

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н.КАРАЗІНА**

ФІЗИКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра безпеки життєдіяльності

**ЗАТВЕРДЖУЮ  
ЗАВІДУЮЧИЙ КАФЕДРИ**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

\_\_\_\_\_ ст. викладач Квітковський Ю.В.  
(науковий ступінь, наукове звання, прізвище та ініціали автора)

Методична розробка для проведення практичного заняття  
**УРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ ПРИРОДНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**  
(повне найменування теми заняття)

З навчальної дисципліни Цивільний захист

Обговорено на засіданні кафедри

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Протокол № \_\_\_\_\_

**Цілі заняття:**

1. *Навчальна* – ознайомлення студентів з основними уражаючими факторами природних надзвичайних ситуацій.
2. *Розвиваюча* – роз'яснення студентам методики розрахунку параметрів уражаючих факторів природних надзвичайних ситуацій
3. *Виховна* – становлення державного підходу до навчання, формування високих моральних якостей студентів.

**Навчальні питання:**

ВСТУП

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. Поняття про землетрус, розрахунок параметрів землетрусу
2. Повені, затори та зажори, захист від повеней

ЗАКЛЮЧЕННЯ

## ПОНЯТТЯ ПРО ЗЕМЛЕТРУС, РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЗЕМЛЕТРУСУ

Швидкі, раптові струси земної кори, викликані різного роду природними причинами, називаються *землетрусами*. Основна причина землетрусів – розрядка внутрішніх напруг Землі. Виявляються землетруси, головним чином, в зонах активних рухів земної кори. Ці зони називаються *сейсмічними* (грець. seismos – коливання).

Область усередині Землі, де раптово виділяється потенційна енергія, називається *сейсмічним осередком*. Центр області називають *гіпоцентром Н*, а його проекцію на поверхню Землі – *епіцентром Е*. Відстань між гіпоцентром і епіцентром – *глибина сейсмічного осередку*. За глибиною сейсмічного осередку землетруси поділяють на:

- поверхневі – відстань від епіцентру до гіпоцентру до 10 км;
- нормальні – 10...75 км;
- проміжні – 75...300 км;
- глибокофокусні – 300...700 км.

Пружні коливання, що розповсюджуються в Землі від осередків землетрусів, вибухів і інших джерел називають *сейсмічними хвилями*. Швидкість розповсюдження хвиль залежить від щільності і пружності середовища. Швидкість має тенденцію до зростання у міру поглиблення, в земній корі вона складає 2-8 км/с, а при поглибленні до мантиї - 13 км/с. Розрізняють *об'ємні* та *поверхневі сейсмічні хвилі*; у свою чергу об'ємні хвилі розрізняються на *подовжні* і *поперечні* (рис. 11.1).

*Поверхневі сейсмічні хвилі* – ті, що розповсюджуються тільки уздовж поверхні Землі. Швидкість поверхневих хвиль менше швидкості об'ємних хвиль. Із-за своєї низької частоти, часу дії і великої амплітуди вони є самими руйнівними зі всіх типів сейсмічних хвиль. Розрізняють два типи поверхневих хвиль: *хвилі Лява* і *Релея*.

*Об'ємні хвилі* проходять через надра Землі.

*Подовжні сейсмічні хвилі (Р-хвилі, первинні хвилі, компресійні хвилі)* – найбільш швидкі хвилі, що розповсюджуються від джерела сейсмічних коливань і є послідовним стисненням і розрядкою матеріалу. Подовжні хвилі проходять через всі середовища. Їх швидкість в 1,7 разу більша, ніж швидкість поперечних S-хвиль. Стандартна швидкість Р-хвиль в граніті – 5000 м/с.

*Поперечні сейсмічні хвилі (S-хвилі, вторинні хвилі)* – сейсмічні хвилі, що розповсюджуються повільніше, ніж подовжні Р-хвилі. Вони складаються з пружних коливань, поперечних по відношенню до напрямку розповсюдження хвилі. Поперечні хвилі не проходять через рідину.

Сейсмічні хвилі у міру віддалення від сейсмічного осередку втрачають інтенсивність. Зменшується і сейсмічна енергія. Ці зміни на спеціальних сейсмічних картах показують *ізолініями (ізосейстами)*. Кожна ізосейста з'єднує точки з рівною щільністю потоку сейсмічної енергії. Дальність

розповсюдження багато в чому визначається геологічною будовою району. У складчастих областях сейсмічні хвилі затухають значно швидше, ніж на рівнинах.

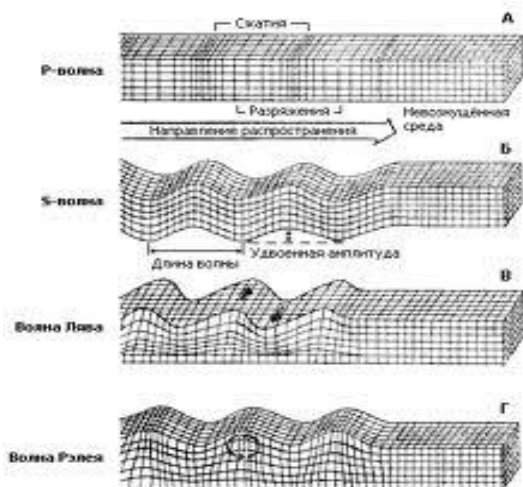


Рисунок 11.1 – Види сейсмічних хвиль

В Україні до сейсмічно небезпечних районів віднесені Карпати і Крим. Сейсмічна зона Криму займає південну частину півострова. Тут відомі землетруси силою до 8 балів.

За причинами, що їх викликають, землетруси поділяються на *тектонічні*, *вулканічні* і *денудаційні*.

**Тектонічні** землетруси пов'язані з розрядкою напруг, що періодично накопичуються в земній корі і верхній мантії внаслідок рухів блоків та глибок, що зачіпають різні глибини земної кори і верхню мантію. На них припадає 95 % всіх землетрусів.

**Вулканічні** землетруси передують виверженням вулканів або супроводжують їх. Вони мають локальне розповсюдження: обмежуються областю, прилеглою до діючого вулкана.

**Денудаційні** (або *обвальні*) землетруси відбуваються в районах розповсюдження легкорозчинних гіпсових, сольових і карбонатних порід, де виникають значних розмірів карстові порожнини і печери. Підземний обвал віддає по поверхні сейсмічним поштовхом. На частку денудаційних припадає близько 1 % всіх відомих землетрусів. Один з найбільш сильних денудаційних землетрусів спостерігався в Харківській області в 1915 р.

Коливання ґрунту, викликані проходженням поверхневих хвиль, фіксуються за допомогою приладів – *сейсмографів* і записуються у вигляді *сейсмограм*. **Сейсмограми** – основний документ, що характеризує землетрус. На них відбиті амплітуди подовжніх, поперечних і поверхневих хвиль.

Основні показники сили землетрусу – його енергія та інтенсивність. Енергія, що виділяється при розрядці напруг у сейсмічному осередку, вимірюється у джоулях або магнітудах. *Магнітуда M* – умовна енергетична характеристика, що виражається логарифмом відношення амплітуди коливань землетрусу, який вивчається,  $A_{\tau}$  до амплітуди коливань

стандартного землетрусу  $A$ :

$$M = \lg (A_r / A) \quad (11.1)$$

Як еталонний, або стандартний землетрус, прийнято землетрус з амплітудою 1 мкм, який можна зареєструвати на відстані 100 км сейсмографом стандартного типу.

Шкала, запропонована Ч. Ріхтером, налічує 9 магнітуд. Між енергією і магнітудами існує залежність. Співвідношення магнітуди, енергії та інтенсивності землетрусів наведені в табл. 11.1.

У глибокофокусних землетрусів поверхні Землі досягає лише 7...8 % енергії, що виділяється. Тому невеликі за енергією землетруси з малою глибиною сейсмічного осередку бувають більш руйнівними, ніж глибокофокусні з високою енергією сейсмічного осередку.

Інтенсивність землетрусу характеризує силу підземних поштовхів на поверхні Землі. Для оцінки її розвитку використовують 12-бальну шкалу MSK-1964 (табл. 11.2). В її основу покладені ступінь руйнування будівель, зміни у ґрунтах, поведінка людей та інші ознаки. Характер руйнувань на поверхні залежить від напрямку ударної хвилі.

**Таблиця 11.1 – Співвідношення інтенсивності, магнітуди та енергії землетрусів**

Характер землетрусів	Інтенсивність, бали	Магнітуда, $M$	Енергія $E$ , Дж	Число землетрусів на рік (частота землетрусів)
Катастрофічне	11...12	8,0...9,0	$10^8$	1
Сильно руйнівне	9...11	7,0...7,9	$10^{16}$	10
Руйнівне	7...9	6,0...6,9	$10^{14}$	100
Супроводжується пошкодженнями	6...7	5,0...5,9	$10^{12}$	1000
Тільки відчувається	4...5	3,0...3,9	$10^8$	100000

Між енергією землетрусу та його інтенсивністю існує залежність, що виражається формулою:

$$M = 1,3 + 0,6 B, \quad (11.2)$$

де  $M$  – магнітуда;  $B$  – інтенсивність землетрусу, балів.

**Таблиця 11.2 – Класифікація землетрусів за проявами по шкалі MSK-1964**

<b>VI</b>	<b>3.0...3.9 M</b>	Легкі пошкодження будівель. Спостерігаються тонкі тріщини у штукатурці. У сирих ґрунтах з'являються тріщини шириною до 1 см.
<b>VII</b>	<b>4.0...4.9 M</b>	Легкі та значні пошкодження будівель. Спостерігаються тріщини та сколювання штукатурки. Спостерігаються випадки руйнування споруд з природного каменю (глинобитних і з рваної цеглини), На дорогах з'являються тріщини, порушуються стики тросопроводів.

VIII	5.0...5.9 М	Сильне пошкодження будівель. Руйнується багато будівель із природного каменю. У кам'яних будівлях з'являються численні великі тріщини та розшарування кладки, руйнування окремих ділянок стін, обсипається штукатурка. Тріщини у ґрунтах досягають декількох сантиметрів.
IX	6.0...6.9 М	Загальне пошкодження будівель. Руйнування стін та перекриттів. Окремі випадки руйнування цегляних споруд. Скривлюються залізничні колії. Тріщини у ґрунтах досягають 10 см завширшки.
X	7.0...7.9 М	Загальне руйнування будівель. Цегляні будівлі руйнуються, серйозні пошкодження виникають у дамбах, греблях, мостах. Дорожні асфальтовані покриття набувають хвилястої поверхні. Тріщини у ґрунтах досягають 1 м. На берегах річок, морів, схилах гір спостерігаються великі обвали, випадки випліскування води в озерах, каналах, річках.
XI	8.0...8.9 М	Катастрофа. Ушкоджуються будівлі залізобетонних конструкцій. Значним руйнуванням піддаються мости, дамби, залізничні колії. Рівна поверхня стає хвилястою. Ширина тріщин у ґрунтах досягає 1 м. Уздовж розривів відбуваються вертикальні й горизонтальні переміщення гірських порід.

Розрахунок конструкцій і фундаментів будівель та споруд для будівництва в сейсмічних районах повинен виконуватися на основні та особливі сполучення навантажень з урахуванням сейсмічних дій. В особливе сполучення навантажень входять постійні, можливі довготривалі та короточасні навантаження, сейсмічні дії, а також дії, що обумовлені деформаціями основи при замочуванні просідаючих ґрунтів.

При розрахунку будівель і споруд (окрім транспортних і гідротехнічних) на особливе сполучення навантажень з урахуванням сейсмічних впливів до розрахункових значень навантажень вводяться коефіцієнти сполучень за таб. 11.4.

**Таблиця 11.4 - Значення коефіцієнтів сполучень**

Види навантажень	Значення коефіцієнта сполучень, $n_c$
Постійні для залізобетонних, кам'яних, дерев'яних	0,9
Те саме для металевих конструкцій	0,95
Тимчасові тривалі	0,8
Короточасні (на перекриття та покриття)	0,5

Розрахунки споруд на особливі сполучення навантажень з урахуванням сейсмічних дій належить виконувати із використанням:

- а) *спектрального методу* – слід виконувати для всіх будівель і споруд. Цей метод є достатнім для будівель і споруд простої геометричної форми із симетричним і регулярним розміщенням мас і жорсткостей, із найменшим розміром у плані не більше 30 м;
- б) *прямого динамічного методу* – із застосуванням інструментальних записів прискорень ґрунту при землетрусах або стандартного набору синтезованих акселерограм – для будівель і споруд особливо відповідальних, заввишки

понад 50 м (більше 16 поверхів) та споруди з прогонами більше 30 м або із принципово новими конструктивними рішеннями. При цих розрахунках слід враховувати можливість розвитку непружних деформацій конструкцій.

Сейсмічні дії можуть мати будь-який напрям|направлення| в просторі. При цьому максимальні амплітуди прискорень підстави|основи,заснування| слід приймати не менше 100, 200 або 400  $\text{см/с}^2$  при сейсмічності майданчиків будівництва 7, 8 і 9 балів відповідно.

Для будівель і споруд простої геометричної форми розрахункові сейсмічні навантаження слід приймати такими, що діють горизонтально у напрямі їх подовжньої і поперечної осей. Дію сейсмічних навантажень у вказаних напрямках слід враховувати роздільно.

При розрахунку споруд складної геометричної форми слід враховувати найбільш небезпечні для даної конструкції або її елементів напрямку|направлення| дії сейсмічних навантажень.

Вертикальну складову сейсмічної дії необхідно враховувати при розрахунку:

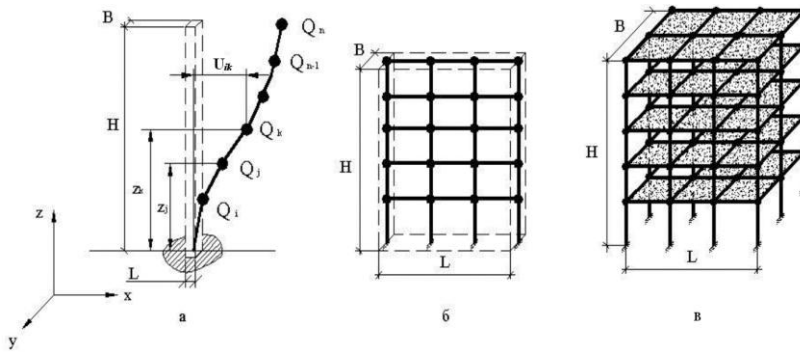
- горизонтальних і похилих консольних конструкцій;
- пролітних споруд мостів;
- рам, арок, ферм, просторових покриттів будівель і споруд прольотом 12...24 і більше метрів в залежності від сейсмічності майданчика;
- будівель, споруд і фундаментів на стійкість проти перекидання або проти ковзання;
- пальових конструкцій з високим ростверком;
- міцності несучих стін з кам'яної кладки;
- опорних елементів сейсмоізоляції.

### **Спектральний метод розрахунку.**

При визначенні розрахункових значень горизонтальних сейсмічних навантажень на будівлі та споруди висотою  $H$ , яка перевищує у два і більше разів її ширину  $B$  і довжину  $L$  допускається приймати розрахункову схему (рис. 11.12,а) у вигляді багатомасового пружно-деформованого консольного стрижня, жорстко закріпленого на основі, який несе зосереджені маси вагою  $Q_k$ , розташовані на рівні перекриттів, і здійснює коливальний рух за одним із напрямків ( $x$  або  $y$ ).

При ширині будівлі  $B$ , яка в три і більше разів менша від двох інших її розмірів ( $H$  і  $L$ ), допускається приймати розрахункову схему (рис. 11.12,б) у вигляді багатомасового пружно-деформованої перехресної системи із зосередженими у вузлах масами, розташованими на рівні перекриттів.

Як правило, рекомендується використовувати просторові розрахункові динамічні моделі із зосередженими у вузлах масами (рис. 11.12,в).



**Рисунок 11.12 – Розрахункові схеми будівель і споруд:**

**а** – у вигляді багатомасового консольного стрижня; **б** – у вигляді багатомасової перехресної системи; **в** – у вигляді просторової динамічної моделі

Розрахункове значення горизонтального сейсмічного навантаження  $S_{ki}$ , прикладеного до точки  $k$  і яке відповідає  $i$ -ій формі власних коливань будівлі або споруди, треба визначати за формулою:

$$S_{ki} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S_{0ki} , \quad (11.3)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує непружні деформації і локальні пошкодження елементів будівлі і приймається за таб. 11.5;

$k_2$  – коефіцієнт відповідальності споруди, приймається за таб. 11.6;

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує поверховість будівлі більше 5 поверхів, визначається за формулою:

$$k_3 = 1 + 0,06 \cdot (n - 5) , \quad (11.4)$$

де  $n$  – кількість поверхів в будівлі. Максимальне значення  $k_3$  приймається не більше 2,0 (в тому числі для рамних, рамно-в'язевих и в'язевих систем), а для стінових и каркасно-стінових конструктивних систем – не більше 1,8;

$S_{0ki}$  – горизонтальне сейсмічне навантаження за  $i$ -ою формою власних коливань споруди, що визначається у припущенні пружного деформування конструкцій за формулою:

$$S_{0ki} = Q_k \cdot a_0 \cdot k_{zp} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} , \quad (11.5)$$

де  $Q_k$  – навантаження, що відповідає масі, прийнятій у якості зосередженої у точці  $k$  і визначається з урахуванням коефіцієнтів згідно з 2.1.1.

$a_0$  – відносне прискорення ґрунту, яке приймається рівним 0,05; 0,1; 0,2 і 0,4 відповідно для районів сейсмічності 6, 7, 8 і 9 балів; при використанні карт А і В, – в залежності від розрахункових значень  $a_0$  згідно з таблицею 11.7;

$k_{zp}$  – коефіцієнт, що враховує нелінійне деформування ґрунтів, вводиться, якщо визначення сейсмічності майданчика виконане на основі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань відповідно до таблиці 11.3, і приймається за таблицею 11.8;



$\beta_i$  – спектральний коефіцієнт динамічності, що відповідає  $i$ -ій формі власних коливань будівлі або споруди; приймається відповідно до рис. 11.13;

$\eta_{ki}$  – коефіцієнт, що залежить від форми власних коливань будівлі або споруди і від місця розташування навантаження (рис. 11.12); визначається за формулою:

а) для консольної розрахункової схеми:

$$\eta_{ki} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n Q_j U_i(z_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j U_i^2(z_j)}, \quad (11.6)$$

де  $U_i(z_k)$  і  $U_i(z_j)$  – переміщення будівлі або споруди при власних коливаннях за  $i$ -ю формою;

$n$  – число зосереджених навантажень;

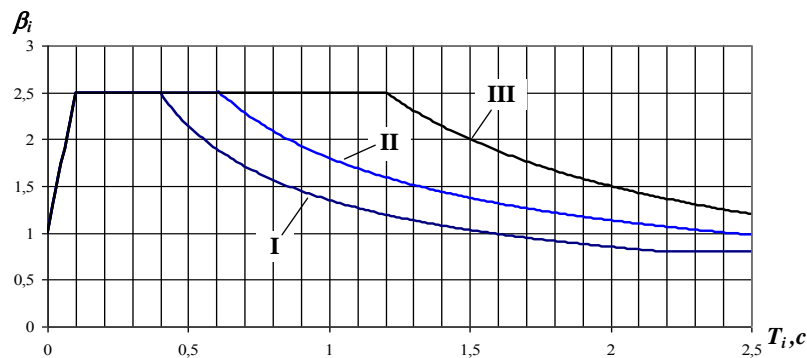
б) для перехресної та просторової розрахункових схем:

$$\eta_{ki} = \frac{U_i(z_k) \sum_{j=1}^n Q_j U_i(z_j) \cos(U_{ki}, U_0)}{\sum_{j=1}^n Q_j U_i^2(z_j)}, \quad (11.7)$$

де  $\cos(U_{ki}, U_0)$  – косинуси кутів між напрямками переміщення  $U_{ki}$  і вектора сейсмічної дії  $U_0$ .

**Таблиця 11.5 – Коефіцієнт  $k_I$ , що враховує непружні деформації та локальні пошкодження елементів будівель**

Конструктивні рішення систем і несучих елементів  спорудження	Значення коефіцієнта $k_I$
1. Споруди, в яких залишкові (непружні) деформації і локальні пошкодження (осідання, тріщини і ін.) не допускаються	1,0
2. Будівлі і споруди, в конструкціях яких можуть бути допущені залишкові деформації, тріщини, пошкодження окремих елементів і т.п., що утрудняють нормальну експлуатацію, при забезпеченні безпеки людей і збереження устаткування (житлові, громадські, виробничі, сільськогосподарські будівлі і споруди; гідротехнічні і транспортні споруди; системи енерго- і водопостачання, пожежні депо, системи пожежогасінні, деякі споруди зв'язку і т.п.)	0,25...0,7
3. Будівлі і споруди, в конструкціях яких можуть бути допущені значні залишкові деформації, тріщини, пошкодження окремих елементів, їх зміщення і т.п., що тимчасово припиняє нормальну експлуатацію, при забезпеченні безпеки людей (одноповерхові виробничі і сільськогосподарські будівлі, що не містять цінного устаткування)	0,2...0,3



**Рисунок 11.13 – Значення спектрального коефіцієнта динамічності  $\beta_b$  в залежності від категорії ґрунту (I-III) за сейсмічними властивостями та періоду власних коливань  $T_i$  будівлі**

Розрахункові значення поперечної і подовжньої сил, вигинаючого і перекидаючого моментів, нормальних і дотичних напружень  $N_p$  в конструкціях від сейсмічного навантаження за умови статичної дії її на споруду слід визначати по формулі:

$$N_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2}, \quad (11.8)$$

де  $N_p$  – зусилля, напруження або інші силові фактори в елементах конструкцій від сейсмічного навантаження;

$N_i$  – значення відповідного фактора зусиль або напружень в перерізі, що розглядається, яке викликане сейсмічними навантаженнями за  $i$ -ою формою коливань;

$n$  – число форм коливань, які враховуються в розрахунку.

№	Характеристика споруд	Значення $k_2$
1	Особливо відповідальні та унікальні споруди, в тому числі виробничі корпуси, складські будівлі хімічної промисловості 3 вибухонебезпечними, токсичними і отруйними речовинами	1,5
2	Споруди з одночасним перебуванням великої кількості людей (великі вокзали, аеропорти, театри, цирки, музеї, виставкові і концертні зали з числом місць більше 1000 чоловік, криті ринки та стадіони) Будівлі та споруди, функціонування яких необхідне при землетрусі або при ліквідації його наслідків (системи енерго- і водозабезпечення, пожежогасіння, зв'язку, адміністративні органи тощо)	1,4
3	Будівлі і споруди лікарень, пологових будинків, станцій швидкої допомоги, шкіл, дитячих садків, вищих навчальних закладів, залізниць і автомобільних доріг	1,3
4	Будівлі готелів, спальних корпусів на 250 місць і більше	1,2

5	Висотні споруди невеликих у плані розмірів (башти, щогли, димові труби, шахти ліфтів, що стоять окремо, тощо) при відношенні $H/B \geq 5$ , і великопрогонові споруди ( $L \geq 30$ м)	1,4
6	Каркасні будівлі, стінове заповнення яких не впливає на їх деформативність: при $h/b \geq 25$ при $h/b \leq 15$	1,4 1,0
7	Будівлі та споруди, руйнування яких не пов'язано із загибеллю людей, втратою матеріальних і культурних цінностей і не викликає припинення безперервних технологічних процесів або забруднення навколишнього середовища	0,5

**Таблиця 11.6 – Коефіцієнт відповідальності споруд  $k_2$**

**Таблиця 11.7 – Значення відносних прискорень  $a_0$  для даного майданчика (населеного пункту) залежно від сполучень розрахункової сейсмічної інтенсивності на картах А і В**

Номер сполучення	Інтенсивність за картами, бали шкали		Розрахункові значення, $a_0$
	А	В	
1	6	6	0,05
2	6	7	0,08
3	7	7	0,10
4	7	8	0,15
5	8	8	0,20
6	8	9	0,30
7	9	9	0,40

**Таблиця 11.8 – Значення коефіцієнта  $k_{zp}$ , який враховує нелінійне деформування ґрунту при інтенсивних сейсмічних коливаннях**

Категорія ґрунту	Сейсмічність майданчика будівництва в балах			
	6	7	8	9
I	1,0	1,2	1,3	1,4
II	1,0	1,0	1,0	1,0
III	1,0	0,8	0,75	0,7
IV	За даними спеціальних досліджень			

Вертикальне сейсмічне навантаження у всіх випадках, окрім|крім| кам'яних конструкцій, слід визначати по формулах (11.3) і (11.4), при цьому коефіцієнти  $k_{zp}$  та  $k_2$ , приймаються рівними одиниці.

Консольні конструкції, вага яких в порівнянні з вагою будівлі незначна (балкони, козирки, консолі для навісних стін і т.п. і їх кріплення), слід розраховувати на вертикальне сейсмічне навантаження при значенні  $n = 5$ .

Конструкції, що підносяться над будівлею або спорудою і мають в порівнянні з нею незначні перетини і вагу (парапети, фронтони і т.п.), а також кріплення важкого устаткування, що встановлюється на першому поверсі, слід розраховувати з урахуванням горизонтального сейсмічного

навантаження, обчисленого за формулами (11.3) і (11.4) при  $n = 5$ .

Стіни, панелі, перегородки, з'єднання між окремими конструкціями, а також кріплення технологічного устаткування|обладнання|, слід розраховувати на горизонтальне сейсмічне навантаження по формулах (11.3) і (11.4) при  $n$ , відповідному даній відмітці споруди, але не менше 2. Сили тертя враховуються лише при розрахунку горизонтальних стикових з'єднань у великопанельних будівлях.

При розрахунку конструкцій на міцність і стійкість крім коефіцієнтів умов роботи, що приймаються відповідно до інших ДБН, слід запроваджувати| додатково коефіцієнт умов роботи  $m_{кр}$ , визначуваний табл. 11.9.

При розрахунку будівель і споруд (окрім гідротехнічних споруд) завдовжки або шириною більше 30 м крім сейсмічного навантаження, необхідно враховувати крутильний момент відносно вертикальної осі будівлі або споруди, що проходить через його центр жорсткості. Значення розрахункового ексцентриситету між центрами жорсткостей і мас будівель або споруд в даному рівні слід приймати не менше  $0,1 B$ , де  $B$  – розмір будівлі або споруди в плані в напрямі|направленні|, перпендикулярному дії сили  $S_{ki}$ .

При розрахунку підпірних стін необхідно враховувати сейсмічний тиск ґрунту.

Розрахунок будівель і споруд з урахуванням сейсмічної дії, як правило, проводиться по граничних станах першої групи. У випадках, обґрунтованих технологічними вимогами, допускається проводити розрахунок по другій групі граничних станів.

**Таблиця 11.9 – Визначення коефіцієнту умов роботи  $m_{кр}$  при розрахунку конструкцій на міцність і стійкість з урахуванням сейсмічної дії**

Конструкції	Значення коефіцієнта $m_{кр}$ /
<b>При розрахунках на міцність</b>	
1. Сталеві і дерев'яні	1,4
2. Залізобетонні із стержневою і дротяною арматурою (окрім перевірки міцності похилих перетинів):	
а) з важкого бетону з арматурою класів А-I, А-II, А-III, Вр-I	1,2
б) те ж, з арматурою інших класів	1,1
в) з легкого бетону	1,1
г) з пористого бетону з арматурою всіх класів	1
3. Залізобетонні, такі, що перевіряються по міцності похилих перетинів:	
а) колони багатоповерхових будівель	0,9
б) інші елементи	1
4. Кам'яні, армокам'яні і бетонні:	
а) при розрахунку на позацентрове стискування	1,2
б) при розрахунку на зсув і розтягування	1
5. Зварні з'єднання	1
6. Болтові (зокрема що сполучаються на високоміцних болтах) і	1,1

заклепувальні з'єднання

**При розрахунках на стійкість**

- 7. Сталеві елементи гнучкістю понад 100
- 8. Те ж, гнучкістю до 20
- 9. Те ж, гнучкістю від 20 до 100

1  
1,2  
Від 1,2 до 1 (по  
інтерполяції)

Примітки: 1. Для вказаних поз. 1-4 конструкцій будівель і споруд (окрім транспортних і гідротехнічних), що зводяться в районах з повторюваністю 1, 2, 3, значення  $m_{кр}$  слід помножити на 0,85; 1 або 1,5 відповідно.

2. При розрахунку сталевих і залізобетонних несучих конструкцій, що підлягають експлуатації в неопалювальних приміщеннях або на відкритому повітрі при розрахунковій температурі нижче мінус 40С, слід приймати  $m_{кр} = 1$ , у випадках перевірки міцності похилих перетинів колон  $m_{кр} = 0,9$ .

**Прямий динамічний метод розрахунку із застосуванням розрахункових сейсмічних дій як функцій часу.**

Прямі динамічні методи розрахунку будівель і споруд належить виконувати з використанням розрахункових акселерограм  $a_i(t) = A_i y_i(t)$ , де  $i$  - номер складової вектора коливань;  $A_i$  - максимальне значення амплітуди прискорень;  $y_i(t)$  - нормована на одиницю функція, що описує коливання ґрунту в часі. Величина прискорення коливань  $A_0$  на максимальній горизонтальній складовій вектора сейсмічних рухів у точці  $O$ , яка знаходиться у сейсмічній зоні з інтенсивністю  $I$  на відповідній карті загального сейсмічного районування, розраховується за допомогою формули:

$$A_0 = A_{i_{\max}} = 2^{I + \Delta I - 7 + \frac{d}{D}} \quad (11.9)$$

де  $d$  – відстань від точки  $O$  до середини відрізка прямої, проведеної через цю точку так, щоб довжина відрізка  $D$ ), який відсікається обмежуючими зону ізосейстами, була мінімальною. Значення  $d$  додатне, якщо точка  $O$  розташована у сторону зростання сейсмічної бальності відносно середини відрізка, і від'ємне - у сторону зменшення;

$\Delta I$  – приріст сейсмічної бальності за рахунок впливу місцевих ґрунтових умов майданчика, одержаний при проведенні його сейсмічного мікрорайонування.

Проектуючи особливо важливі об'єкти і об'єкти підвищеної небезпеки у прямих динамічних розрахунках належить використовувати розрахункові акселерограми, які побудовані для заданої вірогідності неперевищення максимальних сейсмічних дій, що відповідає карті ЗСР. Розрахункові акселерограми будуються на основі інструментальних записів сильних і проміжних за величиною землетрусів, що зареєстровані безпосередньо на будівельному майданчику або в умовах, близьких до умов майданчика будівлі або споруди, яка проектується. Величини  $A_i$  у цьому випадку визначаються за допомогою робіт щодо уточнення сейсмічної небезпеки майданчика.

При проектуванні нетипових і відповідальних будівель та споруд у

прямих динамічних розрахунках допускається використовувати синтезовані розрахункові акселерограми, побудовані з урахуванням умов майданчика і його положення відносно небезпечних сейсмогенних зон. У разі відсутності інструментальних записів для генерації розрахункових акселерограм можуть використовуватись розрахункові методи і дані щодо приросту сейсмічної бальності за рахунок впливу місцевих ґрунтових умов майданчика –  $\Delta I$ , що одержані при проведенні його сейсмічного мікрорайонування.

## **ПОВЕНІ, ЗАТОРИ ТА ЗАЖОРИ, ЗАХИСТ ВІД ПОВЕНЕЙ**

Повінь – це небезпечне природне (фізико-географічне, геофізичне, гідрометеорологічне, гідрогеологічне) явище стихійного характеру, яке виникає в окремі, як правило, ще слабкопередбачувані в часі періоди на річках, водоймах, днищах балок, суходолів, замкнутих котловин і блюдець, і проявляються в утворенні великого поверхневого стоку, підйомів рівнів води, виході її з берегів, у тимчасовому затопленні низьких територій із розташованими на них сільськогосподарських угіддями, населеними пунктами, і виробничими об'єктами, руйнівній та шкідливій дії води у пост повеневі періоди.

Залежно від причин виникнення повеней природного характеру їх можна умовно розділити на три групи.

До першої групи відносять повені, спричинені випаданням значних опадів інтенсивним таненням снігу. Весняні води, особливо в поєднанні із сильними вітрами, можуть призвести до затоплення великих територій, масових уражень населення і величезних матеріальних збитків.

До другої групи відносять повені, що виникають під дією сильного вітру. Вони можливі на морських узбережжях і в гірських рік, що впадають у море,

внаслідок чого підвищується рівень води в річці. Повені спричинені дією сильного вітру, характерні для населених пунктів на узбережжі Азовського моря та в річці Південний Буг, що впадає в Дніпровсько-Бузький лиман Чорного моря.

До третьої групи відносять повені, зумовлені підводними землетрусами і виверженнями підводних, чи острівних вулканів. Унаслідок цього утворюються цунами – хвилі, що поширюються зі швидкістю 400 – 800 км/год. При наближенні до берега їхня висота досягає від 5 – 6 до 15 – 30 м і більше. Вони з величезною швидкістю і силою обрушуються на берег, спричиняючи значні людські жертви, і матеріальні витрати.

Повінь має ще кілька варіантів назви: повінь, наводнення, затоплення, підтоплення, паводок, водопілля.

У спеціальній науковій літературі повінь розглядається як фаза розвитку гідрологічного режиму річок. Для чого вживаються відповідні терміни: повінь, водопілля, паводок.

У класифікаторі надзвичайних ситуацій в Україні (1999) наведено такі терміни:

водопілля – фаза водного режиму річки в період весняного сніготанення, що характеризується високою водністю (ДСТУ 3517);

паводок – фаза водного режиму річки, що може багаторазово повторюватись в різні сезони роки. Характеризуються інтенсивним збільшенням витрат і рівнів води внаслідок дощів, чи сніготанення під час відлиг (ДСТУ 3517);

катастрофічний паводок – винятковий за величиною та рідкісний за повторюваністю паводок, що може спричинити жертви і руйнування (ДСТУ 3517).

Повінь дощового характеру називають паводком, а весняну повінь – талими водами, водопіллям. Паводок – це високий, але нетривалий підйом води. Паводок може перерости у велику повінь.

Річка, її русло та заплава, є головним осередком розвитку повеней. Повені на річках мають різну тривалість, частоту, причини, масштаби й величину (силу) прояву, що зумовлено впливом багатьох природних і техногенних чинників.

Залежно від часу проходження і причин виникнення вирізняють весняні повені (водопілля), дощові паводки, змішані дощові талі повені.

Найбільш вірогідними зонами можливих повеней на території України є: у північних регіонах - басейни річок Прип'ять, Десна та їх притоки. Площа - повені лише в басейні р.Прип'ять може досягти 600 – 800 тис.га.

Підйом рівня вода починається в середині квітня, і досягає максимуму у середині травня:

у західних регіонах – басейни верхнього Дністра (площа може досягти 100 – 130 тис.га), річок Тиса, Прут, західний Буг (площа можливих затоплень 20 – 25 тис.га) та їхній приток. Для водного режиму характерні чітко виражені весняні водопілля і велика кількість паводків, що протягом року (крім одного – трьох зимових місяців) чергуються з короткими періодами низьких рівнів.

Одним з режимів річки є льодовий, до якого відносяться такі процеси як утворення, становлення та руйнування льоду. Розвиток у часі та просторі льодового режиму при визначених умовах та впливу різних чинників може привести до небезпечних гідрологічних явищ, таких як зажори та затори. Зажори льоду властиві рікам, що замерзають на початку зими і шляхом переміщення крайки льодоставу знизу нагору проти течії. Зажорні явища спостерігаються в басейнах таких річок як Дністер, Дунай, Прут. Заторні явища мають місце в басейнах таких річок як Дунай, Сіверський Донець, Дністер. Ці гідрологічнонебезпечні явища можуть виникати також на водосховищах країни.

**Затор льоду** - небезпечне гідрологічне явище, яке представляє собою скупчення льоду в руслі, що стискує живий перетин ріки і викликає підйом рівня води в місці скупчення льоду і на ділянці вище його. Затор льоду спостерігається у весняний період при розкритті ріки.

Головними ознаками затору є:

припинення руху льоду;

аккумуляція льодового матеріалу на заторній ділянці;

виникнення підпору рівня води з затопленням прибережної території.

Затори характерні далеко не для всіх рік. Для їхнього утворення необхідне сполучення визначених умов, а саме: швидкість течії води в періоди замерзання і розкриття ріки 0,6 м/с і більш, участь великих мас льоду в льодоході і наявність перешкод руху льоду. Значні обсяги льоду формуються при замерзанні рік, розташованих у районах із затяжною осінню. Основною перешкодою для руху льоду звичайно є протяжні ділянки ріки з суцільним і досить міцним крижаним покривом. Такі ділянки властиві рікам, що зазвичай на ділянках зарегульованих рік, а також на ділянках зі значним руйнуванням крижаного покриву при швидкостях плину більше 1 м/с. Затор підірнування утворюється на 3 етапи: перед перешкодою утворюється одношарове поле крижин; крижини підірнують під одношарове скупчення і відкладаються на його нижній поверхні, поступово перемішуючись униз за течією, утворюють голову затору; внаслідок збільшення гідродинамічного тиску відбувається ущільнення затору і збільшення його товщини.

За механізмом формування розрізняють затори підірнування і затори торощення.

Методичну розробку склав:

ст. викладач

Ю.В.Квітковський