де M - тротиловий еквівалент вибуху, становить $4,52 \times 10^{15}$ Дж.

Енерговиділення при тектонічних землетрусах $\sim 10^{18}$ Дж і виверженнях вулканів $\sim 10^{19}$ Дж, мабуть, становить межа сили геологічних пароксизмів на

нашій планеті. Розмір їх лімітує міцність гірських порід. Великих зусиль земна кора не витримує - землетрус або вулканічний вибух знімають їх.

Землетруси в результаті падіння космічних тіл хоча і являють собою явища більш рідкісні, але їх наслідки можуть бути дуже важкими.

Останнім часом існування небезпеки падіння на Землю астероїдів з характерним розміром 50 ... 100 м не викликає сумнівів. Їх спостерігають астрономи в доступному для огляду з Землі просторі на досить близькій відстані, а приблизно раз в 200 ... 300 років такі космічні тіла падають на нашу планету. Останнє подібне зіткнення - падіння Тунгуського метеорита (або фрагмента комети) відбулося в 1908 році. Характерний розмір об'єкта становив не більше 50 м, енергія вибуху оцінюється величиною $\sim 10^{16}$ Дж. Енерговиділення при падінні небесних тіл з характерним розміром близько 1 км може скласти величину $10^{20} - 10^{21}$ Дж. При вибуху такої потужності в густо населених районах нашої планети може загинути \sim чверть населення Землі [5]. Середній інтервал часу між падінням таких астероїдів оцінюється ~ 500000 років. Ще більшу небезпеку становить можливе падіння космічних тіл з характерним розміром > 1 км. Так енерговиділення при падінні астероїда, що утворив 28 млн. років тому Попигайський кратер, оцінюється величиною 10^{23} Дж. На рис.3.1 приведена частота повторюваності різних природних катастроф з енерговиділенням від 10^{13} Дж до $10^{23} - 10^{24}$ Дж.

На цьому малюнку область 1 відповідає випадкам падінь метеоритів і астероїдів, 2 - вулканічних вибухів, 3 - тектонічних землетрусів. Межі областей вказують можливий часовий інтервал подій.

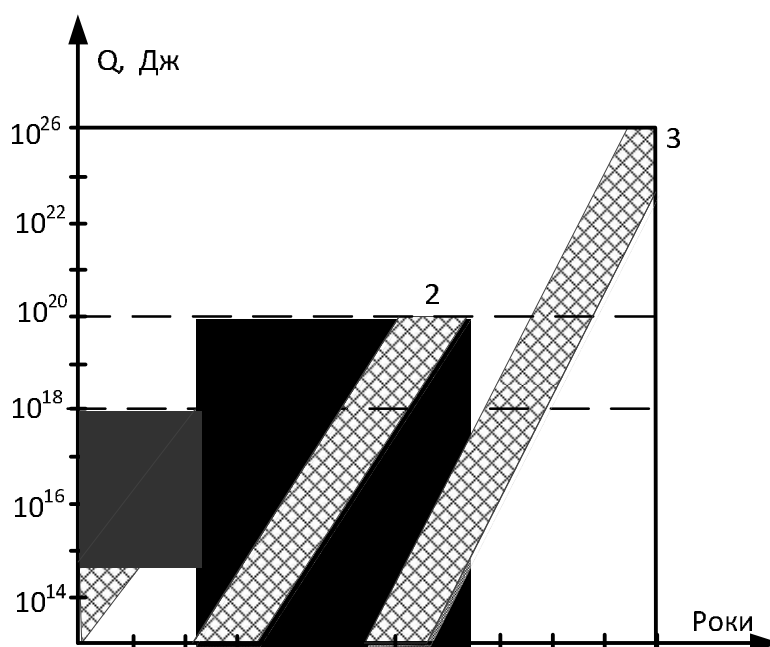


Рисунок 3.1 – Частота повторюваності природних катастроф

З рисунку видно, що в середньому катастрофа з енерговиділенням 10^{18} Дж може бути викликана землетрусом 1 раз в рік, вулканічним вибухом 1 раз в 200 - 300 років, падінням метеорита 1 раз в $\sim (50 \dots 100) 10^3$ років.

Максимальна енерговиділення вулканічної катастрофи приблизно в 100 разів більше, ніж при найсильнішому тектонічному землетрусі, але періодичність таких подій менше 1 за 1000 років. Астероїди, великі метеорити можуть викликати найсильнішу на Землі катастрофу, але ці події відбуваються ще рідше.

3.2. Магнітуда землетрусу. Зв'язок магнітуди з енергією землетрусу

При сильних землетрусах в осередку виділяється велика кількість енергії. Енергію землетрусів зазвичай визначають через параметри сейсмічних хвиль.

Для порівняльної оцінки енергії землетрусів Ріхтер запропонував використовувати спеціальну величину - магнітуду. Магнітуда (від лат. Magnitudo - величина і magnus - великий) - величина, що характеризує загальну енергію пружних коливань, викликаних землетрусом, знаходиться як десятковий логарифм від зсуву ґрунту на певній відстані ($L = 100$ км):

$$M = \lg \frac{A}{A_0}$$

де M - магнітуда землетрусу; A - зміщення ґрунту при даному землетрусі; A_0 - зміщення ґрунту при дуже слабкому землетрусі, прийнятому за початок відліку.

Енергія землетрусу пов'язана з магнітудою співвідношенням

$$\lg Q = \alpha + \beta M$$

де Q - енергія землетрусу, Дж; α , β - емпіричні коефіцієнти.

При користуванні цим співвідношенням приймають значення коефіцієнтів $\alpha = 5,32$, $\beta = 1,42$, але в різних регіонах вони можуть варіюватися в певних межах.

Також данні можна представити у вигляді

$$Q = 10^{5,32+1,42M}, \text{ Дж.}$$

Якщо енергію Q висловлювати в ергах ($1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ ерг}$), величину $k = \lg Q$ називають енергетичним класом землетрусу. За Ріхтером магнітуда тектонічних землетрусів становить $0 < M < 9$.

Вимірювання зсувів ґрунту Ріхтером проводилося за допомогою короткоперіодних крутильних сейсмографів Вуда-Андерсона зі підсиленням до 2800 разів. Останнім часом з появою більш чутливих сейсмографів

zareestrowani she bilshe slabki zemletrusi magnitudoю do $M = -3$. Shob fiksuwati taki zemletrusi, priyadi zapisuyut ruх gruntu z pidsilenniam do 80000 raziv.

Magnitudu zemletrusu obchisluyut na seysmichnih stantsiyah za velichinoю maksimalnoyi amplitudi zapisu zmishchennia gruntu na seysmogrami z urahuwanniam vidstani vid epitsentru do stantsii i glubini hipocentru. Koordinati epitsentru i glubinu hipocentru znahodiat pri vidomih znachenniah NP, NS chasom prikhodu khvilь do kilьkox stantsii.

Na kozhnii seysmichnoi stantsii e spetsialni metodiki dlia viznachennia magnitudi, za dopomogoю vikoristannia program dlia EOM i nomogram.

U sproschenomu wiglyadi procedura rozrahunku pokazana na ris. 3.2, pobudovanomu dlia deiaкои konkretnoi stantsii.



Рисунок 3.2 – Номограма для визначення магнітуди

Приклад. Визначити магнітуду землетрусу, якщо амплітуда зміщення на сейсмограмі становить 20 мм, відстань від епіцентру до сейсмічної станції 300 км.

Рішення. З'єднуємо пунктирною лінією точку 20 мм на першій шкалі з точкою 300 км на третій шкалі. За середньою шкалою зчитуємо значення магнітуди $M = 5,4$.

Знаючи магнітуду неважко обчислити енергію землетрусу.

Практичне заняття 4

ОЦІНЕННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ХВИЛЬ СЕЙСМІЧНОЇ АКТИВНОСТІ В ҐРУНТІ

Мета – оволодіти навичками розрахунку розповсюдження хвиль сейсмічної активності в ґрунті.

Зміст заняття

4.1. Будова Землі. Рух земної кори

4.2 Хвильова система при землетрусі

4.1 Будова Землі. Рух земної кори

Земля має форму, близьку до сферичної, злегка приплюснену біля полюсів, радіусом 6 371 км. Наша планета не статична. Якщо це було б не так, поверхня Землі давно була б вирівняна ерозією і стала плоскою, а океан залив би її цілком.

Кора, мантія, ядро – головні частини Землі. Певне уявлення про її будову можна отримати за даними табл. 1.

У міру наближення до центру Землі температура, щільність речовини та тиск зростають. У центрі температура становить $\sim 4\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$, щільність $\sim 13 \cdot 10^3\text{ кг / м}^3$, тиск $\sim 3,6 \cdot 10^8\text{ кПа}$ (для порівняння, щільність сталі $\sim 7,9 \cdot 10^3\text{ кг / м}^3$, температура плавлення $1\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Таблиця 4.1 – Структура земної кулі

Геосфера	Структура	Глибина нижньої межі, км
Земна кора	Осадний шар	До 10–20
	Гранітний шар	До 30–40
	Базальтовий шар	До 50–70
Мантія	Субстрат	50–100
	Шар Гуттенберга	300–400
	Шар Голіцина	~ 900
	Нижня мантія	~ 2900
Ядро	Зовнішнє ядро	5100
	Внутрішнє ядро	6371

Земна кора, гідросфера і атмосфера утворилися з речовини мантії, колись піднявся до поверхні і охолодити. Цей процес триває і в даний час і видно, наприклад, при виверженнях вулканів, коли розпечена лава, яка народжується в мантії, виходить з надр.

Кора і верхній шар мантії «субстрат» утворюють тверду земну оболонку - літосферу, що складається з плит різних розмірів. Безпосередньо під плитами літосфери знаходиться шар гарячого в'язкого речовини, що

знаходиться в особливому напіврозплавленому (місцями частково розплавленому) стані, званий астеносферою (від грецького «astes» – м'який). Під дією сил, обумовлених глибинними тепловими процесами і обертанням Землі, плит рухаються по астеносфері. Напрямки руху плит на цьому малюнку позначені стрілками. Видно, наприклад, що Південно-Американська плита відходить від Африканської, а Південно-Американська – від Євразійського. Такий рух плит пов'язаний з видавлюванням розплавленої речовини з астеносфери вгору в літосферу в районі Середньо-Атлантичного хребта, де воно охолоджується і утворює нову кору, тобто має місце процес розростання океанічного дна. В результаті розсовування повільно рухаючись плити напірають одна на одну в інших місцях - при цьому в зонах зіткнення відбувається здійснення гірських систем, виникають вулкани і острова.

У різних місцях плити напірають одна на одну по-різному. Наприклад, уздовж західного узбережжя Південної Америки плита Наска і Південно-Американська плита стикаються лоб в лоб. В результаті перша з них відхиляється вниз і підсувається під другу. Цей процес відомий як субдукція. Коли одна плита підсувається під іншу, уздовж похилій поверхні контакту плит, званої зоною Беньоффа, відбуваються землетруси. Як правило, при такому русі перша з плит прагне зім'яти і підняти вище розміщену плиту, що також веде до утворення гірських ланцюгів і вулканів.

У міру того, як в серединно-океанічних хребтах з мантиї формується нова кора, стара повертається в мантию в зонах субдукції. Основні зони субдукції розташовані уздовж Алеутських островів, біля Японії, поблизу Філіппінських островів, в Індонезії, біля півніжжя Гімалаїв, у західних берегів Південної і Центральної Америки і в Перській затоці.

У деяких районах Землі плити не стикаються, а ковзають одна вздовж іншої. Найбільш відомим прикладом такого руху є зона розлому Сан-Андреас на західній стороні Північно-Американської плити. Час від часу землетрусу відбуваються і у внутрішніх частинах плит - так звані внутріплітового землетрусу. Вони виникають через розвиток деформацій, викликаних тиском на краях плит. Наприклад, територія Китаю стискається з двох сторін: зі сходу Тихоокеанською плитою, з півдня Індо-Австралійською. Найбільш ймовірно, що ці дії несуть відповідальність за землетрус в Китаї, включаючи Таншаньське в 1976 р, яке призвело до загибелі великої кількості людей.

Проведений аналіз наведених матеріалів показує складну фізичну картину виникнення землетрусів.

Характерною ознакою землетрусів, незважаючи на відмінність природи їх походження, є наявність системи пружних сейсмічних хвиль, що поширюються по ґрунтовому середовищу на великі відстані. Сейсмічні хвилі є основним фактором ураження землетрусів. Для кількісного опису цієї хвильової системи необхідне залучення певних положень теорії пружності.

4.2 Хвильова система при землетрусі

Вивільнення накопиченої за тривалий час енергії напружень в земній корі зазвичай відбувається в деякій ділянці, яку називають осередком землетрусу. У межах вогнища має місце руйнування земних порід. У геології використовується спеціальний термін – розлом.

Протяжність розлому може досягати десятків, в окремих випадках – сотень кілометрів. Утворення розлому часто супроводжується зміщенням земних порід. Якщо при цьому утворення розлому відбувається в результаті дії розтягуючих зусиль, то певний обсяг породи може зісковзнути вниз – виникає так зване нормальне скидання. При стисненні частина породи може бути видавлена вгору – такий розлом називають зверненим скиданням. Можливо також горизонтальне переміщення деякого об'єму породи при наявності зсувних зусиль; в цьому випадку говорять про поперечне скидання. Зазначені типи скидів пояснює рис. 4.1.

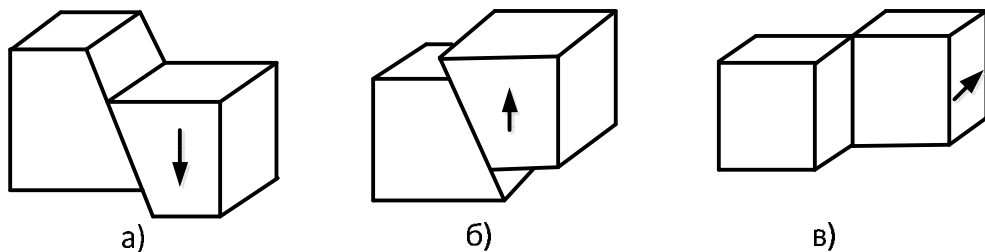


Рисунок 4.1 – Схеми розломів під час землетрусу:

а – нормальне скидання; б – звернене скидання; в – поперечне скидання

В епіцентрі землетрусу виділяється точка, в якій починається руйнування земної породи, її називають гіпоцентром. Проекція гіпоцентру на земну поверхню називається епіцентром. Збурення ґрунтового середовища, породжені в гіпоцентрі, поширюються.

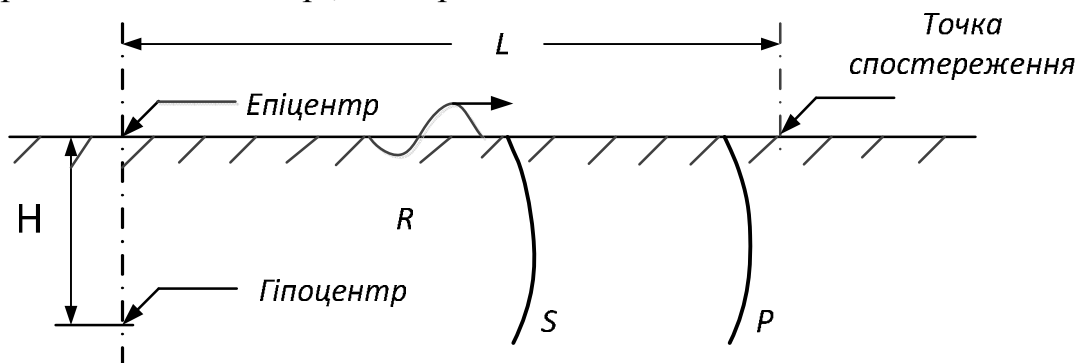


Рисунок 4.3 – Хвильова картина при землетрусі

Згідно з наведеними раніше поясненням поздовжня хвиля Р характеризується об'ємними деформаціями стиснення і розрідження.

Частинки ґрунту роблять коливання в напрямку, що збігається з напрямком поширення хвиль.

Поперечна хвиля S пов'язана з деформаціями сдвигового характеру.

Частинки ґрунту роблять коливання в напрямку, перпендикулярному напрямку поширення хвиль.

У поверхневої хвилі R частки ґрунту коливаються по еліптичних орбітах у вертикальній площині.

Надалі будемо позначати швидкості поширення хвиль P, S, R через N_p , N_s , N_r відповідно:

$$\begin{aligned} N_p &= \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}} \text{ м/с} \\ N_s &= \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ N_r &= 0,9 N_s \text{ м/с} \end{aligned} \quad (3.1)$$

де ρ - щільність ґрунту, кг / м³; E - модуль Юнга, Па; ν - коефіцієнт Пуассона.

Значення ρ , E, ν для деяких ґрунтів наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Значення щільності ґрунту, модуля Юнга, коефіцієнта Пуассона

Ґрунт	E, Па	ν	ρ , кг/м ³
Граніт	$(3,5 \dots 5) \cdot 10^{10}$	0,1 ... 0,15	$(2,5 \dots 3) \cdot 10^3$
Вапняк	$3,5 \cdot 10^{10}$	0,2	$2,3 \cdot 10^3$

Приклад. Визначити швидкість поширення поздовжньої, поперечної та поверхневої хвиль по скельному ґрунту (граніт $\rho = 2,5 \cdot 10^3$ кг/м³; E = $5 \cdot 10^{10}$ Па; $\nu = 0,15$).

Рішення. 1. Швидкість поширення поздовжньої хвилі обчислюємо по першій формулі системи (1):

$$N_p = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{10}(1 - 0,15)}{2,5 \cdot 10^3(1 + 0,15)(1 - 2 \cdot 0,15)}} = 4,6 \cdot 10^3, \quad \text{м/с}$$

2. Швидкість поширення поперечної хвилі знаходимо по другій формулі (3.1):

$$N_s = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3(1 + 0,15)}} = 2,95 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3. Швидкість розповсюдження поверхневої хвилі визначається по співвідношенню (1)

$$N_r = 0,9 \cdot 2,95 \quad \text{м/с}$$

Великі швидкості поширення сейсмічних хвиль створюють значні труднощі з оповіщенням населення про факт землетрусу.

Задача. Оцінити можливість оповіщення жителями одного населеного пункту жителів іншого населеного пункту про землетрус, якщо перший з них розташований безпосередньо в околиці епіцентру землетрусу, другий - на відстані $L = 100$ км від епіцентру. Глибина вогнища землетрусу $H = 20$ км (величини L , H відповідають рис. 4.3). Умови поширення сейсмічних хвиль такі ж, як і в розглянутому вище прикладі.

Рішення: 1. Знаходимо час приходу першої з сейсмічних хвиль - повздовжньої хвилі P до першого населеного пункту:

$$t_1 = \frac{H}{H_p} = \frac{20[\text{км}]}{4,6 [\text{км/с}]} = 4,3 \text{ с.}$$

2. Обчислюємо час приходу цієї хвилі до другого населеному пункту:

$$t_2 = \frac{\sqrt{H^2 + L^2}}{H_p} = \frac{\sqrt{20^2 + 100^2}[\text{км}]}{4,6 [\text{км/с}]} = 22,2 \text{ с}$$

3. Знаходимо різницю часу $\Delta t = t_2 - t_1$ визначальну можливість оповіщення:

$$\Delta t = 22,2 \text{ с} - 4,3 \text{ с} = 17,9 \text{ с.}$$

За такий час оповістити населення і вжити необхідних заходів щодо захисту виключно складно. Як відомо, земна кора складається з різних ґрунтових порід, що залягають, як правило, пошарово. При наявності неоднорідних шарів, що, як правило, має місце в реальній дійсності, хвильова картина при землетрусі істотно ускладнюється. Особливість поширення сейсмічних хвиль полягає в тому, що при косому падінні на межу розділу двох середовищ хвилі одного типу, наприклад P , виникають, крім преломленої (PP_+) і відображеної (P_-) поздовжніх хвиль, заломлена (PS_+) і відображена (PS_-) поперечні хвилі (рис.4.3).

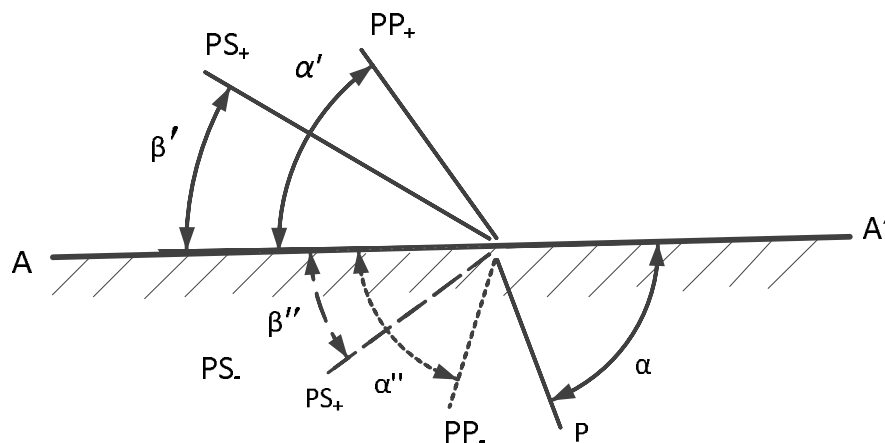


Рисунок 4.3 – Схема заломлення поздовжньої хвилі з одного ґрунтового шару в інший

Положення фронтів хвиль PP +, PP-, PS +, PS- визначається за законом Снелліуса:

$$\frac{H_p}{\sin \alpha} = \frac{H_{pp+}}{\sin \alpha'} = \frac{H_{ps+}}{\sin \beta'} = \frac{H_{pp-}}{\sin \alpha''} = \frac{H_{ps-}}{\sin \beta''}$$

де NP, NPP +, NPS +, NPP-, NPS - - швидкості поширення хвиль P, PP +, PS +, PP-, PS- відповідно (знаходяться за формулами (1); α – кут падіння фронту хвилі P на межу розділу середовищ;

α' , β' – кути заломлення хвиль PP +, PS + відповідно;

α'' , β'' – кути відбиття хвиль PP-, PS- відповідно.

Зазвичай щільність ґрунту і швидкості поширення хвиль в верхньому шарі менше, ніж в нижньому. В цьому випадку при косому падінні поздовжньої хвилі P + на границю AA' в верхньому шарі в результаті переломлення формуються PP +, PS + хвилі. При їх відображенні від границі BB' верхнього шару утворюються хвилі PPP-, PPS-, PSP-, PSS-.

Тут індекс (+) при позначенні хвиль відповідає хвилі стиснення, індекс (-) - хвилі розрідження. При відображенні хвиль PPP-, PP-, PS-, PS- від нижньої межі AA' верхнього шару формується наступна група хвиль і т. д. Хвильова система, що формується в верхньому шарі двошарового ґрунтового середовища при поширенні сейсмічних хвиль P і S, показана на рис. 4.4 (з метою спрощення малюнка відображені і заломлені хвилі в нижньому шарі тут не показані).

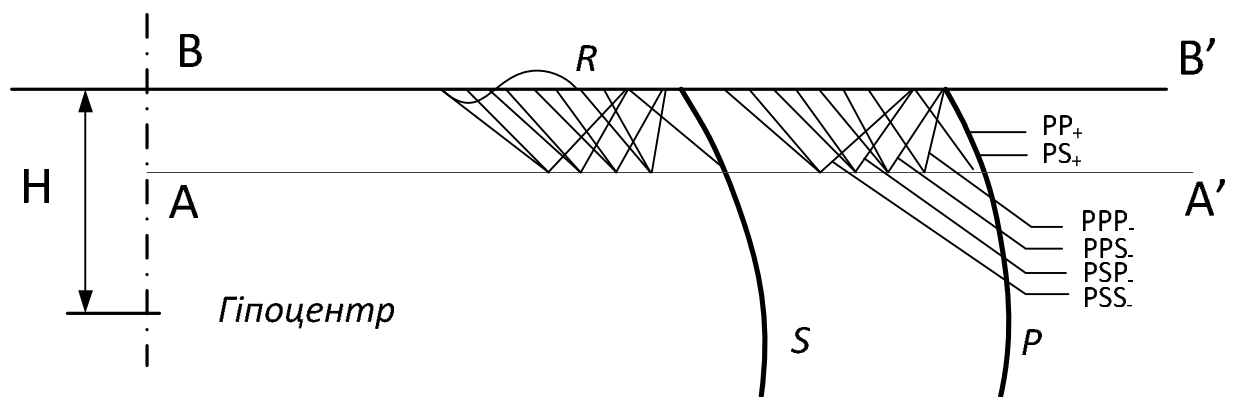


Рисунок 4.4 – Сейсмічні хвилі в двошаровому середовищі

Таким чином, при наявності неоднорідних шарів при землетрусі має місце складна хвильова картина. У поверхневому шарі розглянуті поздовжня і поперечна хвилі являють собою по суті хвильові пакети, що складаються кожний з цілої групи різних хвиль.

На рис. 4.5 показані, як приклад, зміна в часі прискорення, швидкості і зміщення ґрунту під час землетрусу 9. 02. 1971 року в Сан-Фернандо (штат Каліфорнія, США).

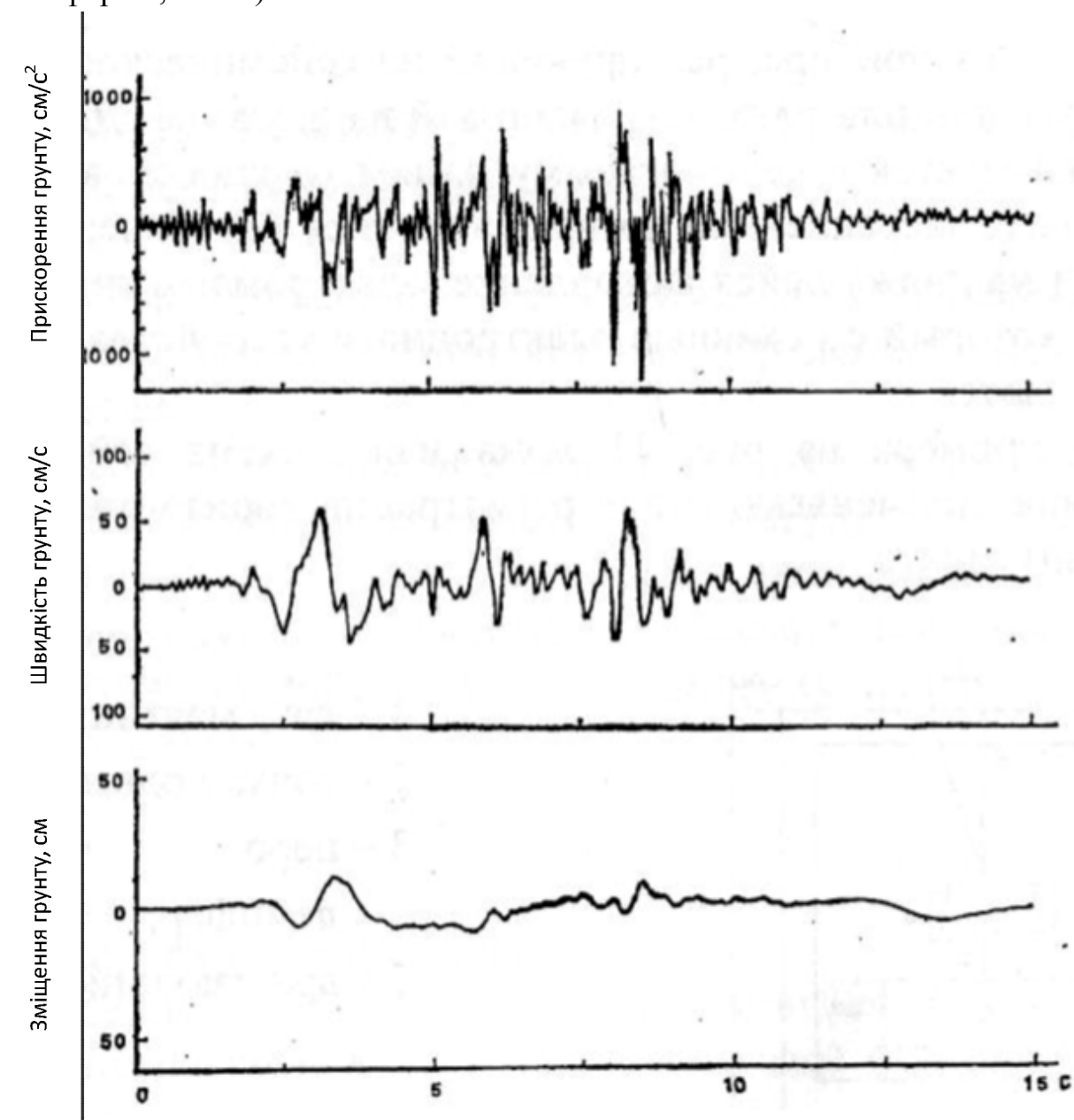


Рисунок 4.5 – Значення прискорення, швидкості і зміщення ґрунту під час землетрусу в Сан-Фернандо в 1971 р

Параметри руху ґрунту під час землетрусу реєструються на сейсмічних станціях за допомогою спеціальних приладів сейсмографів і акселерографів. Рух ґрунту в будь-якій точці відбувається в трьох вимірах. Це означає, що точка рухається в просторі, а не просто в площині або по прямій. Щоб зареєструвати такий рух, сейсмограф повинен мати три сейсмометра, що рухаються в трьох взаємно перпендикулярних напрямках (двох горизонтальних і одному вертикальному) і дозволяють отримати відповідні сейсмограми. Сейсмометр - це чутливий елемент приладу, що реагує на сейсмічну дію. Зазвичай це маятник або вантаж, закріплений на пружині. Рух

сейсмографа перетворюється в сейсмограму одним із способів: перо креслить лінію на папері, закріпленого на барабані, що обертається; світловий промінь залишає слід на рухомій фотоплівці; електромагнітна система генерує струм, який за допомогою електронного пристрою записується на магнітній картці.

Сейсмограф реєструє зміщення ґрунту. Для реєстрації прискорення ґрунту використовуються інші прилади - акселерографи. Чутливий елемент цих приладів називається акселерометром, отриманий запис - акселерограмою.

Основні параметри сейсмічних хвиль (швидкість поширення хвиль, прискорення, швидкість і величина зсуву ґрунту, тривалість дії) залежать від енергії землетрусу, глибини гіпоцентру і віддалення точки спостереження від епіцентру, а також фізико-механічних властивостей ґрунту: щільності, модуля Юнга, коефіцієнта Пуассона.

Для визначення енергії землетрусу необхідне знання розмірів і величин напруг в осередку, які в свою чергу залежать від його глибини; в цілому - це досить складне завдання.

Практичне заняття 5

АНАЛІЗ ВПЛИВУ СЕЙСМІЧНИХ ХВИЛЬ НА СПОРУДИ

Мета – оволодіти навичками оцінки впливу сейсмічної хвилі на споруди.

Зміст заняття

5.1 Оцінка впливу землетрусу на різні об'єкти

5.2 Сейсмічний ефект і місцева дія вибуху

5.1 Оцінка впливу землетрусу на різні об'єкти

Характер впливу землетрусів на різні об'єкти часто оцінюють за величиною максимального прискорення ґрунтової основи при проходженні сейсмічних хвиль.

Дане положення спирається на другий закон Ньютона:

$$F = m \cdot \ddot{w},$$

де F – сила, що діє на споруду;

m – маса споруди;

\ddot{w} – прискорення.

Проте, оцінка впливу землетрусу на об'єкти тільки за величиною прискорення не завжди коректна. Більш того, вона може привести до невірних висновків. Відомо, наприклад, що при проходженні поблизу будівель важких вантажівок, а також при роботі швидкохідних агрегатів вібрації підстави не викликають руйнувань, хоча прискорення досягають значення декількох g ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$). У той же час такі прискорення при землетрусах привели б до катастрофічних наслідків. При оцінці дії землетрусу, крім величини \ddot{w} необхідно знати час дії сейсмічного навантаження, а також співвідношення між періодом коливань ґрунту T при проходженні сейсмічних хвиль і періодом власних коливань конструкції T_0 .

Заголом визначення дії землетрусу на будівлі, споруди – це складна інженерна задача. Її рішення наводиться в спеціальних розділах будівельної механіки. Для отримання уявлення про характер руху споруди при проходженні сейсмічних хвиль розглянемо кілька найпростіших випадків коливань системи з одним ступенем свободи – маси, закріпленої на пружині (рис. 5.1).

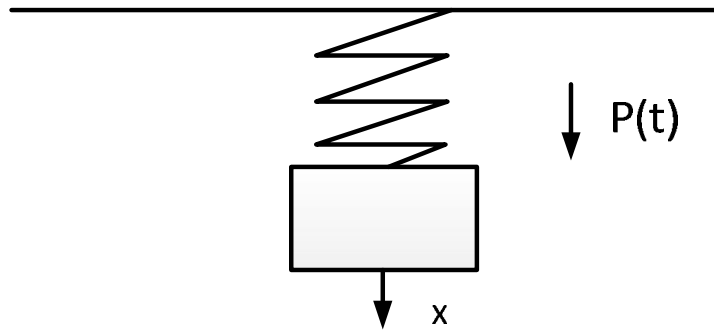


Рисунок 5.1 – Вантаж на пружині

При відсутності змінних в часі зовнішніх сил рівняння руху маси m записується у вигляді

$$M \cdot \ddot{x} + k \cdot x = 0, \quad (5.1)$$

або

$$\ddot{x} + \lambda^2 \cdot x = 0, \quad \lambda^2 = \frac{k}{m}. \quad (5.2)$$

Тут величина –

$$\lambda = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Це частота вільних коливань системи, величина k – жорсткість пружини, що представляє собою коефіцієнт пропорційності між величиною подовження (стиснення) пружини і величиною зусилля, що викликав дане подовження – стиснення (свого роду аналог модуля Юнга).

Розв'язок має вигляд

$$x = A \sin \lambda t + B \cos \lambda t. \quad (5.3)$$

Залежність показує, що розглядається рух є гармонійним коливанням біля положення статичної рівноваги.

Частота вільних коливань λ і період коливань $\tau = 2\pi/\lambda$ не залежить від початкових умов і, отже, від амплітуди.

Нехай на масу m діє довільна сила $P(t)$ (рис. 5.1). Тоді рівняння руху маси буде таким

$$\ddot{x} + \lambda^2 \cdot x = \frac{P(t)}{m}. \quad (5.4)$$

Розв'язок цього рівняння має такий вигляд:

$$x = x_1 + \int_0^{t^*} P(\xi) \sin \lambda(t - \xi) d\xi. \quad (5.5)$$

Тут x_1 відповідає вільним коливанням системи. час $t^* = t$ при $t < T$ і $t^* = T$ при $t > T$, де T – час дії сили $P(t)$.

Нехай сила $P(t)$ гармонійна, тобто $P(t) = P_0 \sin \omega t$. тоді рішення набуде вигляду

$$x = x_1 + \frac{P_0}{m\lambda} \int_0^{t^*} \sin \omega \xi \cdot \sin \lambda(1 - \xi) = x_1 + \frac{P_0}{m\lambda^2 \left[1 - \left(\frac{\omega}{\lambda}\right)^2\right]} \left(\sin \omega t - \frac{\omega}{\lambda} \sin \lambda t \right). \quad (5.6)$$

де x_1 – вільні коливання системи;

$\frac{P_0}{m\lambda^2} = \frac{P_0}{k} = x_{\text{ст}}$ – величина статичної деформації пружного зв'язку, відповідна силі P_0 .

Представлене рішення показує, що рух системи під дією безперервної гармонійної сили складається з двох гармонійних коливань: одного з частотою вільних коливань ω , іншого – з частотою вимушених коливань.

Основні слідства:

1. Якщо $\omega/\lambda \rightarrow 0$ тобто якщо частота вимушених коливань мала в порівнянні з частотою вільних коливань, то найбільша амплітуда вимушених коливань виявляється рівною $x_{\text{ст}}$.

2. Якщо $\omega/\lambda \rightarrow \infty$ тобто якщо частота вимушених коливань велика в порівнянні з частотою вільних коливань, то дія сили на систему стає зневажливо малим.

3. Якщо $\omega/\lambda \rightarrow 1$ то амплітуда коливань теоретично стає нескінченно великою. Таке коливання називається станом резонансу.

4. У більш складному випадку руху системи з одним ступенем свободи при наявності сил опору, пропорційних швидкості переміщення, рівняння руху має вигляд

$$\ddot{x} + 2n\dot{x} + \lambda^2 \cdot x = \frac{P(t)}{m}.$$

де $2n$ – параметр опору.

М.А. Садовським встановлено, що при співвідношенні часу $T < T_0$ амплітуда коливань споруди істотно менше амплітуди коливання ґрунтової основи. З'ясовано, що в даному випадку, тобто при $T < T_0$, пошкодження будівель, споруд відбуваються лише тоді, коли швидкість коливань ґрунту перевершує деяку критичну величину. Наприклад, для житлових типових будівель величина критичної швидкості становить 10-14 см / с.

Коливання ґрунту зі швидкістю, більшою цієї величини, викликають серйозні пошкодження будівель. Таким чином, нищівну силу сейсмічних хвиль відносно малої тривалості визначається величиною швидкості ґрунтових коливань.

Критерій $\dot{w} = 10-14$ см/с близький до даних Гірничого бюро США.

Згідно з американськими даними коливання ґрунту з максимальною

швидкістю нижче 5 см/с будуть безпечними, при 5 см/с $< \dot{w} < 10$ см/с ушкодження будуть незначними, а серйозні пошкодження – при $\dot{w} > 19$ см/с.

У наближених розрахунках для оцінки впливу землетрусу на різні об'єкти користуються даними табл. 5.1, отриманими на базі теоретичних досліджень і аналізу фактичних матеріалів наслідків землетрусів. Ці дані можна розглядати як критерії ураження.

Таблиця 5.1 – Залежність ступеня руйнування будівель, споруд від інтенсивності землетрусу

Споруда	Інтенсивність землетрусу I , балів		
	Ступінь руйнування об'єктів		
	Слабке	Середнє	Сильне
Промислова будівля з важким металевим (або залізобетонним) каркасом	7-8	8-9	9-10
Промислова будівля з легким металевим каркасом і будівля безкаркасної конструкції	6-7	7-8	8-9
Багатоповерховий цегляна будівля (> 3)	6	6-7	7-8
Малоповерхове цегляна будівля (< 3)	6-1		7-8
Внутрішні стіни:			
Залізобетонні (гіпсобетонні)	6	7	7,5
дерев'яні	5	6	7
Дерев'яний будинок	5-6	6	6.5 - 7.5
Скління: зі звичайного скла з склоблоків	3	4	5
	5-6	6-7	7-7,5

Задача. Оцінити вплив землетрусу на промислову будівлю з легким металевим каркасом, розташовану на відстані 60 км від епіцентру. Магнітуда землетрусу $M = 7$, глибина гіпоцентру землетрусу 10 км, ґрунт – піщана та глиниста товщі (поправка $\Delta = 2$ бали).

Рішення: 1. За формулою знаходимо інтенсивність землетрусу в епіцентрі:

$$I_0 = 1,5 \cdot M - 1,5 \lg H + 3 = 1,5 \cdot 7 - 1,5 \lg 10 + 3 = 10 \text{ балів.}$$

Такий землетрус називається знищуючим.

2. Інтенсивність землетрусу на відстані 60 км визначаємо за формулою:

$$I = I_0 - 6lg \frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{H} + \Delta = 10 - 6lg \frac{\sqrt{60^2 + 10^2}}{10} + 2,5 = 7,3 \text{ бали}$$

3. При інтенсивності землетрусу 7,3 бали руйнування будівлі оцінюється як середнє.

Випадок близьких значень T і T_0 особливий. Вплив коливань ґрунтової основи на будівлю, споруду в цих умовах пропонується враховувати введенням коефіцієнта динамічності χ , який враховує, у скільки разів може збільшитися інтенсивність (амплітуда) коливань:

$$\chi = \left[1 - \left(\frac{T_0}{T} \right)^2 + \left(\mu \frac{T_0}{T} \right)^2 \right]^{-0,5} \quad (5.7)$$

де m – коефіцієнт загасання коливань споруди.

Величина m рідко буває менше 0,2. Отже, максимальне значення χ при $T = T_0$ може досягати 5.

Співвідношення $T < T_0$ найхарактерніше для випадків впливу на споруди сейсмовибухових хвиль, що утворюються при підземних вибухах зарядів звичайних вибухових речовин.

5.2. Сейсмічний ефект і місцева дія вибуху

У зв'язку з широким застосуванням вибухових речовин (ВВ) у військовій справі і практиці будівельних робіт самостійний інтерес представляє оцінка сейсмічного ефекту і місцевої дії вибуху. Місцева дія вибуху включає в себе воронку вибуху, зони руйнувань, великих пластичних деформацій і навалу ґрунту. Під сейсмічним ефектом вибуху на увазі дію сейсмовибухових хвиль, що поширюються в ґрунтовому середовищі.

Необхідно відзначити, що при наземному і повітряному вибухах основним вражаючим фактором, що визначає руйнування і пошкодження будівель, є повітряна ударна хвиля. Разом з тим при оцінці впливу вибуху на особливо міцні наземні об'єкти слід враховувати додаткове дію сейсмічного ефекту і місцевої дії вибуху. Останнє безпосередньо відноситься також до оцінки дії вибуху на підземні споруди.

Крім того, сейсмічний ефект є основним вражаючим фактором при підземних вибухах

При наземному вибуху звичайних ВВ на ґрунтах типу суглинки, пісок, глина розміри воронки – радіус $r_{\text{в}}$, м; глибина $h_{\text{в}}$, м; обсяг викинутого ґрунту V , м³. - складають:

$$\begin{aligned} r_{\text{в}} &\approx 0,36 \sqrt[3]{G}, \\ h_{\text{в}} &\approx 0,16 \sqrt[3]{G}, \\ V &\approx 2,6 \sqrt[3]{G}. \end{aligned} \quad (5.8)$$

У формулах величина G - маса тротилового заряду, кг. Під час вибуху заряду іншого хімічного ВВ під G слід мати на увазі величину його тротилового еквівалента, що розраховується за співвідношенням

$$G = G_0 \frac{Q_v}{Q_{vmp}}, \quad (5.9)$$

де G_0 – маса розглянутого заряду, кг; Q_v , Q_{vmp} – енергія вибуху даного ВВ і тротилу відповідно, Дж/кг.

Значення Q таких поширених ВВ, як амотол, гексоген, нітрогліцерин, октоген, тротил, тетрил, ТЕН становлять відповідно 2,65; 5,36; 6,70; 5,86; 4,52; 4,52; 5,80 МДж/кг (1МДж = 10^6 Дж).

Радіуси зон руйнування r_p , великих пластичних деформацій $r_{п.д}$ і навалу ґрунту $r_{н.г}$ складають:

$$\begin{aligned} r_p &= 1,5r_B, \\ r_{п.д} &= 2,5r_B, \\ r_{н.г} &= (2,5 \dots 4)r_B. \end{aligned} \quad (5.10)$$

В області воронки вибуху, зонах руйнування і великих пластичних деформацій ґрунту зазвичай відбувається повне руйнування високоміцних об'єктів.

Це призводить до необхідності зіставити дію повітряної ударної хвилі наземного ядерного вибуху на житлові та промислові будівлі з дією землетрусу. Таке зіставлення виконано в табл. 5.1.

Рекомендації з розрахунку тиску у фронті повітряної ударної хвилі в залежності від потужності вибуху і видалення точки спостереження наведені в довідкових посібниках.

Так як при повітряному і наземному вибухах основним вражаючим фактором, що визначає дію вибуху на наземні об'єкти, є повітряна ударна хвиля, хвильова система в ґрунті при таких вибухах не розглядається.

Таблиця 5.1 – Ступені руйнування будівель, споруд в залежності від величини надлишкового тиску у фронті повітряної ударної хвилі ΔP_{ϕ} , кПа, і інтенсивності землетрусу J , бал

Уражальний фактор	Ступень руйнування			
	Слабке	Середнє	Сильне	Повне
ΔP_{ϕ} , кПа	10 - 20	20-30	30-50	>50
J , бали	5-6	7 - 8	9-10	> 10

Сейсмовибухові хвилі є основним вражаючим фактором при підземних вибухах. Система сейсмовибухових хвиль включає в себе подовжню, поперечну і поверхневі хвилі. У наближених розрахунках оцінка дії цих хвиль на наземні об'єкти може бути проведена на основі рекомендацій

попереднього практичного заняття з урахуванням співвідношення величин T і T_0 , де T – період коливань ґрунту при проходженні хвиль. T_0 – період власних коливань споруди. При вибухах ВВ зазвичай виконується співвідношення $T < T_0$.

При співвідношенні часів $T < T_0$ нищівна сила сейсмовибухових хвиль визначається величиною швидкості ґрунтових коливань.

Слід зазначити, що внаслідок великої різноманітності фізико-механічних властивостей ґрунтів, їх пошарового залягання оцінка швидкості коливань ґрунту при поширенні сейсмовибухових хвиль зустрічає певні труднощі. Крім того, зі зміною відстані від центру вибуху максимальна швидкість коливань ґрунту може спостерігатися послідовно в різних хвилях.

Нижче розрахунок максимальної швидкості ґрунтових коливань проводиться для визначальною по інтенсивності хвилі на відстанях

$$\frac{R}{\sqrt[3]{G}} \leq (10 \div 20) \text{ м/кг}^{1/3} \quad (5.11)$$

від центру підземного вибуху переважної за інтенсивністю зазвичай є поздовжня хвиля. Розрахунок максимальної швидкості коливань ґрунту в цій хвилі проводиться за формулою

$$W_{max} = A \cdot \left(\frac{G^{1/3}}{R} \right)^2, \text{ см/с} \quad (5.12)$$

де G – маса тротилового заряду, кг;

R – відстань від центру вибуху, м;

A – коефіцієнт, що залежить від типу ґрунту.

Коефіцієнт A має значення: 1100 – для глин; 700 – для граніту, вапняку, водонасиченого піску; 70 ÷ 130 – для льосу вологістю 2% і 5% відповідно. У випадках, коли тип ґрунту точно не встановлено, наближено приймають коефіцієнт $A = 700$.

Під час вибуху в піщаному ґрунті розрахунок швидкості W_{max} проводиться за формулою

$$W_{max} = 340 \cdot \left(\frac{G^{1/3}}{R} \right)^{1,8}, \text{ см/с} \quad (5.13)$$

де значення G , R мають таке ж значення.

У наближених розрахунках формули застосовують при заглибленні заряду $H_3 / \sqrt[3]{G} = (0,7 \div 2) \text{ м/кг}^{1/3}$. Зі зменшенням величини $H_3 / \sqrt[3]{G} < 0,7 \text{ м/кг}^{1/3}$ значення W_{max} зменшується (до декількох разів). При таких заглибленнях заряду розрахунок за цими формулами можна розглядати як «оцінку зверху».

Вибухи на глибинах $H_3 / \sqrt[3]{G} > 2 \text{ м/кг}^{1/3}$ здійснюються порівняно рідко (для вирішення спеціальних завдань).

При необхідності більш точного визначення швидкості W_{\max} при заглибленні заряду $H_3/\sqrt[3]{G} < 0,7 \text{ м/кг}^{1/3}$ можна скористатися рекомендаціями.

На великих відстанях найбільшу небезпеку становить поверхнева хвиля.

Під час вибуху в ґрунті типу лесовидний суглинок максимальна швидкість коливання ґрунту, обумовлена цією хвилею, знаходиться за формулою

$$\dot{W}_{\max} = 40 \frac{G^{1/2}}{R^{1,21}} \text{ см/с} \quad (5.14)$$

Під час вибуху в скельному ґрунті

$$\dot{W}_{\max} = 40 \frac{G^{1/2}}{R^{1,21}} \text{ см/м} \quad (5.15)$$

Чисельні коефіцієнти в останніх двох формулах відповідають заглиблення заряду

$$0,7 \text{ м/кг}^{1/3} \leq H_3/\sqrt[3]{G} \leq 2 \text{ м/кг}^{1/3} \quad (5.16)$$

Періоди поздовжньої T_p , і поверхневої T_R , хвиль визначаються за співвідношеннями

$$\begin{aligned} T_p &= k_p \sqrt[6]{G} \\ T_R &= k_R \sqrt[6]{G} \cdot \bar{R}^n \end{aligned} \quad (5.17)$$

де величина

$\bar{R} = R/\sqrt[3]{G} \text{ м/кг}^{1/3}$ – відстань від центру вибуху.

Значення коефіцієнтів k_p , k_R і показника ступеня n в залежності від типу ґрунту наведені в табл. 5.2.

Для суглинка, як і для лесу, значення $k_R = 0,06$, $n = 0,11$.

чисельні значення k_p , k_R , n в табл. 5.2 відповідають заглибленому заряду

$$0,7 \text{ м/кг}^{1/3} \leq H_3/\sqrt[3]{G} \leq 2 \text{ м/кг}^{1/3} \quad (5.18)$$

Таблиця 5.2 – Значення величин k_p , k_R , n

Ґрунт	k_p	k_R	n
Глина	0,04	0,08	0,11
Водонасичений пісок	0,06	0,15	
граніт	0,0128	0,0058	0,44
Мармуризований вапняк	0,0128	0,035	0,20
Лес вологістю 5%	0,068	0,06	0,11
Лес вологістю 2%	0,068	0,06	0,11

Задача. Оцінити небезпека підриву авіаційної бомби, що залишилася в землі після минулої війни, для розташованого на відстані 100 м житлового п'ятиповерхового кам'яного будинку. Глибина залягання бомби 10 м, маса тротилового заряду 1000 кг, ґрунт – Мармуризований вапняк. Період власних коливань будівлі 0,3 с.

Рішення: 1. Визначаємо відносне заглиблення заряду:

$$\frac{H_3}{\sqrt[3]{G}} = 10/\sqrt[3]{1000} = 1\text{м/кг}^{1/3}$$

2. Знаходимо відносне видалення будівлі від центру вибуху:

$$\frac{R}{\sqrt[3]{G}} = \frac{\sqrt{100^2 + 10^2}}{\sqrt[3]{100}} \approx 10\text{м/кг}^{1/3}$$

3. За співвідношенням (5.17), обчислюємо періоди поздовжньої і поверхневої сейсмовибухових хвиль:

$$T_p = 0,0128 \cdot \sqrt[6]{1000} \approx 0,04 \text{ с};$$

$$T_R = 0,035 \cdot \sqrt[6]{1000} \cdot 10^{0,2} = 0,175 \text{ с}.$$

При $T_p < T_0$ и $T_R < T_0$, де T_0 – період власних коливань будівлі, оцінка впливу вибуху проводиться по максимальній швидкості коливань ґрунтової основи при розподілі розглянутих хвиль.

4. Швидкість коливань ґрунту при проходженні поздовжньої хвилі обчислюємо за формулою (5.12):

$$\dot{W}_{max} = 700 \frac{1000^{1/3}}{\sqrt{100^2 + 10^2}} \approx 7\text{см/с}$$

5. Швидкість коливань ґрунту при проходженні поверхневої хвилі знаходимо за формулою (5.15):

$$\dot{W}_{max} = 40 \frac{1000^{2/3}}{(\sqrt{100^2 + 10^2})^{1,52}} \approx 3,7 \text{ см/с}$$

Таким чином, максимальна швидкість коливань ґрунту при проходженні сейсмовибухових хвиль становить 7 см / с. При такій швидкості коливання ґрунтової основи можливі незначні пошкодження будівлі.

Практичне заняття 6
РОЗРАХУНОК ТА ПОБУДОВА ЗОН РУЙНУВАНЬ ПРИ ВПЛИВІ
СЕЙСМІЧНИХ ХВИЛЬ

Мета – оволодіти навичками оцінки впливу сейсмічної хвилі на споруди.

Зміст заняття

- 6.1. Осередок ураження при землетрусі**
- 6.2. Сейсмічний ефект і місцева дія вибуху**
- 6.3. Побудова параметричного і координатного законів ураження**

6.1. Осередок ураження при землетрусі

Осередок ураження при землетрусі - це територія, на якій внаслідок дії сейсмічних хвиль руйнуються і пошкоджуються будівлі, споруди, устаткування, гинуть і отримують травми різного ступеня тяжкості знаходяться в будівлях і на відкритій місцевості люди. Осередок ураження в плані, як правило, являє собою складну фігуру, що пов'язано з впливом на параметри руху ґрунту місцевих геологічних умов. Слід зазначити, що в цілому ряді випадків форма осередку ураження наближається до «еліпсоподібної». Така форма пов'язана з тією обставиною, що те, що відбувається в епіцентрі землетрусу руйнування земних порід супроводжується розломом, довжина якого може досягати десятків кілометрів, іноді сотень кілометрів. Таким чином, в епіцентрі землетрусу має місце свого роду «плоский» рух земних порід, що призводить до перерозподілу значної частини енергії землетрусу в напрямку, перпендикулярному розлому. Схема вогнища ураження при землетрусі показана на рисунку 6.1.

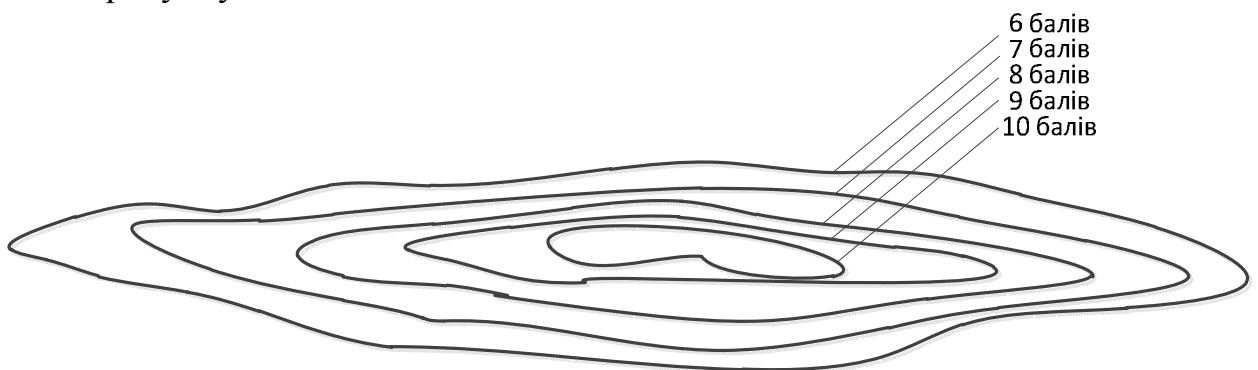


Рисунок 6.1 – Осередок ураження при землетрусі

Лінії, в точках яких інтенсивність землетрусу однакова, називаються ізосейстами.

Зазвичай кордон вогнища ураження становить ізосейстами $J^* = 6$ балів. Далі йдуть Ізосейсти $J^* = 7, 8, 9 \dots$ до J_0 , де J_0 - інтенсивність землетрусу в епіцентрі, балів.

Осередок ураження розраховується за допомогою співвідношення.

$$L_* = H \cdot \sqrt{10^{\frac{1}{3}(J_0 + \Delta + J_*)} - 1} \quad (6.1)$$

де L_* – відстань від епіцентру до ізосейсти J_* по заданому напрямку, км, а величини Δ – поправка, яка враховує особливості місцевих геологічних умов;

J_0 – інтенсивність землетрусу у епіцентрі, балів;

H – глибина осередку, км.

Співвідношення справедливо при $L > H$.

Також можна використовувати наступне рівняння:

$$L_* = H \cdot \sqrt{10^{0,571(J_0 - J_*)} - 1} \quad (6.2)$$

Осередок ураження виду (6.2) має кругову форму. Тут під величиною L_* мається на увазі радіус кола, площа якого рівновелика площі, обмеженою на місцевості ізосейстами J_* при реальному землетрусі.

Стан різних об'єктів в осередку ураження оцінюється в загальному випадку наступними п'ятьма ступенями ураження: перша ступінь - ушкодження; друга, третя, четверта, п'ята – слабке, середнє, сильне і повне руйнування.

Слід зазначити, що в технічній літературі зустрічаються дещо інші оцінки: слабке, помірне, важке, руйнівний пошкодження, повне руйнування. Вони приблизно відповідають зазначеним п'яти ступенів ураження.

Ступеня ураження будівель, споруд розрізняються за обсягом руйнувань. Для оцінки ступеня ураження необхідно знати критерії поразки об'єктів і їх сейсмостійкість. Під сейсмостійкістю розуміється здатність будівель сприймати, зберігаючи свої експлуатаційні якості, інерційні навантаження, створювані землетрусом.

Згідно з міжнародною шкалою MMSK-86 будівлі та споруди поділяються на дві групи: традиційної побудови і антисейсмічного конструкції.

У свою чергу будівлі традиційної побудови поділяються на три підгрупи: підгрупа А (будівлі типів А1 А2). підгрупа Б (будівлі типів Б1 Б2). підгрупа В (будівлі типів В1, В2). Детальний опис будівель цих типів наводиться в літературі.

На підставі даних цієї роботи сейсмостійкість промислових і житлових будівель може бути оцінена наступним чином: дерев'яні будинки – 5 ... 6 балів: цегляні будівлі – 5,5 ... 6 балів: залізобетонні каркасні, великопанельні і армовані великоблочні будівлі – 6.5 балів: монолітні будинки – 7 балів.

У таблиці 5.1 розглядаються три ступені ураження: слабке, середнє і сильне руйнування. Очевидно, повне руйнування споруди відбувається при значенні інтенсивності землетрусу $J_{п.р} > J_{с.р}$, пошкодження при $J_{с} < J_{п} < J_{л.р}$, де $J_{п.р}$, $J_{с.р}$, $J_{л.р}$, – інтенсивності землетрусу, що відповідають повного,

сильного, легкому руйнувань. J_p, J_c – пошкоджень і сейсмостійкості будівлі відповідно. Перехід від одного ступеня ураження об'єкта до іншого відбувається при збільшенні (зменшенні) інтенсивності землетрусу на 1 бал, тобто приблизно $12 \text{ балів} \geq J_{p.p} J_{c.p} + 1 \text{ бал}, J_c < J_p < J_{l.p} - 1 \text{ бал}$.

Коротка характеристика ступенів ураження об'єктів.

Перша ступінь ураження будівель, споруд характеризується наявністю тонких тріщин в штукатурці, в сполученнях перекриттів зі стінами, між панелями, в обробленні печей і дверних коробок, в перегородках, карнизах і т.п.; можливо відколювання невеликих шматків штукатурки. Видимих пошкоджень несучих конструкцій відсутні. Для ліквідації наслідків достатній поточний ремонт.

Друга ступінь супроводжується значними ушкодженнями огорожувальних конструкцій - відколюванням великих шматків штукатурки, наскрізними тріщинами в перегородках, глибокими тріщинами в карнизах і фронтонах, випаданням цегли з труб; слабкими ушкодженнями несучих конструкцій - наявністю тріщин в несучих стінах, невеликими деформаціями і відколами бетону або розчину в вузлах каркаса і стиках панелей. Необхідний капітальний ремонт.

Третя ступінь характеризується руйнуванням огорожуючих конструкцій - обваленням значної частини перегородок, карнизів, фронтонів, димових труб; значними ушкодженнями несучих конструкцій - наскрізними тріщинами в несучих стінах, значними деформаціями каркасів, помітними зрушеннями панелей. Необхідний відновлювальний ремонт.

Четверта ступінь супроводжується сильними руйнуваннями конструкцій - проломами і висновками в несучих стінах, розривами стиків і вузлів каркаса, порушеннями зв'язків між частинами, обваленням панелей перекриттів, обваленням великих частин будівлі. Відновлення недоцільно.

П'ята ступінь визначається руйнуваннями, що приводять до утворення суцільного завалу.

6.2 Прогноз землетрусів. Заходи захисту. сейсмостійке будівництво

Відомо, що число землетрусів, що відбуваються в певний інтервал часу в даному районі, знижується зі збільшенням їх магнітуд:

$$\lg(N) = K_1 - K_2 \cdot M \quad (6.3)$$

де N – число землетрусів магнітудою M ; K_1 - коефіцієнт сейсмічної активності району; K_2 - тектонічна константа.

Підтвердженням цього співвідношення можуть служити дані табл. 7, в якій проводиться зіставлення числа землетрусів на нашій планеті в залежності від їх магнітуд.

Встановивши коефіцієнти K_1 і K_2 , можна оцінити можливість сильного землетрусу в конкретному регіоні за спостереженнями за слабкими землетрусами в певний період часу.

Співвідношення (6.3) справедливо при $M < M_{\max}$ для даного регіону.

Таблиця 6.1 – Число землетрусів протягом року і їх магнітуди

Магнітуда землетрусу, M	Число землетрусів на рік, N
8	1-2
7-8	15-20
6-7	100-150
5-6	750- 1000
4-5	5000 - 7000

Коефіцієнт сейсмічної активності K_1 враховує місцеві геологічні умови і визначається за результатами спостережень землетрусів в розглянутому районі. Для цього розміри району та інтервал часу повинні бути стандартизовані (наприклад. 100 км² і 10 років).

Тектонічна константа K_2 від часу не залежить. Є деяка розбіжність у думках: чи є вона універсальною константою або змінюється від регіону до регіону. У нашій країні дані по величині корелюються за результатами сейсмічних спостережень на декількох сейсмічних станціях, розташованих на території щодо великого регіону, порівняно однорідного в геологічному відношенні. Приклади таких регіонів - Крим, Кавказ, Прибайкалля, Камчатка та ін.

Слід зазначити, що в окремих районах слабкі землетруси можуть не спостерігатися. Це області або ділянки тектонічного омолодження. У силу значної міцності породи тут здатні накопичувати великі напруги. Такі сейсмогенні зони характеризуються дуже рідкісними, але сильними землетрусами. Приклади: райони Газлійських, Чілійського і Тамдибулакського землетрусів в Середній Азії.

На підставі співвідношення (6.3) розроблені методики по визначенню максимально можливої інтенсивності землетрусів в різних районах, на базі яких складено сейсмічні карти.

На території СНД райони можливих 9 – бальних землетрусів знаходяться в Середній Азії. Прибайкалля. Камчатці. Курильських островах: 8-бальних - на Кавказі, в Молдові, в Південній Сибіру. Російська рівнина і Урал - майже вся територія відноситься до 5-бальній зоні: Среднерусская височина - до 4-бальною.

Безсумнівно, що важливо спрогнозувати час виникнення, положення епіцентру і інтенсивність землетрусу. Якщо землетрус не можна запобігти, то необхідно, необхідно вчасно попередити населення, щоб люди покинули домівки і вийшли на відкрите місце (на видалення, рівне або більше висоті будівлі, і ще більше від ліній електропередачі), і тим самим знизити до мінімуму число можливих жертв.

Довгі роки в рішенні цього складного завдання помітних успіхів не було. Однак останнім часом розроблені методи, що дозволили спрогнозувати ряд землетрусів. Як приклад можна вказати прогноз Хайченського землетрусу в Китаї 4.02.1975 р Оповіщення про майбутній сильний землетрус було

зроблено за 9 годин до того, як воно почалося. Землетрус виявився дуже сильним - було зруйновано 50% будівель в районі з населенням понад мільйон чоловік. Однак завдяки своєчасно вжитим заходам число жертв було порівняно невеликим - загинуло – 300 осіб. Проте, було б неправильним вважати, що завдання пророкувань землетрусів повністю вирішена. Минуло всього півтора року після згаданого землетрусу і в Китаї вибухнуло катастрофічне за кількістю жертв Таншанський землетрус 1976 року, коли загинуло 243 тисяч чоловік.

На чому ґрунтується можливість передбачення землетрусів?

По-перше, слід зазначити спосіб, який полягає в екстраполяції на майбутнє даних спостережень за землетрусами в минулому. Спосіб лежить в основі довгострокового прогнозу. Узагальнюються відомості про землетруси за кілька десятків і сотень років. оцінюється сейсмічний ризик. Сейсмічний ризик - це небезпека ушкоджень споруд від землетрусів в даному регіоні. Він визначається як ймовірність реалізації не менше одного землетрусу, що завдає шкоди різним об'єктам. Місця можливих землетрусів оцінюються за сейсмічними картками.

Ефективним засобом короткострокового прогнозу є комплексна оцінка провісників землетрусу, до яких відносяться: попередні поштовхи – форштокі. зміни параметрів геофізичних полів. деформації земної поверхні в епіцентральної області, зміни складу підземних вод. зміни в поведінці тварин.

Не зупиняючись детально на всіх провісників, слід зазначити, що перед початком землетрусу підземні породи знаходяться в сильно напруженому стані. Виникнення значних механічних напружень помітно втрачає нормальний стан порід, вони стають аномальними, тобто незвичайними. Спостерігаються аномалії різного роду - електричні, магнітні, пружні і т.д. Аномальні відхилення геофізичних полів виявляють за допомогою відповідних приладів, встановлених на сейсмічних станціях. Високоєфективними виявляються спостереження за геофізичними аномаліями за допомогою приладів, встановлених на штучних супутниках Землі.

Наростання механічної напруги призводить також до збільшення концентрацій в підземних водах радону, гелію, неону, аргону, криптону. Зростають їх концентрації і в газових потоках, які тиск в надрах Землі «вичавлює» до земної поверхні. Проводячи хімічний аналіз води або газу в існуючих і пробурених свердловинах, можна виявити назріваюче землетрус.

До незвичайної поведінки тварин перед землетрусом слід віднести занепокоєння риб в акваріумах, дрібних домашніх тварин, птахів, плазунів в горах. Так успішне передбачення Хайченського землетрусу в 1975 році в чималому ступені ґрунтувалося на повідомленнях про незвичну поведінку домашніх тварин.

Важливим засобом забезпечення безпеки населення в сейсмонебезпечних районах є сейсмостійке будівництво. Воно ведеться згідно СНІП 11-7-81. Небезпечними для будівель вважаються землетруси, інтенсивність яких досягає 7 балів і більше. У районах, де прогнозована

величина J не перевищує 6 балів, проведення антисейсмічних заходів зазвичай не передбачається. Будівництво в районах, де прогнозована величина інтенсивності землетрусу $J > 9$ балів, вельми не економічно. Тому в нормах вказівки обмежені районами 7 - 9 бальною сейсмічністю.

Для більшості будівель і споруд інтенсивність впливу землетрусів - розрахункова сейсмічність приймається рівній сейсмічності будівельного майданчика. Для особливо відповідальних споруд розрахункова сейсмічність підвищується в порівнянні з сейсмічністю будівельного майданчика (як правило, на 1 бал, що відповідає збільшенню сейсмічного навантаження вдвічі), а для тимчасових споруд (наприклад, невеликих складів), руйнування яких не пов'язано з людськими жертвами, знижується.

Ступінь впливу сейсмічних хвиль на будівлі і споруди залежить від геологічних умов. Найбільш сприятливими в сейсмічному відношенні вважаються скельні ґрунти. Сильно вивітрені або порушені геологічними процесами породи, що просідають ґрунти, райони осипів, плавунів, гірничих виробок не сприятливі, а іноді і не придатні для будівництва. У тих випадках, коли будівництво все ж здійснюється, вдаються до посилення підстав, що значно здорожує будівельні роботи.

Сейсмостійкість будівель, споруд забезпечується як вибором сприятливої в сейсмічному відношенні будівельного майданчика, так і розробкою конструктивних заходів, що створюють можливість розвитку в відповідальних елементах і вузлах пластичних деформацій значно збільшують опірність будинків, споруд дії сейсмічних сил. Велике значення має також висока якість будівельних матеріалів і робіт.

З огляду на наближений характер методів розрахункової оцінки сейсмостійкості споруд, вводяться обмеження горизонтальних розмірів будівель і їх висоти, що обумовлено необхідністю виключення збігу значень періодів власних коливань будівлі і коливань ґрунтової основи при проходженні сейсмічних хвиль. Для цегляних стін визначені мінімальні розміри перетинів простінків і відстані між стінами. Потрібно обов'язкове введення поверхових залізобетонних поясів і т.д. Висота будівель з цегляними стінами, що зводяться в районах з 7-бальною сейсмічністю, не повинна перевищувати 4-х поверхів, а в 9-бальною - 2-х поверхів. Більш повні відомості про сейсмостійкому будівництві наведені в СНІП 11-7-81.

6.3. Побудова параметричного і координатного законів ураження

Параметричним законом ураження називається залежність ймовірності ураження об'єкта від заданих значень характеристик вражаючого фактору (в даному випадку - інтенсивності землетрусу).

Алгоритм побудови параметричного закону ураження:

- визначити значення вражаючого фактору, що характеризують нижню межу значень безумовного поразки і верхню межу значень безпеки об'єкта;

- задатися кількістю розглянутих точок в певному вище інтервалі значень вражаючого фактору і відповідними значеннями фактору в кожній з цих точок;
- обчислити для кожного заданого значення фактору відповідні константи нормального закону розподілу за формулами:

$$\begin{aligned} M &= \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2}, \\ \sigma &= \frac{I_{\max} - I_{\min}}{6}, \\ z &= \frac{I - M}{\sigma}, \end{aligned} \quad (6.4)$$

- знайти ймовірності поразки об'єкта, що відповідають кожному значенню вражаючого фактору, по формулі:

$$\begin{aligned} P_{|X < x} &= 0,5 + \Phi(|z|) \text{ при } z > 0, \\ P_{|X < x} &= 0,5 - \Phi(|z|) \text{ при } z < 0, \\ \Phi(z) &= 0,5[1 - \exp(-0,37|z|^2 - 0,8|z|)]; \end{aligned} \quad (6.5)$$

- побудувати графік зміни ймовірності ураження об'єкта при різних значеннях фактору.

Задача. Визначити ймовірність ураження промислової будівлі при впливі землетрусу інтенсивністю $I = 7,5$ бала, якщо величина I_{\max} , що визначає нижню межу значень безумовного поразки даної будівлі, становить 9 балів, безпечне значення $I_{\min} = 6$ балів.

Рішення: 1. За формулами (6.4) обчислюємо значення параметрів нормального закону розподілу:

$$\begin{aligned} M &= \frac{9+6}{2} = 7,5 \text{ балів}, \\ \sigma &= \frac{9-6}{6} = 0,5 \text{ балів}, \\ z &= \frac{7,5 - 7,5}{0,5} = 0. \end{aligned}$$

2. По відношенню

$$\Phi(z) = 0,5[1 - \exp(-0,37|z|^2 - 0,8|z|)]$$

обчислюємо значення функції $\Phi(|z|)$:

$$\Phi(|z|) = 0,5[1 - \exp(-0,37|0|^2 - 0,8|0|)] = 0$$

Ймовірність поразки будівлі знаходимо по співвідношення

$$\begin{aligned} P_{|X < x} &= 0,5 + \Phi(|z|) \text{ при } z > 0, \\ P_{|X < x} &= 0,5 - \Phi(|z|) \text{ при } z < 0, \\ P &= 0,5 + 0 = 0,5 \end{aligned}$$

Приклад. За умов попереднього прикладу побудувати параметричний закон ураження.

Рішення: 1. В межах діапазону значень інтенсивності землетрусу від

$I_{\min} = 6$ балів до $I_{\max} = 9$ балів задамося кількома значеннями I з кроком, наприклад, 0,5 бали. Для кожного значення I знаходимо ймовірність ураження будівлі (за аналогією з попереднім прикладом). Результати розрахунків зведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Характеристики параметричного закону ураження

Інтенсивність, балів	Нормоване відхилення, z	Ймовірність ураження
6.0	-3	0.002
6.5	-2	0.033
7.0	-1	0.155
7.5	0	0.500
8.0	1	0.845
8.5	2	0.977
9.0	3	0.998

2. Будуємо графік параметричного закону ураження (рис. 6.2).

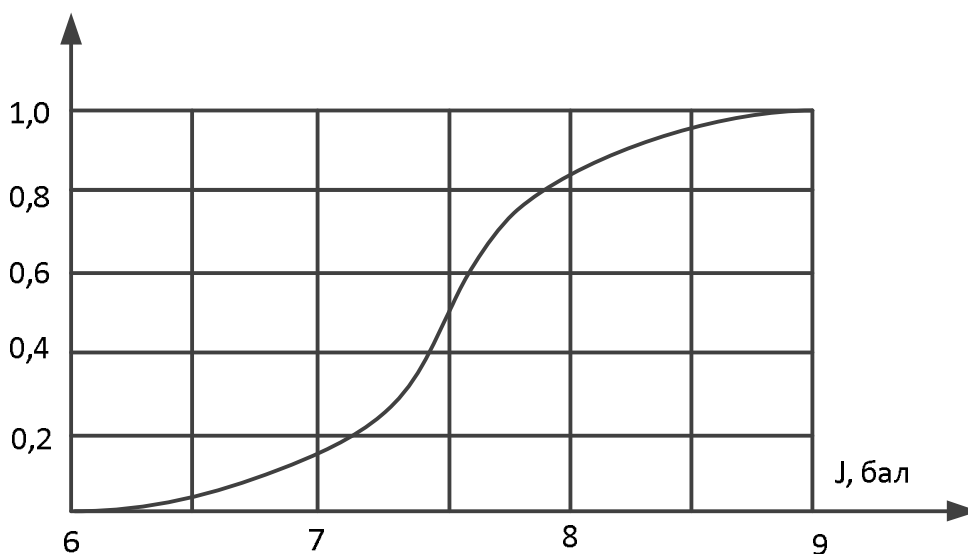


Рисунок 6.2 – Параметричний закон поразки

Координатним законом ураження називається залежність ймовірності ураження об'єкта від координат джерела впливу і об'єкта поразки. Випадковою величиною, як правило, є відстань між ними.

У більшості випадків зі збільшенням відстані ймовірність ураження об'єкта зменшується. Таким чином, на відміну від параметричного закону ураження максимального значення аргументу (максимальному відстані) буде

відповідати межа безпеки, а мінімального - межа безумовного поразки.

Алгоритм побудови координатного закону ураження практично відповідає алгоритму побудови параметричного закону, за винятком формули обчислення ймовірності ураження, яка в даному випадку приймає вид.

$$\begin{aligned} P|_{R < r} &= 0,5 + \Phi(|z|) \text{ при } z > 0, \\ P|_{R < r} &= 0,5 - \Phi(|z|) \text{ при } z < 0, \\ \Phi(z) &= 0,5[1 - \exp(-0,37|z|^2 - 0,8|z|)] \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$M = \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2}, \sigma = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{6}, z = \frac{r - M[R]}{\sigma},$$

де R – випадкова величина відстані між джерелом впливу і об'єктом ураження (при землетрусі під величиною R мається на увазі відстань L); r – задане значення відстані.

Задача. Побудувати координатний закон ураження цегляних багатоповерхових будівель при землетрусі, якщо безпечну відстань для даного типу будівель становить 120 км, а на відстані 30 км (і менших відстанях) можна говорити про повне руйнування будинків.

Рішення: 1. За формулами (6.6) обчислюємо значення констант нормального закону розподілу M і σ :

$$\begin{aligned} M &= \frac{120 + 30}{2}, = 75 \text{ км}, \\ \sigma &= \frac{120 - 30}{6} = 15 \text{ км}. \end{aligned}$$

2. В межах діапазону значень відстаней від 30 км до 120 км задамося кількома значеннями r , наприклад, з кроком 10 км. Для кожного r знаходимо значення параметра z і величину P . Результати розрахунків зведені в табл. 6.3

Таблиця 6.3 – Характеристики координатного закону поразки

Відстань, км	Нормоване відхилення z	Ймовірність ураження
30	-3.00	0.998
40	-2.33	0.990
50	-1.67	0.953
60	-1.00	0.845
70	-0.33	0.633
80	0.33	0.368
90	1.00	0.155
100	1.67	0.047
110	2.33	0.010
120	3.00	0.002

3. Будемо графік координатного закону ураження (рис. 6.3).

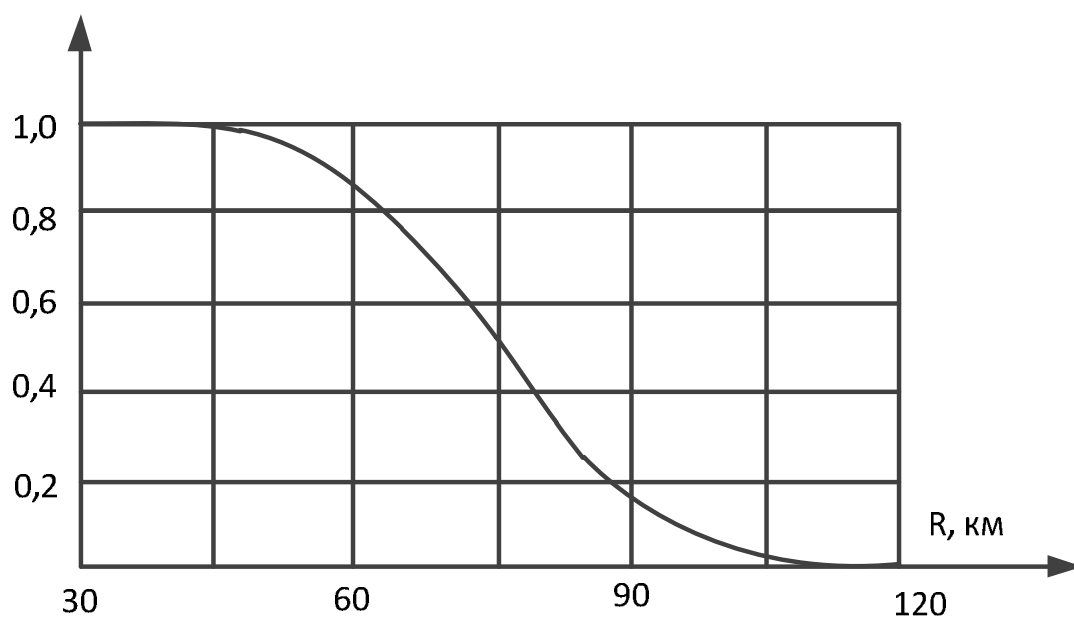


Рисунок 6.3 – Координатний закон ураження

Практичне заняття 7

ОЦІНКА РІВНІВ ЗАТОПЛЕННЯ ПРИ ПОВЕНЯХ ТА ПАВОДКАХ

Мета – оволодіти навичками оцінки рівнів затоплення при повенях та паводках.

Зміст заняття

- 7.1. Класифікація повеней**
- 7.2. Оцінка рівня підняття води при повені**
- 7.3. Оцінка небезпеки паводку**

7.1. Класифікація повеней

Вода грає величезне значення для життя на Землі. Її не можна нічим замінити. Вона потрібна всім і завжди. Але вода може бути і причиною великих бід. З них особливе місце займають повені. За даними ООН за останні 10 років у всьому світі від повеней постраждало 150 млн. Чоловік. Статистика свідчить: за площею поширення, сумарному середньому річному збитку і повторюваності в масштабах нашої країни повені займають перше місце в ряду інших стихійних лих. Що ж стосується людських жертв і питомої матеріальних збитків, тобто збитків, що припадає на одиницю ураженої площі, то в цьому відношенні повені займають друге місце після землетрусів [331].

Повінь - це значне затоплення місцевості, викликане підйомом рівня води в річці, озері, прибережному районі моря. З причин, що викликають підйом рівня води, розрізняють наступні види повеней: повінь, паводок, підпірні, повінь прориву, наганняння, при дії підводного джерела великої енергії.

Повінь і паводок пов'язані з проходженням великого для конкретної річки витрати води

Повінню називають щорічно повторюване в один і той же сезон відносно тривалий істотне збільшення водоносності річки. Причина повені - зростаючий приплив води в річкове русло, викликаний весняним таненням снігу на рівнинах, таненням снігу і льодовиків в горах влітку, тривалими мусонними дощами. Рівень води на малих і середніх рівнинних річках під час весняної повені піднімається на 2 – 5 метрів, на великих, наприклад на сибірських - на 10 – 20 метрів. При цьому річки можуть розливатися в ширину до 10 – 30 км і більше. Найбільший з відомих підйомів рівня води до 60 метрів спостерігався в 1876 р в Китаї на річці Янцзи в районі Ігана [341]. На малих рівнинних річках весняна повінь триває 15 – 20 днів, на великих - до 2 – 3 місяців.

Паводок - це порівняно короточасний (1 – 2 діб) підйом води в річці, викликаний якими зливовими дощами або бурхливим таненням снігового

покриву. Паводки можуть повторюватися по кілька разів на рік. Іноді вони проходять один за іншим, хвилями, в залежності від кількості сильних зливових дощів.

Підпірних повінь виникає в результаті збільшення опору стоку води при заторах і зажорами льоду на початку або наприкінці зими, при заторах на лесосплавних річках при частковому або повному перекритті русла внаслідок обвалів при землетрусах, зсувах.

Нагінні повені створюються вітровими нагонами води в затоках і бухтах на морському узбережжі і берегах великих озер. Можуть виникати в гирлах великих річок внаслідок підпору стоку наганяння вітрової хвилею.

Повінь прориву відноситься до числа найбільш небезпечних. Воно виникає при руйнуванні або пошкодженні гідротехнічних споруд (гребель, дамб) і освіту хвилі прориву. Руйнування або пошкодження споруди можливі через неякісне будівництва, в результаті неправильної експлуатації, при застосуванні вибухових видів зброї, а також під час землетрусу.

Повені, викликані дією потужних імпульсних джерел у водних басейнах, також представляють серйозну небезпеку. Природними джерелами є підводні землетруси і виверження вулканів, в результаті цих явищ в море утворюються хвилі цунамі; технічними джерелами - підводні ядерні вибухи, при яких формуються поверхневі гравітаційні хвилі. При виході на берег ці хвилі не тільки затоплюють місцевість, а й трансформуються в потужний гідропотік, що викидає на берег судна, руйнуючий будівлі, мости, дороги. Наприклад, під час навали і 1896 р цунамі на північно-східне узбережжя о. Хонсю (Японія) було змито понад 10 тис. будівель, загинуло близько 26 тис. Чоловік.

7.2. Оцінка рівня підняття води при повені

Однією з основних характеристик течії річок є витрата обсяг води, що проходить через поперечний переріз русла в одиницю часу. Зміна витрати в часі в період водопілля (гідрограф) представлено на рисунку 7.1 (Q_0 – побутової витрата, Q_m – максимальна витрата)

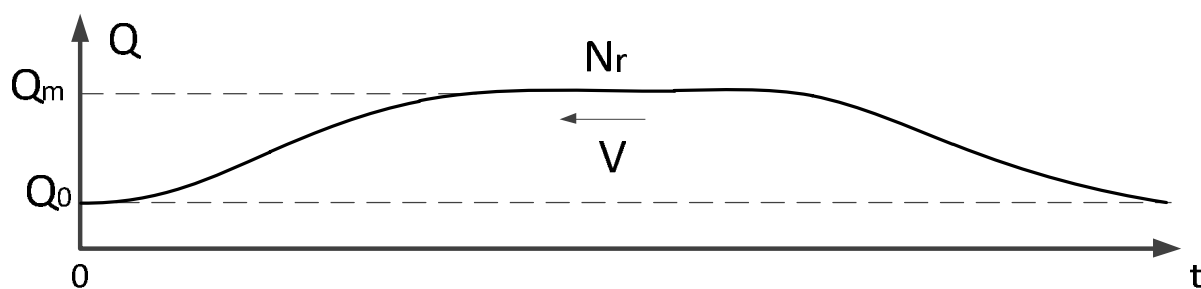


Рисунок 7.1 – Гідрограф повені

При повені має місце плавне, відносно повільне зміна параметрів потоку (квазістаціонарне). На рисунку 7.1 величина N_r – це швидкість

поширення витрати Q_m по руслу річки, величина V – швидкість течії води при проходженні витрати Q_m ; при $N_r \approx V$.

Для визначення параметрів водного потоку в річкових руслах використовуються рівняння Сен-Венана:

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{dt} + \frac{d}{dx} \left(\frac{Q^2}{S} \right) + gS \frac{dh}{dx} &= -B\lambda \frac{Q|Q|}{S^2} \\ B \frac{dh}{dt} + \frac{dQ}{dx} &= q(x, t) \end{aligned} \quad (7.1)$$

де $Q = V S$ – витрата води;

V – середня швидкість потоку в розглянутому поперечному перерізі;

S – площа цього перерізу;

B – ширина вільної поверхні водного потоку;

λ – коефіцієнт опору русла;

$q(x, t)$ – бічний стік і приплив води (танення снігу, ґрунтові води, притоки).

Для пояснення позначень на рисунку 7.2 приведена схема русла річки. На малюнку вісь x розташована горизонтально уздовж русла і в напрямку течії річки.

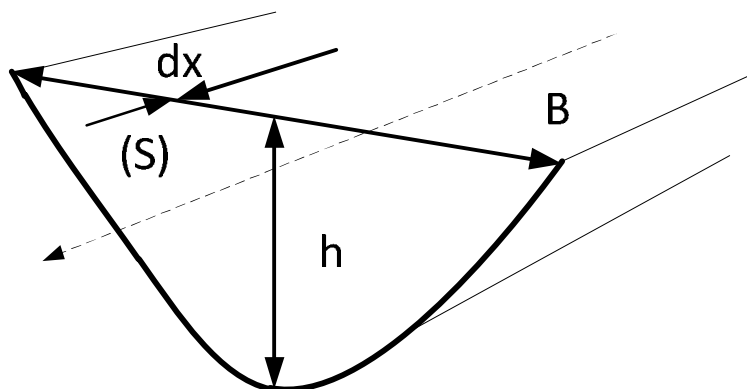


Рисунок 7.2 – Схема русла річки

Проаналізуємо спочатку перше рівняння системи (7.1). Це рівняння руху. Перші два члена в рівнянні висловлюють інерцію елементарного об'єму рідини, третій член – різниця тисків на підставах цього обсягу (сила горизонтального градієнта тиску або, складова сили тяжіння по осі руху потоку, проінтегрована по площі S). У правій частині рівняння стоїть вираз для інтегральної сили опору.

Друге рівняння системи – рівняння нерозривності. Тут перший член – швидкість зміни площі перерізу, другий – горизонтальна нерівномірність потоку. Член в правій частині рівняння визначено вище.

Для отримання уявлення про параметри руху потоку при повені розглянемо випадок $q(x, t) = 0$. Він може спостерігатися, коли додаткове надходження води за рахунок танення снігу практично припиняється, а також при відсутності бічних річкових притоків.

Як зазначалося, при повені має місце щодо повільної зміни параметрів

поток (квазістаціонарне).

Отже, похідними за часом в рівняннях (7.1) можна знехтувати.

При

$$B \frac{dh}{dt} = 0, \quad q(x, t) = 0$$

рівняння нерозривності приводиться до вигляду

$$\frac{dQ}{dt} = 0 \quad (7.2)$$

Його рішення має вигляд $Q = \text{const}$.

Встановлено також, що при квазістаціонарному перебігу рідини другий член в рівнянні руху відіграє меншу роль, ніж третій. З урахуванням даної обставини рівняння руху може бути спрощено додатково:

$$qS \frac{dh}{dt} = -B\lambda \frac{Q|Q|}{S^2} \quad (7.3)$$

Проаналізуємо це рівняння. Так як

$$\frac{Q}{S} = V, \quad \frac{dh}{dx} = -i$$

де i - ухил, і приймаючи для широких русел $S \approx hb$, можна отримати

$$gi = \lambda \frac{v^2}{h}$$

У гідравліки коефіцієнт опору русла $\lambda = gC^{-2}$,
де C – коефіцієнт Шезі; в свою чергу $C = n^{-1} h^{1/6}$,

n – коефіцієнт шорсткості русла. Підставляючи дані співвідношення в рівняння, знаходимо

$$V = \frac{1}{n} h^{2/3} i^{1/2}.$$

Цей вираз - аналог формули Шезі:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

де $R = \frac{S}{\psi}$ – гідравлічеський радіус;

ψ – змочений периметр.

Для прямокутного русла шириною b при глибині потоку h величини S , V , R мають значення $S = hb$, $\psi = b + 2h$, $R = bh/(b + 2h)$.

Отже, для широкого прямокутного русла при $b \gg h$ величина $R \approx h$. Наближено співвідношення $R \approx h$ приймають і для інших широких русел, коли $b > h$. З урахуванням зроблених пояснень витрата при повінні може бути

представлений у вигляді

$$Q = V \cdot S = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot S \approx \frac{1}{n} \cdot h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot S.$$

Середні ухили дна:

$i = (5 \times 10^{-5}, 5 \times 10^{-4})$ – для рівнинних річок;

$i = (5 \times 10^{-4}, 5 \times 10^{-3})$ – для передгірських рік;

$i > 5 \times 10^{-3}$ – для гірських річок.

Значення коефіцієнта шорсткості наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Значення коефіцієнта шорсткості для природних русел

№	Характеристика русла	n
1	Русла в досить сприятливих умовах (чисті, прямі)	0.025
2	Русла великих і середніх річок рівнинного типу в сприятливих умовах стану ложа	0.033
3	Порівняно чисті русла рівнинних водотоків в звичайних умовах (звивисті з деякими неправильностями в напрямках струменів або ж прямі, але з неправильностями в рельєфі дна)	0.040
4	Русла великих і середніх річок. значно засмічені, звивисті і частково зарослі, кам'янисті, з неспокійним плином	0.050
5	Порожисті ділянки рівнинних річок. Значно зарослі, нерівні, погано розроблені заплави (промоїни, чагарники, дерева) з наявністю заплав.	0.067
6	Річки болотного типу (зарості, купини, у багатьох місцях майже стояча вода)	0.133

Прийнято природні русла апроксимувати залежністю виду

$$S = A \cdot h^m,$$

де S – площа поперечного перерізу русла;

h – висота від дна русла;

A, m – параметри параболи. Такі русла називаються узагальненими параболічними.

Ширина русла знаходиться по відношенню

$$b = m \cdot A \cdot h^{m-1}$$

Параметри A, m мають значення

$$A = S/h^m$$

$$m = bh/S$$

Параметри A, m для реальних русел визначають наступним чином. За даними топографічних карт в заданому створі будують поперечний переріз

русла до заданої висоти h . За результатами побудови знаходять значення S . Використовуючи співвідношення, обчислюють величини A і m . Рекомендується параметри A і m знаходити як середні значення за результатами аналогічних побудов в декількох створах.

В окремих випадках прямокутного, трикутного і трапеціюдального русла значення A і m можуть бути представлені у вигляді:

– для всіх перерахованих русел;

– для прямокутного русла;

– для трикутного русла;

– для трапеціюдального русла.

У цих співвідношеннях S_0 – площа поперечного перерізу побутового потоку; величини b_0 , b_* , h_0 , пов'язані з параметрами русла і побутового потоку, показані на рис. 7.3.

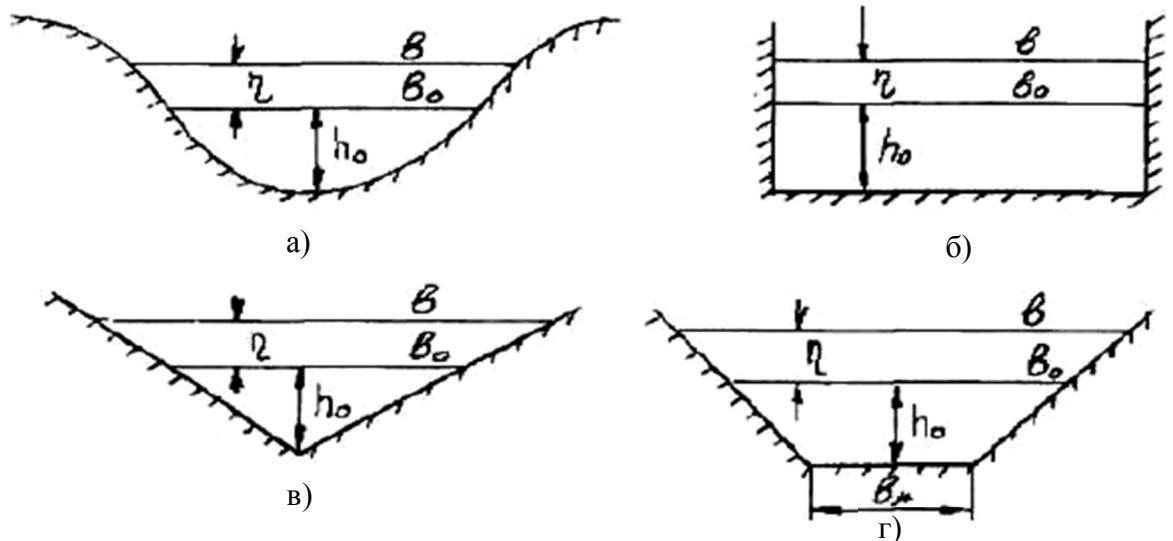


Рисунок 7.3 – Форми русел:

а – параболічне, б – прямокутне, в – трикутне, г – трапецієподібне
 Швидкість побутового потоку становить

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{n} h_0^{2/3} i^{1/2}$$

Тоді швидкість потоку при повені можна представити у вигляді

$$V_0 = \frac{1}{n} p^{2/3} i^{1/2} = V_0 \left(\frac{h_0 + \eta}{h_0} \right)^{2/3}$$

Максимальні витрати при повені

$$\begin{aligned} Q_m &= S \cdot V = A \cdot (h_0 + \eta)^m \cdot V_0 \left(\frac{h_0 + \eta}{h_0} \right)^{\frac{2}{3}} = A \cdot h_0^m V_0 \left(\frac{h_0 + \eta}{h_0} \right)^{m+\frac{2}{3}} = \\ &= Q_0 \left(\frac{h_0 + \eta}{h_0} \right)^{m+\frac{2}{3}} \end{aligned}$$

Максимальний підйом рівня води

$$\eta = h_0 \left[\left(\frac{Q_m}{Q_0} \right)^{\frac{3}{3m+2}} - 1 \right].$$

Величина Q_m , що визначає значення η , залежить від ряду факторів:

запасів сніжної маси в басейні річки, температури повітря, випадання опадів, що прискорюють схід сніжного покриву. Облік цих факторів (разом з даними багаторічних спостережень) безпосередньо впливає на достовірність прогнозу про масштаби затоплення при повені.

Розміри зони затоплення визначаються за відмітками на топографічній карті, відповідним висоті підйому рівня води η .

Для попередніх оцінок можуть бути використані дані таблиць 7.2 і 7.3.

Таблиця 7.2 – Максимальні витрати води в періоди повені

Площа водозбору, км ²	500	1000	10000
Витрата Q_m м ³ /с	100... 400	400...1500	1500...4500

Таблиця 7.3 – Можливі розміри зон затоплення в залежності від рівня підйому води

Висота підйому води, м	1.5...2	2...4	4...6	6..14
Зона затоплення, км ²	10	10...100	100...1000	1000

7.3. Оцінка небезпеки паводку

Небезпека паводкової повені полягає в тому, що вона може бути несподіваною, наприклад, при проходженні зливових дощів у нічний час. При паводку має місце порівняно короткочасний підйом води, що викликається зливовими дощами або бурхливим таненням снігу. На рисунку 7.4 наведено гідрограф витрати зливого паводку. Він складається з висхідної ділянки, що починається в точці А, гребня γ і потім спадної ділянки, що закінчується в точці С; точку А називають фронтом паводкової хвилі.

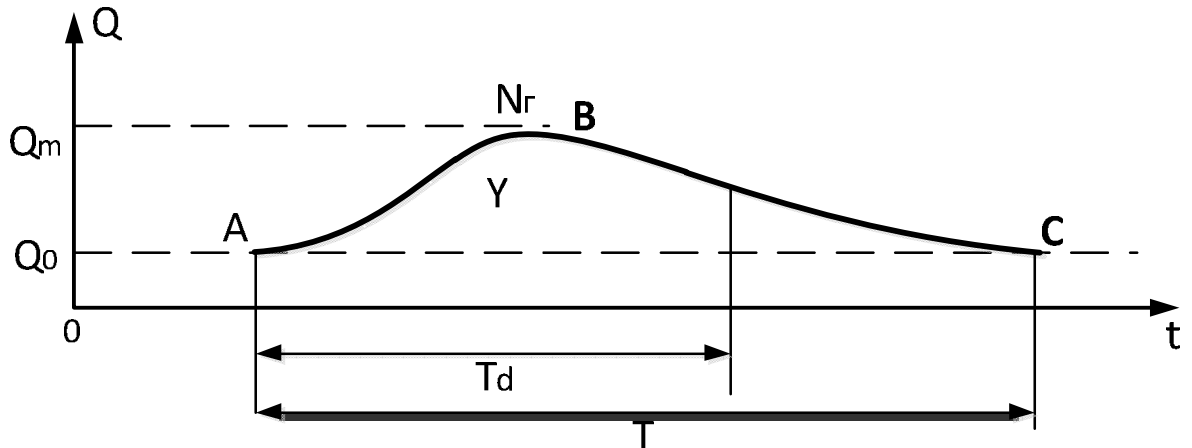


Рисунок 7.4 – Гідрограф зливого паводку

На цьому рисунку T_d – тривалість випадання опадів, T – тривалість паводку, Q_m – максимальна витрата, Q_0 – побутова витрата.

Паводок відноситься до нестационарної течії. При визначенні параметрів водного потоку при паводку користуються системою рівнянь Сен-Венана (без спрощень і припущень, прийнятих для опису течії рідини при повінні). Рішення системи виконується чисельно за допомогою ЕОМ.

Паводок – це хвильовий рух. Швидкість фронту паводку обчислюється за формулою

$$N_{\phi} = V_0 + \alpha \sqrt{q h_0}$$

де V_0 , h_0 – швидкість і глибина основного потоку відповідно;

α – коефіцієнт, що залежить від форми русла (для реальних русел наближено приймають $\alpha \approx 0,8$).

Швидкість гребня паводку

$$N_r = \frac{2}{3} V = \frac{2}{3} V_0 \left(\frac{h_0 + \eta}{h_0} \right)^{2/3}$$

де η – підйом рівня води при проходженні паводку.

Максимальна витрата знаходять за співвідношенням

$$Q_m = \frac{k \cdot J \cdot F}{3,6} + Q_0$$

де Q_m – максимальна витрата, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_0 – витрата до випадання опадів, $\text{м}^3/\text{с}$;

J – інтенсивність опадів, $\text{мм}/\text{годину}$;

F – площа району випадання опадів у басейні річки, км^2 ;

k – коефіцієнт, що враховує частку стоку опадів в річку (зазвичай $0 < k < 1$; в наближених розрахунках для оцінки максимально можливого паводка допускається приймати $k \approx 1$).

Висота паводку на відстані X від спостережуваного створу оцінюється по співвідношенню

$$\eta = \frac{C_1}{\sqrt{C_2 + X}}$$

де C_1 , C_2 - константи, які визначаються за спостереженнями висоти паводку в двох створах.

Задача. Визначити максимальну висоту паводкової хвилі при випаданні зливових опадів інтенсивністю 40 мм / годину на площі 162 км^2 в басейні річки. Русло річки трапецієподібне, ширина русла по дну 100 м, по урізу води 200 м, глибина річки 4 м, швидкість побутової течії 1 м / с.

Рішення: 1. Знаходимо побутову витрату води в річці:

$$Q_0 = S_0 \cdot V_0 = \frac{1}{2} (200 + 100) \cdot 4 \cdot 1 = 600 \text{ м}^3/\text{с}$$

2. Обчислюємо максимальну витрату при проходженні паводку:

$$Q_m = \frac{k \cdot J \cdot F}{3,6} + Q_0 = \frac{1 \cdot 40 \cdot 162}{3,6} + 600 = 2400 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. Визначаємо параметр m русла річки:

$$m = \frac{b_0 h_0}{S_0} = \frac{200 \cdot 4}{\frac{1}{2} \cdot (200 + 100) \cdot 4} = \frac{3}{4}$$

4. Обчислюємо максимальний підйом рівня води при паводку:

$$\eta = h_0 \left[\left(\frac{Q_m}{Q_0} \right)^{\frac{3}{3m+2}} - 1 \right] = 4 \left[\left(\frac{2400}{600} \right)^{\frac{3}{\frac{3}{4}+2}} - 1 \right] = 4 \text{ м.}$$

Практичне заняття 8

ЗСУВНІ ПРОЦЕСИ

Мета – оволодіти навичками оцінки проявів зсувних процесів.

Зміст заняття

8.1 Види схилів

8.2 Порушення стійкості схилу

8.3 Основні параметри зсувів

8.1 Види схилів

Одним із факторів, що визначають стійкості схилу і характер можливих зсувів, є його будова. Схили можуть бути утворені більш-менш однорідними масами (рис.8.1) або шаруватими нашаруваннями, різноманітними по складу і властивостям із ясно вираженими поверхнями контакту шарів. Шаруваті схили можуть бути горизонтально-шаруватими, із горизонтальним простяганням нашарувань, здатними до падіння шарів убік схилу і нездатними до падіння слоїв убік, протилежний схилу.

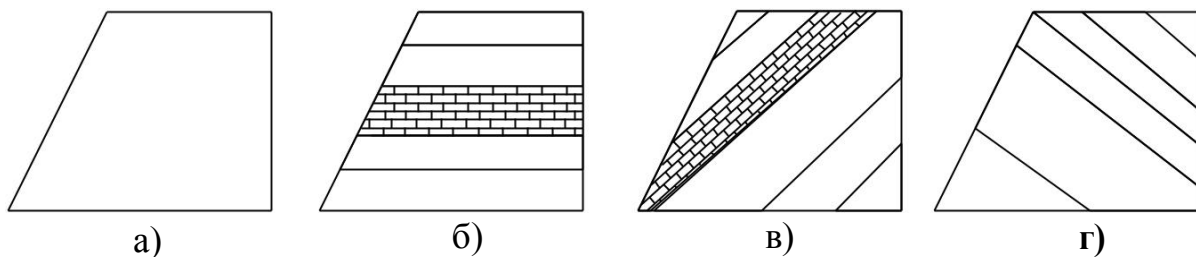


Рисунок 8.1 – Види схилів:

а – однорідний; б – горизонтально-шаруватий; в – падіння шарів згідно до схилу; г - падіння шарів незгідно схилу

Гірські маси, що зміщуються при зсуванні, називають тілом зсуву. Поверхня, по якій відбувається зсув, називається поверхнею ковзання або поверхнею зсуву.

За аналогією з поняттям про ложу льодовика, М.Е.Кнорре рекомендує називати цю поверхню ложем зсуву. При цьому, розглядаючи розташування зсуву в цілому по його руху зверху униз (а не в розрізі), установлюються поняття правого і лівого бортів зсуву, а також його верхньої і нижньої межі. Частина поверхні ковзання розташована над тілом зсуву у виді уступу. Її добре видно після того, як відбувся деякий зсув. Цю видиму ділянку називають зсувним зривом або зсувним уступом. Верхня грань зсувного зриву називається бровкою зриву. Майданчик, що утворився в результаті зсуву частини схилу, називається зсувною ступінню. Деякі автори називають цей майданчик зсувною терасою, що не зовсім правильно, тому що зсувною терасою варто називати акумулятивну терасу, що утвориться в підшві схилу

в результаті накопичення продуктів його руйнації й зсування. М.Е. Кнорре відзначає, що по зовнішньому вигляду така акумулятивна зсувна тераса важко відрізнити від річковий алювіальної.

Поглиблення в схилі, утворене після зсуву зсувного тіла, називають зсувним цирком або зсувною чашею.

А.П. Павлов вважає, що найважливішою характеристикою зсуву є конфігурація і розташування його поверхні зсування, тому він поділяє всі зсуви на *дві основні групи*: деляпсивні (що сповзають) і детрузивні (що штовхають).

Деляпсивні починаються в нижній частині схилу (наприклад, унаслідок підмиву його рікою, озером або морем, а також при штучній підрізці схилу), а потім поступово поширюються нагору по схилу, викликаючи послідовне зсковзання нових його частин. Характерною рисою цих зсувів є розташування підосви зсуву і поверхні зсування вище підосви схилу.

Детрузивні зсуви спочатку виникають у верхній частині схилу, наприклад, унаслідок збільшення тиску й утворення тріщини відколу. Масив, що відірвався і рухається униз штовхає перед собою породи, розташовані нижче по схилу. Для детрузивних зсувів характерні дві особливості:

підосва зсуву і нижньої частини поверхні зсування, як правило, проходить нижче підосви схилу;

перед підосвою зсуву утворюється вал випирання різноманітної висоти і ширини. Висота валу випирання доходить до 10 м і більш.

Зсув гірських мас у формі обвалу виникає, як правило, раптово і відбувається дуже швидко. Рух гірських мас у формі оповзу є повільним процесом. Зсувний схил може знаходитися в різноманітних стадіях руху. Спочатку схил знаходиться в стадії підготування до руху. Це стадія накопичення природних або штучних чинників, що викликають рух гірської маси. Далі наступають стадії руху, тимчасової стабілізації і загасання руху. Гірські маси, що зрушилися, набувають нового стійкого положення, поверхня зриву також буде стійка, і процес зсування закінчується стадією становлення загальної стійкості. В окремих випадках чинники, що викликають явище зсуву, можуть перестати діяти: змінюються умови ерозії й абразії, руху підземних вод і т.д.; при цьому припиняється і зсувний процес.

Якщо в сучасній геологічній обстановці поновлення зсувного процесу вже неможливо, то такі зсуви називають древніми. У тих випадках, коли зсувні маси перекриваються пізнішими відкладеннями, древні зсуви називають похованими. Якщо ж геологічна обстановка така, що перестала діяти, чинники зсування можуть виникнути знову і призвести зсув у рух, то зсуви, у відмінності від древніх називають давніми.

8.2 Порушення стійкості схилу

Порушення стійкості схилу може обумовлюватися різноманітними причинами, що викликають відому велику крутість схилу. Першопричиною порушення стійкості можуть бути:

- тектонічні процеси,
- сейсміка,
- діяльність поверхневих і підземних вод,
- інженерна діяльність людей.

Тектонічні процеси порушують структуру схилу. У скельних породах, що складають схил, утворюються тріщини. Розриви структурних зв'язків між окремостями породи обумовлюють необхідність стійкості кожного блока. У таких умовах при достатньо крутих схилах або розташуванні поверхонь нашарування відповідно до схилу окремі блоки можуть виявитися в хитливому положенні. Вони будуть зсковзувати униз по поверхні нашарування, створюючи зсув, або ж переміщатися по системі тріщин і тектонічних порушень, створюючи обвал.

Процеси корозії і дефляції перетворюють скельні породи, що складають схил, у нескельні, порушують структурні зв'язки вивітрюваної маси з материнською породою. При крутості схилу біля 10-12% маси, що вивітрювались зміщаються униз, створюючи осип, із наступним переходом в осуви і куруми (куруми – кам'яні потоки, які утворюються в гірських районах вище лінії снігів і в районах поширення багаторічної мерзлоти завдяки сезонному таненню верхнього шару ґрунту. Кам'яні розсипи і розвали в гірських улоговинах і балках набувають рухомого характеру, оскільки розміщені на зледенілому ложі і є водонасиченими. Ширина потоків досягає десятків і сотень метрів.).

Поверхневі води морів, озер і рік, що стикаються з підшовою схилу, підмивають його. У результаті підмиву в при підшовній частині утвориться западина, над якою повисає схил. При достатній глибині западини утвориться тріщина відколу, по якій гірська маса, що відірвалася, зміщається униз.

Діяльність підземних вод при порушенні стійкості схилів різноманітна. Протікаючи в надпідшовних прошарках, потік підземних вод може стати причиною розчинення і виносу часток порід припідшовного прошарку. У результаті цей прошарок стає більш пухким (набуває великої пористості) і стискується силою ваги прошарків, що лежать вище. Осадка порід, що лежать вище, викликає поява тріщин відколу. Так утворюються типові зсуви суфозіюційного походження.

Насичуючі глинисті породи припідшовного прошарку, підземні води додають йому властивості пластичності. Зміна консистенції глинистої породи викликає видавлювання пластичної маси, що утворилася, з-під прошарків, що лежать вище. Зменшення обсягу прошарку, що видавлюється, викликає осадку прошарків, що лежать вище, і утворення зсувів видавлювання.

Насичення підземними і поверхневими водами глинистих порід, що складають схил, так само переводить їх із твердого стану в пластичний. Гірські маси, що стали пластичними, зміщаються по схилу, створюючи зсуви опливання, що місцями переходять в опливини.

Інженерна діяльність людей також впливає на утворення зсувів. Розробка виїмок і кар'єрів створює штучні схили (укоси), стійкість яких обумовлена тими ж законами, що й стійкість природних схилів. Вироблені

при цьому роботи зі зміни природних гідрогеологічних умов (наприклад осушення) можуть викликати зміну умов рівноваги схилу. Укоси штучних насипів, дамб і інших споруд можуть виявитися хитливими. Підрізка природних укосів при проведенні доріг може відродити до життя похований зсув. В усіх цих випадках буде виявлятися процес зсування, цілком аналогічний природному.

У ряді випадків в основі утворення зсувів лежить комплексна дія декількох причин. При цьому порушення стійкості схилу протікає в більш складних умовах.

Зовнішні ознаки утворення зсуву:

- наявність на схилі тріщин, розташованих нормально до гаданого напрямку руху зсуву (тріщини, відриву), у сполученні з тріщинами, паралельними цьому напрямку або розташованими стосовно нього під гострим кутом (тріщини сколювання);
- запрокинутість голів прошарків у зворотню сторону;
- пагорблення поверхні схилів;
- зміна режиму підземних вод (джерел);
- деформації різноманітних споруд, поява тріщин на стінках будівель, перекося і скривлення дверних блоків, нахил огорожувальних стовпів біля доріг, руйнація водопровідних, каналізаційних систем;
- наявність хаотично нахиленого «п'яного лісу»;
- звукові явища.

Причини утворення зсуву:

- тектонічні процеси, сейсмічні явища;
- атмосферні явища (блискавка, буря, смерч);
- динамічні впливи (вибухи, рух залізничного, автомобільного великовантажного транспорту, гідродинамічні удари в трубопроводах великого діаметра);
- порушення цілісності порід на схилі глибокими траншеями, нагорними канавами);
- підмив підстави схилу річковими, озерними, морськими водами (абразія);
- різке підвищення (зниження) рівня ґрунтових вод;
- зміна співвідношення в розподілі сил ваги в породах схилу (створення штучних відвалів ґрунту на схилі, зведення будівель і споруд);
- скидання технічних вод, неорганізований відвід дощових і поталих вод.

8.3 Основні параметри зсувів

Зсуви (обвали) характеризуються за наступними параметрами:

- типом порід,
- вологістю цих порід,
- швидкістю руху зсуву на схилі,

- об'ємом порід,
- зміщенням при зсувах,
- максимальною довжиною зсуву на схилі.

Породи, які складають основу зсуву (обвалу), можуть бути різними за складом, від глинистих мас до скельних. Вони можуть бути: сухими, слабо вологими, вологими або дуже вологими. Швидкість руху зсуву на схилі може бути різною

Зсуви (обвали) класифікуються за механізмом зсувного процесу на зсувні, в'язко пластичні, гідродинамічного виносу, раптового розрідження, комбінованого механізму.

За потужністю зсувного процесу від кількості порід, які залучаються в процес, зсуви діляться на:

малі (до 10 тис. м³), середні (від 11 до 100 тис. м³), великі (від 101 до 1000 тис. м³), дуже великі (від 1001 тис. м³).

Таблиця 8.1 – Шкала швидкості руху зсуву

Гранична швидкість		Оцінка руху
3,0	м/с	Надзвичайно швидко
0,3	м/хв.	Дуже швидко
1,5	м/доб.	Швидко
1,5	м/міс.	Помірно
1,5	м/рік	Дуже повільно
0,06	м/рік	Надзвичайно повільно

Перелік основних факторів ураження джерел природних надзвичайних ситуацій, характер їх дії та проявлений наведені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Перелік факторів ураження джерел природних НС, характер їх дії і проявлення

Джерело природної НС	Найменування фактора ураження	Характеристика дії або проявлення фактора ураження
Небезпечні геологічні процеси		
Зсув, обвал	Динамічний Гравітаційний	Зміщення (рух) гірських порід. Струс земної поверхні. Динамічний, механічний тиск зміщених мас. Удар.
Провал Ґрунту	Гравітаційний	Деформація земної поверхні. Деформація ґрунтів.

Практичне заняття 9
ЗАХИСНІ ПРИСТРОЇ У СПОРУДАХ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ ТА СИСТЕМИ
ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета – ознайомитись з практичним улаштуванням захисних споруд цивільного захисту.

Зміст заняття

9.1. Вентиляція сховищ та захисні пристрої для вентиляції

9.2 Санітарно-технічні системи та обладнання

Проектування нового будівництва або реконструкція захисних споруд здійснюється за державними будівельними нормами В 2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної оборони», затверджені наказом Держкоммістобудування України від 08.07.97 N 106. Об'єкти або приміщення, що пристосовуються під захисні споруди, в усіх випадках мають відповідати вимогам цих норм.

9.1. Вентиляція сховищ та захисні пристрої для вентиляції

Система повітропостачання повинна забезпечувати осіб, що укриваються у сховищі, необхідною кількістю повітря відповідної температури, вологості і газового складу.

Система вентиляції сховищ, як правило, працює у двох режимах: чистої вентиляції (режим I) і фільтровентиляції (режим II).

При режимі чистої вентиляції подача у сховище очищеного від пилу зовнішнього повітря повинна забезпечувати необхідний обмін повітря і видалення з приміщень тепловиділень і вологи. При фільтровентиляції зовнішнє повітря, що подається у сховище, повинне очищатися від НХР, аерозолів і пилу.

У зонах можливого хімічного забруднення і забруднення продуктами горіння, а також на хімічно небезпечних об'єктах у сховищах необхідно передбачати регенерацію внутрішнього повітря (режим III) і створення його підпору.

Система вентиляції сховищ повинна забезпечувати надійну її роботу у режимі чистої вентиляції протягом 48 годин, у режимі фільтровентиляції - протягом 12 годин і у режимі повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря - протягом 6 годин.

Повітророзвідні труби з оцинкованої сталі не фарбують, але на них наносять відмітні риси (стрілки) відповідного кольору.

У зонах пожеж підпір повітря у сховищах підтримується за рахунок зовнішнього повітря, яке подається через фільтри ФГ-70 з наступним охолодженням у пристроях для охолодження повітря, а у зонах можливого хімічного забруднення - за рахунок стисненого повітря з балонів, що встановлюються у сховищі. При цьому у сховищах перекриваються усі ГК на припливних і витяжних системах (за винятком клапанів, що забезпечують

подачу повітря через фільтри ФГ - 70) і включаються установки регенерації повітря для поглинання вуглекислого газу (CO_2) і виділення кисню (O_2).



Рисунок 9.1 – Фільтр ФГ – 70

У сховищах, розміщених у гірничих виробках, які побудовані раніше, захист від окису вуглецю та інших отруйних газів забезпечується ізоляцією гірничих виробок від рудничної атмосфери шляхом вирівнювання напору природної тяги підпором у тамбурах. Цей підпір утворюється вентиляторами ВЕР-4 (шахтний електроручний вентилятор у вибухобезпечному виконанні) шляхом забору повітря із сховища.

Ізоляція від рудничної атмосфери шляхом підтримки підпору у приміщеннях входів є надійним способом захисту від інших отруйних речовин, нейтралізувати які звичайними фільтрами-поглиначами неможливо.

Вентилятори режиму I забезпечують рециркуляцію повітря у приміщеннях.

При фільтровентиляції (режим II) - з розрахунку 2 куб.м/год на одну особу, що укривається, 5 куб. м/год на одного працівника у приміщеннях пункту управління і 10 куб. м/год на одного працівника у фільтровентиляційній камері з електроручними вентиляторами.

Складовими системи вентиляції (повітропостачання) сховищ є:

- повітрозабірні пристрої;
- протипилові фільтри;
- фільтри-поглиначі;
- вентилятори;
- розвідна мережа;
- повітрорегулювальні і захисні пристрої;
- при необхідності засоби регенерації, теплоємні фільтри

(повітроохолоджувачі), фільтри для очищення повітря від окису вуглецю.

Для запобігання появі конденсату припливні повітроводи зовнішнього повітря утеплюють.

Повітрозабори для режиму чистої вентиляції, фільтровентиляції і вентиляції ДЕС повинні бути роздільними.

У місцях розміщення сховищ у міській забудові допускається поєднання у загальних шахтах з розподільними перегородками, що не допускають перетікання повітря з каналу у канал:

- повітрозаборів чистої вентиляції, фільтровентиляції, вентиляції ДЕС, при цьому пристрій сполучного повітроводу між повітрозаборами чистої вентиляції і фільтровентиляції передбачати не слід;
- витяжних каналів з окремих приміщень сховищ і випускної труби від дизеля при наявності зворотних клапанів.

Випускні отвори на повітропровідних трубах повинні мати засувки (шибери). Після наладки системи та забезпечення розрахункової подачі повітря у кожний відсік положення засувки на кожному випускному отворі повинні фіксуватися засічкою або рисою, нанесеною олійною фарбою.

Противибухові пристрої.

У сучасних сховищах установлюють противибухові пристрої пластинчастого типу – малогабаритну захисну секцію (далі - МЗС) і уніфіковану захисну секцію (далі - УЗС).

Це металеві ґрати (секції), до яких шарнірами кріплять жалюзійні металеві пластини. Під дією надмірного тиску ударної хвилі пластини щільно прилягають до ґрат, перешкоджаючи тим самим проникненню ударної хвилі. Після спаду надмірного тиску вони під дією пружини повертаються у попереднє положення.

У процесі експлуатації МЗС і УЗС необхідно не рідше одного разу на рік: перевіряти кут нахилу лопатей до площини; для забезпечення необхідної пропускної здатності він повинен дорівнювати 45 град., лопатями вниз (часто зустрічаються установлені навпаки).

Протипилові фільтри. Очищення забрудненого повітря спочатку відбувається у протипилових фільтрах, які монтуються на шляху руху повітря за лінією герметизації.

Осередок протипилового фільтру складається з каркаса, у який уставлені пакети з металевих сіток. Сітки просочені мастилом вісциновим, індустріальним N 12 чи веретенним N 2 або N 3.

Рекомендується також для заливання розчин гліцерину з водою.

Пил, що міститься у повітрі, проходячи через фільтр, прилипає до масляної плівки заповнювача фільтра. У сучасних сховищах кілька осередків масляного фільтра установлюють у металеву раму. Очищення фільтрів від пилу проводять шляхом їх промивання гарячим 10-відсотковим содовим розчином, а потім гарячою водою. Після висихання фільтр змочують вісциновим або індустріальним мастилом N 12. Для тонкого очищення повітря від пилу застосовують передфільтри ПФП-1000 (далі - ПФП). Індекс ПФП-1000 позначає: передфільтр пакетний, продуктивністю 1000 куб.м/год. У системі повітропостачання сховищ для очищення повітря застосовують фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 і ФВК-2 (далі - ФВК), що установлюються в окремому приміщенні сховища - фільтровентиляційній

камері. ФВК-1 використовують у сховищах, де передбачаються чиста вентиляція і фільтровентиляція. До складу комплексу входять два передфільтри ПФП-1000, три фільтри-поглиначі ФПУ-200, два електроручних вентилятори ЕРВ 600/300, а також герметичні клапани, дроселі.



Рисунок 9.2 – Передфільтр ПФП-1000



Рисунок 9.6 – регенеративна установка РУ-150/6

Часто у сховищах установлені фільтровентиляційні агрегати ФВА-49, їх застосовують і у даний час. До складу ФВА-49 входять фільтри-поглиначі ФП-100, ФП-100у або ФПУ-200, електроручний вентилятор ЕРВ-49, витратомір повітря.

Фільтри-поглиначі. Остаточного повітря очищається від пилу у фільтрах-поглиначих. Фільтри-поглиначі монтуються у колонки. Кожна колонка складається з одного - трьох фільтрів-поглиначів. Колонку необхідно комплектувати з ФП одного року виготовлення і з однієї партії. Основні характеристики ФП зазначені у маркуванні: марка, дата виготовлення, шифр

Тривалість служби ФП при нормальній експлуатації визначається середнім і максимальним термінами придатності. Відповідно до досвіду експлуатації і збереження для фільтрів-поглиначів ФП-100, ФП-100у і ФПУ-200 середній термін придатності - 8 років, максимальний - 20 років.

Для фільтрів-поглиначів ФП-300 середній і максимальний терміни придатності не установлені. Для усіх фільтрів-поглиначів термін придатності обчислюється від дати їх виготовлення.

Закінчення установленного заводом-виробником гарантійного терміну зберігання не є підставою для списання і заміни фільтра-поглинача.

Припливні і витяжні системи. Припливна система вентиляції сховища повинна забезпечувати подачу повітря в основні приміщення для осіб, що укриваються, пропорційно їх кількості, а також у допоміжні приміщення.

При фільтровентиляції і регенерації слід передбачати для сховищ з електровентиляторами рециркуляцію повітря в обсязі, що забезпечує для сховищ з електроручними вентиляторами збереження у системі кількості повітря, яке подається при чистій вентиляції і збереження у системі не менше ніж 70% кількості повітря, що подається при чистій вентиляції. Подача повітря у приміщення методом перетікання не допускається.

При розміщенні осіб, що укриваються, у двох і більше приміщеннях вентиляцію і забір повітря для рециркуляції необхідно передбачати з кожного приміщення, використовуючи для рециркуляції повітроводи витяжної системи.

Під час перебування людей у сховищі необхідно підтримувати підпір не менше ніж 50 Па. Вважається, що при такому підпорі пари отруйних речовин не можуть потрапити усередину приміщень. Надлишок повітря видаляється через витяжні пристрої, захищені клапанами надмірного тиску, герметичними клапанами, захисно-герметичними заглушками тощо.

Сховища великої місткості мають складну систему повітропостачання з розгалуженою мережею повітроводів, великою кількістю перемикаючих пристроїв, потужними агрегатами.

Дозування кисню проводиться за допомогою установлення на вихідних штуцерах редукторів дюз (каліброваних отворів), що дозволяють по тиску на вторинному манометрі регулювати кількість кисню, що подається. Тиск у балоні (на первинному манометрі) повинен бути не менше ніж у 2 рази більшим за тиск перед отвором.

У сховищах місткістю до 150 осіб варто застосовувати дюзу діаметром 1,1 мм, у сховищах місткістю більше ніж 150 осіб - діаметром 2,2 мм.

Регенеративна установка, на відміну від регенеративних патронів, не тільки поглинає з повітря вуглекислий газ, але і відновлює вміст кисню, тому при її застосуванні передбачати балони не потрібно.

Залежно від числа осіб, що укриваються і на які розрахований один балон кисню, визначається тиск, який необхідно установлювати на вторинному манометрі при дозуванні кисню з балона при нормі 25 літрів кисню за одну годину на одну особу.

9.2 Санітарно-технічні системи та обладнання

Водопостачання сховищ здійснюється від зовнішньої локальної водонапірної мережі або заводської (об'єктової) мережі з улаштуванням на вводі усередині сховища запірної арматури і зворотного клапана.

У сховищах необхідно передбачати запас питної води у ємкостях з розрахунку 3 л/д на одну особу, що укривається. Якість води на господарсько-питні потреби повинна задовольняти вимоги ГОСТ 2874-82 «Вода питна», затвердженого наказом Держбуду СРСР від 18.10.82 N 3989.

У сховищах лікувальних закладів для нетранспортабельних хворих запас питної води у проточних ємкостях приймається з розрахунку 20 л/д на кожного хворого і 3 л/д на кожного медичного працівника; запас води для технічних потреб, що зберігається у резервуарах, визначається розрахунком. При застосуванні у сховищах унітазів вагонного типу необхідно передбачати запас води з розрахунку 5 л/д на кожну особу.

Приміщення медпунктів у сховищах необхідно обладнати умивальниками, що працюють від водопровідної мережі. На випадок припинення подачі води необхідно передбачити переносний рукомийник із запасом води до нього з розрахунку 10 л/д.

У сховищах на атомних станціях потрібно передбачати для санпропускників запас води з розрахунку 45 л на одне миття 20% осіб, що укриваються.

Ємкості запасу питної води, як правило, повинні бути проточними, із забезпеченням повного обміну води протягом 2 діб. У сховищах, у яких не передбачається витрата води у мирний час, а також у сховищах місткістю менше ніж 300 осіб допускається застосування (для здійснення запасу питної води) сухих ємкостей, що заповнюються при приведенні сховищ у готовність після огляду їх представником служби санітарно-епідеміологічного нагляду зі складанням відповідного акта.

Проточні ємкості (баки) повинні бути постійно заповнені водою. Проточні ємкості і труби, по яких циркулює вода, повинні мати тепло- і пароізоляцію.

Ємкості запасу питної води повинні бути обладнані показчиками оди і мати люки для можливості очищення і фарбування внутрішніх поверхонь.

У приміщеннях, де встановлені ємкості, необхідно передбачати установку водорозбірних кранів з розрахунку один кран на 300 осіб, а у сховищах місткістю більше ніж 1000 осіб і у сховищах для нетранспортабельних хворих

розводити труби до місць водорозбору з розрахунку один кран на 300 осіб, що укриваються, або на 100 нетранспортабельних хворих.

Подачу води до умивальників і зливних бачків (крім сховищ для нетранспортабельних хворих) необхідно передбачати тільки у період надходження води із зовнішньої мережі.

Норми водоспоживання і водовідведення при діючій зовнішній водопровідній мережі повинні прийматися відповідно до вимог СНиП 2.04.01-85 «Внутренние водопроводные и канализационные сети», затверджених наказом Держбуду СРСР від 04.10.85 N 169. При цьому приймають годинну витрату води рівною 2 л/год і добову - 25 л/д на одну особу, що укривається, і рівною 0,1 л/с для водоспоживання і 0,85 л/с для водовідведення. Для знезараження води у ємкостях необхідно мати запас хлорного вапна або порошку ДТС-ГК із розрахунку на 1 куб.м води 8-10 г хлорного вапна або 4-5 г порошку ДТС-ГК.

Трубопроводи системи водопостачання фарбують у зелений колір.

3 САМОСТІЙНА РОБОТА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота є складовою частиною навчального процесу спеціалістів і магістрів, сприяє розвитку навичок самостійного вирішення питань цивільного захисту у виробничій діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнення і закріплення знань, набутих за час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативною літературою, а також підготовка до самостійного вирішення питань захисту у надзвичайних ситуаціях в установах, на підприємствах і в організаціях.

Нижче у табл. 1 наведено перелік тем, які студент повинен вивчити самостійно протягом рекомендованого для часу.

Таблиця 1 – Перелік тем, для самостійного вивчення

№ з/п	Самостійна навчальна робота студента	Джерела
1.	Основні вимоги норм проектування інженерно-технічних заходів цивільного захисту	1, 2, 10
2.	Заходи протидії небезпечним природним процесам та небезпекам гідродинамічного характеру	3-7, 11
3.	Захисні споруди цивільного захисту. Захист населення та території від вибухових пристроїв та речовин військового та промислового характеру	8, 9

Рекомендації до самостійної роботи

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота повинна відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Вивчення кожного нормативного документу під час самостійної роботи перевіряється шляхом тестування під час проведення модуля відповідної тематики.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України: Закон від 28.06.1996 № 254к/96–ВР [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 08.02.2016) (дата звернення 30.12.2017) – Назва з екрана.
2. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403–VI // Голос України. – 2012. – листопад (№ 220 (5470)). – С. 4 – 20.
3. Про основи національної безпеки України : Закон України від 19.06.2003 р. № 964-IV (із зм. і доп.) // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – 351 с.
4. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 р. № 11-2014-п [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF> (дата звернення 30.12.2016) – Назва з екрана.
5. Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2015 р. № 101-2015-п [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/101-2015-%D0%BF> (дата звернення 25.12.2016) – Назва з екрана.
6. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (Цивільної оборони): ДБН В.1.2-4-2006. – Київ : Держбуд України, 2002. – 122 с. – (Державні будівельні норми).
7. Друга частина. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) на мирний час у містобудівній документації: ДБН Б. 1.1-5:2007. – Київ : Держбуд України, 2007. – 117 с. – (Державні будівельні норми)
8. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення: ДБН В.1.1-25:2009. – Київ : Держбуд України, 2010. – 85 с. – (Державні будівельні норми).
9. Державні будівельні норми. Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень: ДБН 360–92**. – [На заміну ДБН 360–92*; чинні від 2002–04–10]. – Київ : Держбуд України, 2002. – 114 с. – (Державні будівельні норми).
10. ДБН В.1.1-5-2000 Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України 2000. – 78 с. – (Державні будівельні норми).
11. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / [В. А. Андронов та ін.]. – Харків : Національний університет цивільного захисту України, 2011. – 264 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до організації самостійної роботи,
проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ТА ТЕРИТОРІЙ»

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека,
освітня програма «Цивільний захист»)*

Укладачі: **РОГОЗІН** Анатолій Сергійович
РОСОХА Володимир Омелянович

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *А. С. Rogozin*

План 2018, поз. 228 М

Підп. до друку 5.04.2018. Формат 60 × 84/16
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,6
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.