

## **РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ВИБУХОВОЇ ХВИЛІ ВНАСЛІДОК РАКЕТНОГО ОБСТРІЛУ**

## **RESULTS OF THE TECHNICAL INSPECTION OF BUILDINGS THAT WERE INFLUENCED BY THE EXPLOSIVE WAVE AS A RESULT OF THE ROCKET FIRE**

**Караван В.В., к.т.н, доцент ORCID 0000-0002-8261-692X (Національний університет водного господарства та природокористування м. Рівне)**

**Karavan V., candidate of technical sciences, associate professor ORCID 0000-0002-8261-692X (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)**

**В статті подані результати обстеження та діагностики технічного стану будівель, що зазнали впливу вибухової хвилі внаслідок ракетного обстрілу. Наведені результати візуального огляду, інструментальних досліджень та пошкодження конструкцій будівель. Оцінено технічний стан, подані висновки і рекомендації за результатами обстеження.**

**After February 24, 2022, in all regions of Ukraine, with the beginning of a full-scale war, a large number of buildings and structures of civilian, industrial, agricultural, and military purposes were damaged and destroyed as a result of shelling and bombing. The purpose of the technical inspection of buildings is to determine their actual technical condition after damage as a result of military aggression and the possibility of further safe operation. The impact of the shock wave on structures depends on the distance, the type of explosion and the size of the explosive. Blast waves affect building structures as short-term dynamic loads. 4 buildings at the military facility were inspected. Building No. 1 was the epicenter of the explosion, the extent of its destruction was complete destruction. The distance from the epicenter of the explosion to building No. 2 is 85 m. The overall technical condition of building No. 2 at the time of the inspection is not suitable for normal operation. The building suffered a slight degree of destruction. To ensure reliable and safe operation of the building, repair work must be carried out. The distance from the epicenter of the explosion to building No. 3 is 60 m. The overall technical condition of building No. 3 at the time of the inspection is emergency. The building was moderately damaged. To ensure reliable and safe operation of the building, it is necessary to carry out work on their reinforcement, as well as major repairs, for the structures. The distance from the epicenter of the**

**explosion to building No. 4 is 28 m. The overall technical condition of building No. 4 at the time of the inspection is emergency. The building was moderately damaged. To ensure reliable and safe operation of the building, it is necessary to carry out dismantling and repair work for the structures. Based on the results of diagnostics of the technical condition of structures and buildings No. 2 - No. 4 as a whole, recommendations were made to restore their operational suitability.**

**Ключові слова:** вибух, хвиля, фронт, тиск, руйнування, пошкодження, залізобетон, міцність, деформація, тріщина, навантаження, конструкція.  
Explosion, wave, front, pressure, destruction, damage, reinforced concrete, strength, deformation, crack, load, construction.

**Вступ.** Після 24 лютого 2022 року в усіх регіонах України, з початком повномасштабної війни, велика кількість будівель і споруд цивільного, промислового, сільськогосподарського, військового призначення зазнали ушкоджень та руйнувань внаслідок обстрілів і бомбардувань. Для будівель і споруд, пошкоджених внаслідок військової агресії, перед початком будівельних робіт з їх відновлення, підсилення, реконструкції тощо необхідно обов'язково провести технічне обстеження згідно чинних нормативних документів [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] із залученням сертифікованих фахівців відповідної категорії.

**Аналіз впливу вибухової хвилі на споруди.** Вибухом називають фізичне або хімічне перетворення речовини, що супроводжується у край швидким переходом його енергії в енергію стиску і руху вихідної речовини або продуктів його перетворення та навколишнього середовища. Унаслідок швидкості, з якою реакція проходить по вибуховій речовині, гази, що утворюються, набувають високого тиску і здатні, розповсюджуючись по навколишньому середовищу, породжувати в ньому ударні вибухові хвилі (хвилі стиску), здійснювати сильний удар, що руйнує і розкидає перепони.

На фронті ударних хвиль стрибкоподібно змінюється тиск, щільність, температура, швидкість руху часток середовища. Перед фронтом ударної хвилі тиск повітря рівний атмосферному (рис. 1). З приходом фронту ударної хвилі в точку дотику тиск миттєво збільшується, досягаючи максимального значення (сума атмосферного та надлишкового тисків). У міру віддалення фронту, тиск поступово знижується і через деякий проміжок часу стає рівним атмосферному. Шар стисненого повітря, що утворився, називають фазою стиснення. Ця фаза має коротку тривалість та велику інтенсивність. Ударна хвиля тягне за собою повітря, позаду утворюється зона розрідження, що має більшу тривалість та меншу інтенсивність. При цьому тиск стає нижчим атмосферного і повітря починає рухатись у напрямку, протилежному поширенню ударної хвилі, тобто до центру вибуху. За умови поширення

хвилі стиснення у вузькому просторі, розріджене повітря що утворюється може бути більш руйнівним, ніж первинний удар хвильового фронту.

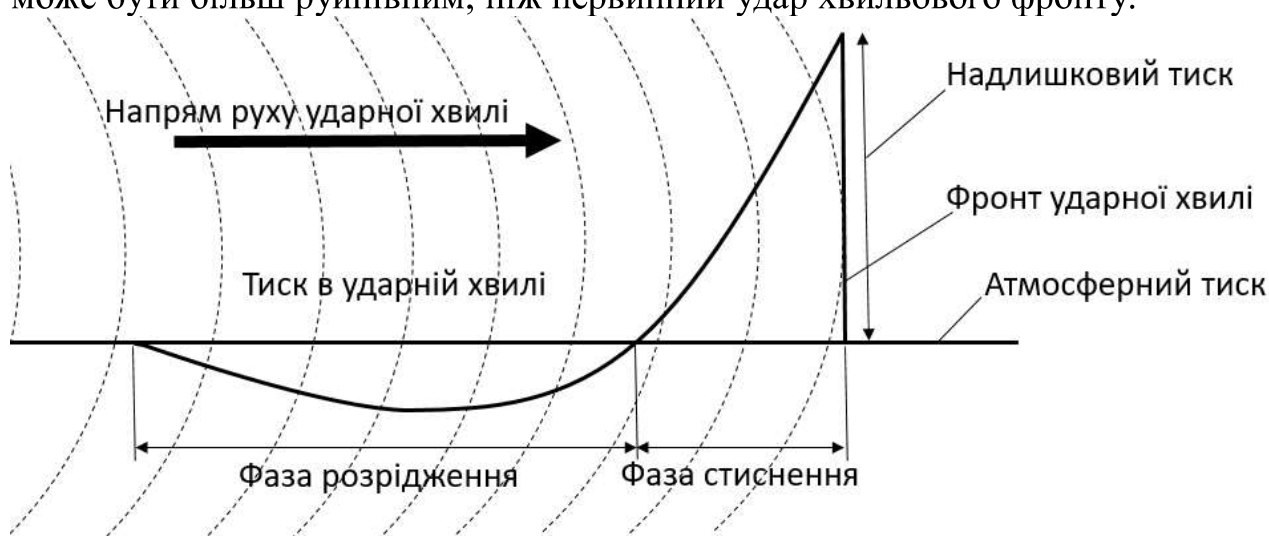


Рис. 1. Схема зміни тиску в часі для ударної хвилі

Вплив ударної хвилі на конструкції споруд залежить від відстані, типу вибуху та розміру вибухівки. Вибухові хвилі впливають на конструкції споруд як короточасні динамічні навантаження. При наземному вибуху насамперед надлишковим тиском навантажується сторона споруди, повернута до епіцентру. Потім надлишковий тиск діє на бічні сторони, дах та задню сторону. Після того як ударна вибухова хвиля вдарилася по фронтальній стороні, вона огинає перешкоду, а надлишковий тиск швидко падає. Подібно до звукових хвиль через перешкоди проникає тільки розріджена частина ударної хвилі.

Розрізняють 4 ступеня руйнування будівель і споруд при вибухах:

1. Слабка ступінь руйнування – руйнування скла, легких перегородок, відкриття легкоскидних конструкцій, дверей, воріт відбувається при надмірному тиску ударної хвилі від 5 до 20 кПа. Основні будівельні конструкції не руйнуються. Ступінь пошкодження – 10...30%. Усунення наслідків – за допомогою малого або середнього ремонту.
2. Середня ступінь руйнування – руйнування плит перекриття, покриття, стін із цегли завтовшки 51 см, бетонних стін завтовшки 26 см починається при надмірному тиску ударної хвилі від 20 до 30 кПа. Ступінь пошкодження – 30...60%. Усунення наслідків – за допомогою капітального ремонту.
3. Сильна ступінь руйнування – руйнування будівель із сталевим каркасом, стін із цегли завтовшки 64 см, бетонних стін завтовшки 36 см починається при надмірному тиску ударної хвилі від 30 до 50 кПа. Ступінь пошкодження – 50...90%. Під питанням доцільність капітального ремонту.
4. Повне руйнування – відбувається при надмірному тиску ударної хвилі від 50 кПа. Ступінь пошкодження – 90...100%. Доцільне розбирання завалів та очищення території.

**Постановка мети і задач досліджень.** Мета технічного обстеження будівель – визначення їх фактичного технічного стану після пошкодження унаслідок військової агресії та можливості подальшої безпечної експлуатації. Для досягнення мети були поставлені задачі та здійснені наступні роботи:

- виконані необхідні обміри геометричних параметрів будівель та їх конструктивних елементів;
- визначено конструктивну систему (схему) будівель та вид і типорозмір їх несучих конструкцій;
- проведено візуальне обстеження несучих конструкцій будівель, їх вузлів і елементів на наявність деформацій, дефектів і пошкоджень;
- проведено інструментальні дослідження для визначення міцності матеріалів несучих конструкцій будівель;
- встановлено технічний стан несучих конструкцій та будівель в цілому;
- подані висновки за результатами обстеження;
- розроблені рекомендації по підсиленню конструкцій та подальшій безпечній експлуатації будівель.

**Методика досліджень.** Для інструментального обстеження будівель використовували наступні прилади та обладнання: ОНИКС-2.5 (Зав. №349); ПОИСК-2.5 (Зав. №536); мікроскоп МПБ-3 з ціною поділки 0,002 мм (Зав. № 9009172); електронна рулетка BOSCH GLM 80 Professional (S.NO.: 3601K72300); рулетка стрічкова № 32455 з ціною поділки 1 мм; штангенциркуль, зав. № 570171 з відліком за ноніусом 0,05 мм.

**Результати досліджень.** Обстежувались 4 будівлі на об'єкті військового призначення.

Будівля №1 одноповерхова з підвалом розмірами в осях 30×18 м, зведена за каркасною конструктивною системою, конструктивна схема – з поздовжнім розташуванням ригелів, сітка колон каркасу складає – 6×6 м, несучі конструкції каркасу – збірні залізобетонні колони, ригелі, круглопустотні плити. Будівля була епіцентром вибуху, ступінь її руйнування – повне руйнування (рис. 2).



Рис. 2. Руйнування будівлі №1 в епіцентрі вибуху

Двоповерхова будівля №2 без підвалу розмірами в осях 27×12 м, зведена за стіною конструктивною системою, конструктивна схема – з поздовжніми несучими стінами («трюхстінна»). Висота кам'яної кладки зовнішніх стін від вимощення становить 7,2 м, зовнішні стіни будівлі товщиною 510 мм змуровані з керамічної та силікатної (лицева) повнотілої цегли на важкому розчині. Внутрішня поздовжня несуча стіна товщиною кладки 380 мм змурована з керамічної повнотілої цегли. В якості конструкцій перекриття змонтовані збірні залізобетонні попередньо напружені круглопустотні плити номінальними розмірами 6×1,2×0,22 м, плити запроектовані під розрахункове корисне навантаження 600 кг/м<sup>2</sup>.

Відстань від епіцентру вибуху до будівлі складає 85 м. За результатами візуального обстеження конструкцій будівлі №2, внаслідок вибуху, в них виявили пошкодження, які знижують їх несучу здатність та придатність до нормальної експлуатації. А саме:

- місцеві механічні пошкодження каменів кладки зовнішніх стін на глибину до 100 мм уламками після вибуху;
- похила тріщина у самонесучій фронтальній стіні шириною розкриття до 5 мм, що бере свій початок від торця перемички пройому 1-го поверху і розповсюджуються у міжвіконному поясі до пройому 2-го поверху, внаслідок динамічного впливу вибухової хвилі;
- вертикальні тріщини шириною розкриття до 5 мм на висоту 2-го поверху між зовнішніми поздовжніми несучими стінами та зовнішньою поперечною (фронтальною до епіцентру вибуху) самонесучою стіною;
- зазор шириною до 20 мм на 1-му поверсі та до 50 мм на 2-му поверсі між зовнішньою поперечною (фронтальною) стіною та внутрішньою поздовжньою стіною в місці їх перетину, який утворився внаслідок відсутності перев'язу та впливу ударної хвилі в її фазах;
- нахил зовнішньої поперечної (фронтальної) стіни назовні на величину до 30 мм внаслідок впливу розрідженої фази ударної хвилі;
- тріщини по довжині поздовжніх швів усіх плит перекриття, відшарування опорядження внаслідок динамічного впливу вибухової хвилі. Зазор шириною до 30 мм між плитами перекриття 1-го і 2-го поверху та зовнішньою поперечною (фронтальною) стіною будівлі.

Дво- та одноповерхова будівля №3 без підвалу має розмірами в осях 48×18 м, зведена за змішаною (каркасно-стіною) конструктивною системою. Висота кам'яної кладки поздовжніх зовнішніх стін від вимощення до карнизних плит становить 6,75 м. Просторова жорсткість та стійкість будівлі забезпечена: несучими поздовжніми та поперечними стінами, залізобетонними конструкціями каркасу (колони 300×300 мм, ригелі таврового перерізу висотою 450 мм) та їх з'єднанням, дисками перекриття і покриття, балками покриття, конструкціями сходових кліток (ядра жорсткості). Зовнішні стіни будівлі та несуча внутрішня стіна товщиною 510 мм змуровані з силікатної повнотілої цегли на важкому розчині. Переріз

цегляних простінків зовнішніх стін складає  $b \times h = 2200 \times 510$ ,  $640 \times 510$  мм. В якості конструкцій перекриття поверхів на ригелі та несучі поздовжні стіни змонтовані збірні залізобетонні попередньо напружені круглопустотні плити номінальними розмірами  $6 \times 1,2 \times 0,22$  м, плити запроектовані під розрахункове корисне навантаження  $600 \text{ кг/м}^2$ . На пілястри зовнішніх стін, без опорних подушок, змонтовані залізобетонні двосхилі балки БСД двотаврового перерізу номінальним прольотом 18 м, для них розрахункове корисне навантаження з покриття складає  $450 \text{ кг/м}^2$ . В якості конструкцій покриття на балки та несучі поперечні стіни змонтовані збірні залізобетонні попередньо напружені ребристі плити номінальними розмірами  $6 \times 1,5 \times 0,3$  м, плити запроектовані під розрахункове корисне рівномірно розподілене навантаження  $360 \text{ кг/м}^2$ .

Відстань від епіцентру вибуху до будівлі складає 60 м. За результатами візуального обстеження конструкцій будівлі №3, внаслідок вибуху, в них виявили пошкодження, які знижують їх несучу здатність та придатність до нормальної експлуатації. А саме:

- місцеві механічні пошкодження кладки зовнішніх стін на глибину до 100 мм уламками після вибуху;
- похилі наскрізні тріщини шириною розкриття до 15 мм на висоту будівлі у зовнішніх стінах (на перетині осей), розповсюджуються здебільшого у швах та перетинають камені кладки;
- нахил та випирання назовні кам'яної кладки по всій висоті зовнішніх стін на величину до 50 мм внаслідок впливу розрідженої фази ударної хвилі;
- відрив поздовжньої зовнішньої стіни від поперечної в місці їх перетину, тріщина у куті на висоту стіни шириною розкриття 20...50 мм;
- похилі тріщини в надвіконних поясах у верхній частині зовнішніх стін, що беруть свій початок від торців перемичок і розповсюджуються до карнизних плит. Горизонтальні тріщини в кладці на ділянках випирання назовні кладки стін на величину до 50 мм;
- випирання назовні кладки простінків на величину до 50 мм;
- відрив поперечної несучої зовнішньої стіни від поздовжніх зовнішніх стін, тріщини у кутах на висоту стіни шириною розкриття до 15 мм;
- зазори між поперечними внутрішніми стінами і перегородками та несучими зовнішніми поздовжніми стінами величиною до 50 мм;
- зміщення всіх багатопустотних плит перекриття 2-го поверху на опорах (зовнішні стіни) на величину до 20 мм внаслідок нахилу та випирання стін по всій їх довжині;
- зміщення всіх плит покриття на опорі (торцева несуча зовнішня стіна) на критичну величину до 70 мм, що більше  $1/5$  глибини закладання в стінах, внаслідок нахилу та випирання стіни по всій її довжині;
- наскрізні вертикальні та похилі тріщини шириною розкриття до 20 мм на висоту поверху у внутрішніх стінах та перегородках, обвали ділянок кладки, зміщення по горизонтальних швах кладки.

- на ділянках перекриття поверхів будівлі зруйнований розчин омоноличення поздовжніх швів між плитами, тріщини по довжині поздовжніх швів, відшарування опорядження;
- критичне зменшення (до 50 мм) ділянок обпирання для сходової площадки 2-го поверху на зовнішню несучу стіну будівлі.

Одноповерхова будівля №4 з підвалом має розміри в осях 30×12 м, зведена за стіною конструктивною системою, конструктивна схема – з поздовжніми несучими стінами («трюхстінна»). Висота надземного поверху будівлі від рівня чистої підлоги (відм. 0,000) до низу плит покриття складає 4,215 м. Зовнішні стіни будівлі товщиною 380 мм та внутрішня поздовжня несуча стіна товщиною кладки 250 мм змуровані з силікатної повнотілої цегли на важкому розчині. В якості конструкцій перекриття підвалу і покриття змонтовані збірні залізобетонні попередньо напружені ребристі плити номінальними розмірами 6×1,5×0,3 м, плити запроектовані під розрахункове корисне рівномірно розподілене навантаження 360 кг/м<sup>2</sup>.

Відстань від епіцентру вибуху до будівлі складає 28 м. За результатами візуального обстеження конструкцій будівлі №4, внаслідок вибуху, в них виявили пошкодження, які знижують їх несучу здатність та придатність до нормальної експлуатації. А саме:

- місцеві механічні пошкодження кладки зовнішніх стін на глибину до 120 мм уламками після вибуху;
- вертикальна наскрізна тріщина шириною розкриття до 20 мм на висоту надземного поверху, в куті на перетині зовнішніх стін, що розповсюджується у швах та перетинає камені кладки;
- нахил та випирання назовні по всій довжині зовнішньої (фронтальної) несучої стіни в межах надземного поверху на величину до 100 мм, що більше 1/6 її товщини внаслідок впливу розрідженої фази ударної хвилі;
- зміщення всіх плит покриття на опорі (фронтальна до епіцентру вибуху зовнішня стіна) на критичну величину до 100 мм, що більше 1/5 глибини закладання в стінах (рис. 3);
- зруйнований розчин омоноличення поздовжніх швів між плитами покриття, тріщини по довжині поздовжніх швів.

**Висновки та рекомендації.** На основі проведеного технічного обстеження будівель, що зазнали впливу вибухової ударної хвилі внаслідок ракетного обстрілу, встановили:

1. Технічний стан будівлі №2 в цілому на час обстеження – не придатний до нормальної експлуатації. Будівля зазнала слабого ступеня руйнування. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівлі необхідно здійснити ремонтні роботи.

2. Технічний стан будівлі №3 в цілому на час обстеження – аварійний. Будівля зазнала середнього ступеня руйнування. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівлі необхідно здійснити для конструкцій роботи з їх підсилення, а також капітальний ремонт.

3. Технічний стан будівлі №4 в цілому на час обстеження – аварійний. Будівля зазнала середнього ступеня руйнування. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівлі необхідно здійснити для конструкцій демонтажні та ремонтні роботи.



Рис. 3. Зміщення плит покриття на опори (фронтальна до епіцентру вибуху стіна)

За результатами діагностики технічного стану конструкцій і будівель №2 – №4 в цілому, надали рекомендації по відновленню їх експлуатаційної придатності.

У тріщини в зовнішніх стінах будівель шириною розкриття більше 5 мм торкретувати цементно-піщаний розчин на клейкій основі марки не нижче М100. Ділянки зовнішніх та внутрішніх стін з тріщинами (у т.ч. наскрізними) очистити від опорядження та зруйнованих часток матеріалів й оштукатурити з обох боків цементно-піщаним розчином на клейкій основі марки не нижче М100 по закріпленій металевій сітці рабиця.

У зазори, що утворилися між поздовжніми і поперечними стінами по висоті поверхів будівлі торкретувати цементно-піщаний розчин на клейкій основі марки не нижче М100. На ділянці, по висоті поверху, кладку стін очистити від опорядження та зруйнованих матеріалів й оштукатурити з обох сторін цементно-піщаним розчином марки М100 по закріпленій металевій сітці. Підсилити стіни по висоті на ділянках з наскрізними тріщинами, а також у місцях відриву поздовжніх стін від поперечних сталевими двосторонніми накладками або металевими скобами діаметром 10 мм, з кроком елементів підсилення не більше 500 мм.



Підсилити простінки 1-го та 2-го поверхів несучих зовнішніх стін будівлі №3 сталевими обіймами з попередньо напруженими хомутами. Перед влаштуванням обійм на висоту проїомів перерізи простінок очистити від опорядження та зруйнованих матеріалів, відновити кладку. Поздовжні кутники обійми, із металевих прокатних рівнополицевих кутників 63×63 мм, встановлювати на шар вирівнюючого цементно-піщаного розчину марки М100 та тимчасово обтиснути струбцинами. Попередньо напружені поперечні планки, із сталевих смуг шириною не менше 50 мм і кроком 300 мм, приварити до кутників після нагріву до 200...250 °С. Після влаштування сталевих обійм їх необхідно оштукатурити цементно-піщаним розчином марки М100.

Здійснити ремонт поздовжніх швів з пошкодженнями між плитами перекриття і покриття будівель оштукатуренням цементно-піщаним розчином марки не нижче М100 по закріпленій сітці, попередньо розчистивши шви.

Підсилити вузол обпирання (несуча зовнішня торцева стіна) залізобетонних ребристих плит покриття будівлі №3, шляхом підведення під поздовжні ребра плит металевих балок на влаштованих стійках, або змурованих армоцегляних пілястрах. Під стійки (пілястри) влаштувати монолітні бетонні фундаменти.

Підсилити вузол обпирання (несучі зовнішні стіни) залізобетонних багатопустотних плит перекриття та сходової площадки 2-го поверху будівлі №3, якщо зменшення їх площадки обпирання складає більше 20 мм, шляхом встановлення металевих опорних столиків з прокатного швелера.

Демонтувати кам'яну кладку поздовжньої (фронтальної) зовнішньої несучої стіни на висоту надземної частини будівлі №4. Змурувати стіну по новому, забезпечивши перев'яз кладки з зовнішніми поперечними стінами, з наступним монтажем ребристих плит покриття, забезпечивши для них проектну величину обпирання на стіни.

1. «Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва». Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 р. № 257.

«Poriadok provedennia obstezhennia pryiniatykh v ekspluatatsiiu obiektiv budivnytstva». Zatverdzheno postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 12 kvitnia 2017 r. № 257.

2. «Зміни до порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва». Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 5 квітня 2022 р. № 423.

«Zminy do poriadku provedennia obstezhennia pryiniatykh v ekspluatatsiiu obiektiv budivnytstva». Zatverdzheno postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 5 kvitnia 2022 r. № 423.

3. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 44 с.

DSTU-N B V.1.2-18:2016 Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2017. – 44 s.

4. ДБН В.1.2-1-95 Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів. Державний комітет України у справах будівництва і архітектури. – Київ: 1995 – С. 22.

DBN V.1.2-1-95 Polozhennia pro rozsliduvannia prychnyn avarii (obvalen) budivel, sporud, yikh chastyn ta konstruktyvnykh elementiv. Derzhavnyi komitet Ukrainy u spravakh budivnytstva i arkhitektury. – Kyiv: 1995 – S. 22.

5. ДБН В.1.2-9-2008. СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 21 с.

DBN V.1.2-9-2008. SNBB. Osnovni vymohy do budivel i sporud. Bezpeka ekspluatatsii. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2008. – 21 s.

6. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с.

DBN V.1.2-14-2009. SNBB. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruksii ta osnov. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 30 s.

7. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та безпеки будівель і споруд. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 30 с.

DBN V.1.2-14:2018 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivel i sporud. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2018. – 30 s.

8. ДБН В.1.2-6-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 15 с.

DBN V.1.2-6-2008. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Osnovni vymohy do budivel i sporud. Mekhanichnyi opir ta stiikist. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2008. – 15 s.

9. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 14 с.

DSTU 8855:2019 Budivli ta sporudy. Vyznachennia klasu naslidkiv (vidpovidalnosti). – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2019. – 14 s.

10. ДБН В.2.6–98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції: основні положення. Київ: Мінрегіонбуд України. 2011. 71 с.

DBN V.2.6–98:2009. Betonni ta zalizobetonni konstruksii: osnovni polozhennia. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. 2011. 71 s.

11. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 94 с.

DBN V.2.6-162:2010 Konstruksii budynkiv i sporud. Kamiani ta armokamiani konstruksii. Osnovni polozhennia. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2011. – 94 s.

12. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 68 с.

DSTU B V.3.1-2:2016 Remont i pidsylennia nesuchykh i ohorodzhualnykh budivelnykh konstruksii ta osnov budivel i sporud. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2017. – 68 s.