

УДК 69.059 : 69.003 : 72.025

¹ **О.І. Менейлюк**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельного виробництва. ORCID ID: 0000-0002-1007-309X;

² **І.О. Менейлюк**, доктор технічних наук, доцент кафедри хімії та екології. ORCID ID: 0000-0001-7075-2898;

³ **В.В. Руссий**, доктор філософії, старший викладач кафедр технології будівельного виробництва та хімії та екології ORCID ID: 0000-0002-5884-2097.

^{1,2,3} Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню стану пошкоджених внаслідок воєнних дій будівель та споруд. Ці об'єкти в Україні знаходяться як в глибокому тилу так і біля лінії зіткнення. В рамках дослідження, на прикладах, розглянуто два випадки впливу воєнних дій: перший – влучання порад з будівлею; другий – пряме влучання в будівлю або вибух великої потужності порад з будівлею. При першому випадку майже в усіх випадках одночасно пошкоджень зазнають: оздоблення зовнішніх стін, заповнення прорізів (віконних та дверних) та покрівля. При другому випадку зазвичай притаманні пошкодження характерні й для першого випадку, але крім цього – відбувається часткове руйнування несучих конструкцій і пошкодження (або руйнування) пов'язаних з ними елементів.

В рамках дослідження руйнівний вплив воєнних дій за обома випадками розглянуто для усіх визначених в статистичному аналізі типів будівель. А саме, розглянуто приклади пошкоджених та повністю зруйнованих цегляних, крупноблочних, панельних, каркасних будівель та інших об'єктів (які є або унікальними або їх тип за конструктивною ознакою встановити не вдалось). За результатами дослідження встановлено, що найбільш стійкими до впливу воєнних дій є каркасно-монолітні будівлі; найменш стійкими – панельні будівлі. Встановлено, що загальний характер пошкоджень не залежить від типу будівлі та від того пряме влучання чи ні. Однак, для кожного типу будівель можуть виникати притаманні лише їм дефекти або пошкодження (наприклад, великі тріщини в цегляних будівлях).

Результати наукового аналізу визначення характеру впливу воєнних дій на будівлі та споруди, надають змогу виконувати подальші дослідження у сфері відновлення пошкоджених об'єктів будівництва. Зокрема, приймати рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроектних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення; враховувати характер пошкоджень та особливості організаційно-технологічних рішень у комплексному процесі відновлення будівель та споруд.

Ключові слова. пошкодження будівель, вплив воєнних дій, організаційно-технологічні рішення відновлення.

Вступ

Десятки тисяч будівель та споруд на території України піддаються дії позапроектних впливів, що спричинені воєнними діями. До них можливо віднести вплив вибухової хвилі, попадання засобів ураження (наприклад осколків, що рухаються на великій швидкості), термічного впливу, вібрацій тощо. При цьому будівлі та споруди пошкоджуються як на лінії зіткнення так і в глибокому тилу.

Певні типи будівель або їх частини можуть бути менш стійкими до цих впливів. Крім цього, в різних типах будівлях можуть з'являтися характерні лише для них наслідки дії позапроектних впливів. Від цього відповідно можуть залежати й подальші дії з відновлення пошкоджених та будівництва нових будівель в країні, наприклад:

- прийняття рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроектних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення;
- врахування характеру пошкоджень та особливостей організаційно-технологічних рішень у комплексному процесі відновлення будівель та споруд.

Тому проведення дослідження стану пошкоджених та зруйнованих будівель на конкретних прикладах є актуальним.

Матеріали і методи досліджень

Пошук прикладів пошкоджених будівель та споруд для проведення наукового дослідження характеру пошкоджень будівель здійснений шляхом аналізу інформації з відкритих інформаційних джерел. При цьому використовувались такі основні джерела: видання «Українська правда»; загальноукраїнський сайт новин ТСН.ua; видання «Економічна правда»; видання «Корреспондент.net»; видання OBOZRE-VATEL; видання мультимедійна платформа іномовлення України «УКРІНФОРМ»; видання LB.ua; видання «Суспільне новини», інформаційний портал РБК-Україна [1-8] та інші.

Під час проведення наукового аналізу здійснено дослідження характеру пошкоджень основних прикладів будівель та споруд серед визначених типів розподілення за конструктивною ознакою в статистичному аналізі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останніх дослідженнях [9, 10] було проаналізовано характер пошкоджень та вибіркові приклади пошкоджених будівель до 2022 року. При цьому не враховувався статистичний аналіз розподілення

пошкоджених будівель за типами. Він був виконаний після оцінки характеру пошкоджень на вибіркових одиничних прикладах. Однак в цих роботах не було визначено найбільш стійкі до руйнувань (пошкоджень) будівлі. Визначено тільки основний вид пошкодження цегляних стін – утворення тріщин та щілин. Тому, аналіз, що виконаний у роботах [9, 10] є дуже стислим та обмеженим. Було досліджено залежність руйнувань від географічного місцерозташування об'єкту від лінії зіткнення. Визначено, що відповідний фактор не впливає на характер пошкоджень внаслідок наявності та застосування засобів ураження, здатних робити великі руйнування й у глибокому тилу. Тому, необхідно виконати деталізований науковий аналіз пошкоджень різних будівель з прив'язкою до їх типів за конструктивною ознакою.

Питанням відновлення пошкоджених будівель присвячені роботи вчених Савйовського В.В., Григоровського А.П., Шумакова І.В., Буртніка С.В. [11-14] та інших.

Питанням проведення обстеження пошкоджених будівель та споруд, визначення розміру шкоди та збитків; характеру пошкоджень присвячені роботи Джавалова Н.В., Говорухи І.В., Башкірова Г.Б., Фурсова Ю.В., Ковальова І.О., Гопчака І.В., Жука В.М. та інших вчених [15-17]. Головним чином ці роботи присвячені аспектам визначення розміру заподіяної шкоди при наявності встановленого рівня фізичного зносу, завданого дією позапроектних впливів.

В роботі [15] визначено, в яких населених пунктах України було пошкоджено найбільшу кількість будівель та споруд. Зокрема, вони знаходяться на території Донецької, Луганської, Херсонської, Харківської та деяких інших областей. Згідно роботи [15] загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів станом лише на 1 вересня 2022 року складає 74,1 млн. м² (7,3 % від загальної площі житлового фонду України); визначено їх кількісне розподілення за ступенем пошкодженості.

В роботі [18] виконано наведено статистичний аналіз розподілу 746 пошкоджених та зруйнованих будівель та споруд за конструктивною ознакою (рис. 1.1). З діаграми розподілу (рис. 1.1) видно, що найбільшу частку складають пошкоджені або зруйновані цегляні будівлі (74,26 %). Меншу, але порівняно високу частку складають панельні, крупноблочні та каркасні будівлі 14,08 %. Інші будівлі та споруди, які

є унікальними або тип за конструктивною ознакою яких не вдалось встановити становлять 11,66 %.

Метою дослідження є визначення найбільш стійких до впливу воєнних дій типів будівель за конструктивною ознакою.

Виклад основного матеріалу

Згідно [19-21] для прийняття рішення щодо відновлення або повного демонтажу будівлі необхідно провести обстеження. Воно не може проводитись виключно за фото- або відео- фрагментами (без доступу комісії до об'єкту). Тому, в рамках даного дослідження, проводиться поверхневе наукове дослідження стану будівель з визначенням причин та характерних особливостей їх пошкоджень. Розглянуті приклади будівель та споруд зазнали пошкоджень або повного руйнування внаслідок дії позапроектних впливів, а саме – впливу воєнних дій. Зокрема, це: дія вибухової хвилі, потрапляння засобів ураження (в тому числі осколків), термічний вплив (в тому числі пожежі, що виникають внаслідок вибуху), вібрації тощо.

В рамках дослідження виділено 2 випадки впливу воєнних дій на будівлі та споруди.

Перший випадок – коли вибух стався поряд з будівлею. В такому разі майже в усіх випадках одночасно пошкоджень зазнають: оздоблення зовнішніх стін, заповнення прорізів (віконних та дверних) та покрівля. Найчастіше світлопрозорі конструкції повністю вибиває. Не світлопрозорі конструкції (дверні полотна, коробки, віконні рами тощо) прорізів або пошкоджує осколками або повністю вибиває. В покрівельному покритті пробиваються наскрізні отвори або під дією вибухової хвилі листи покрівлі скидає, згинає чи розламає. Іноді незначно пошкоджується решетування та кроквяна система, особливо якщо вони знаходяться у занедбаному стані. Схожа ситуація з оздобленням: мокрі фасади - посічуються осколками, вентиляовані – місцями відпадають та/або посічуються осколками. На фасаді можуть з'являтися вибоїни.

Другий випадок - наявне пряме влучання або поряд з будівлею (за умови, що вибух великої потужності). Усі будівлі, що відносяться до другого випадку мають пошкодження характерні і для першого. Крім цього, відбувається часткове руйнування несучих конструкцій і пошкодження (або руйнування) пов'язаних з ними елементів. Під пов'язаними еле-



Рис.1.1 Діаграма статистичного аналізу розподілу пошкоджених та зруйнованих будівель та споруд за конструктивною ознакою

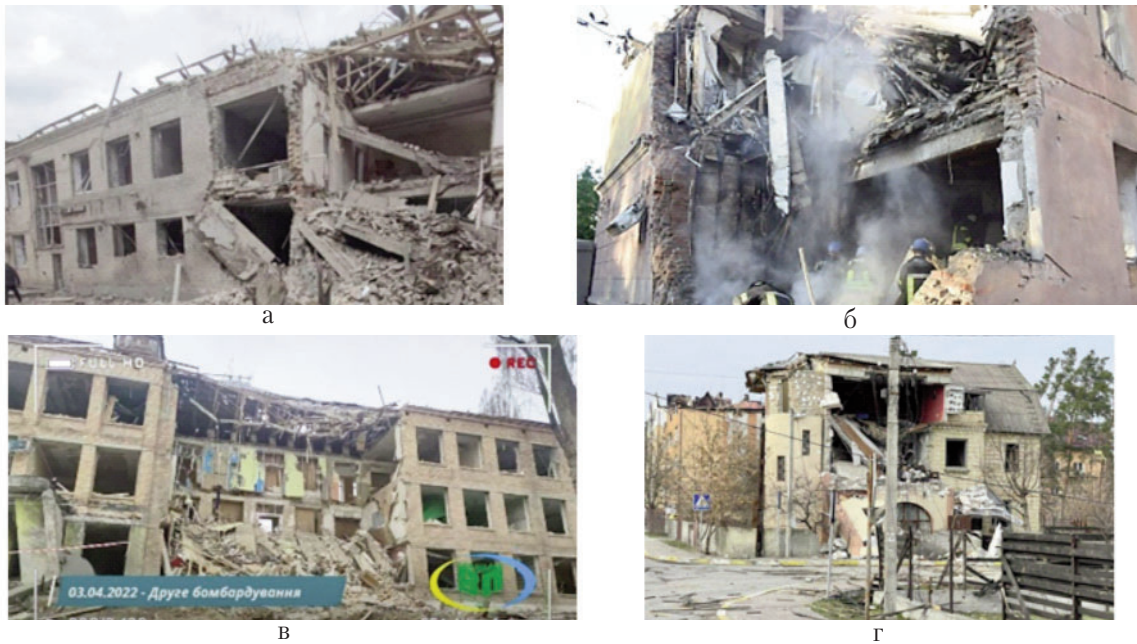


Рис. 1.2 Пошкоджені за другим випадком будівлі (прямим влучанням): а) – лікарня у м. Баштанка, Миколаївська область; б) – житловий будинок у м. Слов'янськ, Донецька область; в) – КНЗ КОР «Васильківський професійний ліцей» у м. Васильків, Київська область; г) – приватний будинок в м. Ірпінь (передмістя м. Київ)

ментами в даному випадку розуміються елементи будівель, що пошкоджуються (або руйнуються) не від впливу вибуху, а вій його наслідків. До них відносяться спричинені війсьними діями: пожежі, перерозподіл навантажень, внаслідок руйнування частин будівель, обвалення елементів (внаслідок якого руйнуються елементи, які були зачеплені при падінні) тощо. Місцями руйнуються конструкції перекриттів, зовнішніх, внутрішніх стін, елементів каркасу та даху. Пошкодження зазнає внутрішнє оздоблення стін, стель та підлог. Пошкоджуються чи повністю руйнуються (наприклад при виникненні пожежі) інженерні комунікації. У виключних випадках пошкодження зазнають фундаменти. Як правило, при пошкодженні фундаментів відновлення будівель є не раціональним. Воно супроводжується значними пошкодженнями будівлі вище «нульової відмітки». Тому, в цьому випадку, зазвичай відбувається повний демонтаж будівлі.

Характерною особливістю другого випадку – є виникнення поодиноких та/або мереж тріщин та щілин в різних місцях несучих або огорожуючих конструкцій. Наявний великий діапазон значень глибини та ширини розкриття тріщин. В досліджених будівлях глибина розкриття тріщини може досягати товщини стіни (або пошкодженого елемента), а ширина розкриття - кількох сантиметрів та більше.

Такі значення є більш притаманними огорожувальним конструкціям, виконаним з дрібноштучних матеріалів.

Надалі розглядатимуться найбільш показові з точки зору авторів приклади пошкоджених будівель та споруд з 746 досліджених в статистичному аналізі.

Розглянемо приклади пошкоджених та зруйнованих цегляних будівель, що зазнали вплив військових дій за двома випадками. На рисунку 1.2 [1, 22, 23] наведено пошкодження будівель згідно другого випадку. В даних прикладах пошкодження відбулись при прямому влучанні в будівлю.

З рисунку 1.2 видно, що вибух стався при безпосередньому контакті з елементами будівель. Часткових руйнувань та пошкоджень зазнають зовнішні та внутрішні цегляні стіни. При цьому непридатну до подальшого використання частину кладки необхідно демонтувати, а частину відновлювати. Аналогічна ситуація спостерігається з перекриттями та несучими елементами даху.

З рисунку 1.2 видно, що абсолютну більшість прорізів, як віконних так і дверних – вибито. Покрівельне покриття повністю зруйновано та підлягає заміні. «Мокре» фасадне оздоблення частково відшарувалось та посічено осколками. Стіни без зовнішнього оздоблення є більш стійкими, однак піддаються місцевому впливу посічення осколками.



Рис. 1.3 Зруйновані за другим випадком (при прямому влучанні): а) – будинок в Харківській області; б) – влучанням та пожежею школа №1 в м. Авдіївка, Донецька область; в) – будівля в Миколаївській області



Рис. 1.4 Пошкоджений за 1-м випадком (влучання поряд з будівлею) корпус дитячого табору в Чугуївському районі Харківської області

З рисунку 1.2, г видно, що при прямому влучанні суттєво відстають та руйнуються вентиляційні фасадні системи.

На рисунку 1.3 [1] зображено зруйновані за другим випадком цегляні будівлі, які пошкоджені набагато більше та не підлягають відновленню. Відходи від руйнувань цих будівель можливо використовувати як лише вторинний ресурс чи утилізувати.

Особливістю пошкоджень цих будівель є руйнування великої кількості будівельного об'єму будівлі згідно причин другого випадку пошкоджень. При цьому значних руйнувань зазнають усі елементи будівель, зазвичай крім фундаментів.

На рисунку 1.4 [1] зображено приклад пошкодження цегляної будівлі за 1-м випадком, тобто коли вибух стався поряд з будівлею.

З рисунку 1.4 [1] видно, що пошкодження згідно 1-го випадку є набагато меншими, ніж у другому. Відновлення цих будівель є очевидно простішим. Пошкодження зазнають лише віконні та дверні прорізи. При цьому частково віконні та дверні рами залишаються цілими. Це дозволяє тимчасово закрити прорізи доступними матеріалами, такими як наприклад OSB плити або вологостійка фанера. Частка віконних та дверних прорізів залишаються повністю вцілілою, без пошкоджень світлопрозорих елементів. Оздоблення зазнає незначних пошкоджень у вигляді невеликих вибоїн та посічень осколками або не пошкоджується взагалі. Покрівельне покриття у різних випадках може частково або повністю підлягати заміні. В деяких випадках воно залишається повністю цілим. Кровляні конструкції залишаються цілими,



а



б



в



г

Рис. 1.5 Пошкоджені за другим випадком (прямим влучанням): а) – блочна будівля у Луганській області; б) – панельна будівля у м. Харків; в) – блочна будівля в м. Торецьк, Донецька область; г) – каркасно-монолітна будівля в м. Київ

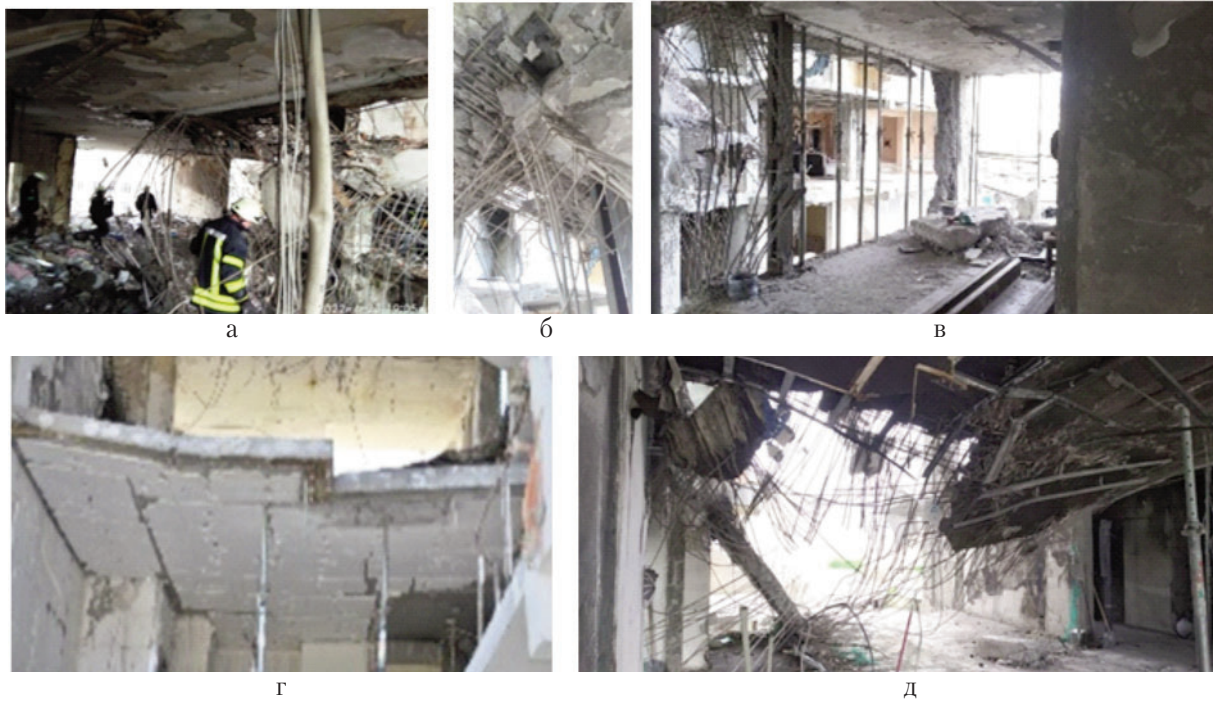


Рис. 1.6 Пошкоджена за другим випадком (прямим влучанням ракети) каркасно-монолітна будівля в м. Одеса – житловий комплекс «ТІРАС»: а) - повне руйнування частини діафрагми; б) – руйнування колони; в) – руйнування колон та пошкодження перекриттів (уламок діафрагми лежить на перекритті); г) – прогин перекриття, локально більший ніж 200 мм; д) – повне обвалення частини перекриття

незначних пошкоджень може зазнавати лише решетування та шари тепло-волого- або паро- захистів.

Розглянемо приклади пошкоджених та зруйнованих крупноблочних, панельних та каркасних будівель, що зазнали вплив воєнних дій.

На рисунках 1.5-1.7 [1, 24, 25] наведено пошкодження будівель згідно другого випадку. В даних при-

кладах пошкодження відбулись при прямому влучанні в будівлю. В двох з шести наведених будівель пряме влучання засобів ураження спричинило пожежу (рис. 1.5 а, б). В цих випадках заміні підлягають усі погорілі елементи будівлі, які не можливо очистити та експлуатувати. Особливістю пошкоджених будівель даного типу є те, що руйнування покрівлі



Рис. 1.7 Пошкоджена прямим влучанням ракети крупноблочна 9-ти поверхова житлова будівля в селищі Сергіївка (Одеська область, Білгород-Дністровський район): а) – обвалення плит перекриттів; б) – руйнування поясних стінових та підвіконних блоків; в) – зруйновані зовнішні стіни, заповнення прорізів; г) – руйнування балконних плит; д) – горизонтальне зміщення блоків



Рис. 1.8 Зруйновані панельні будинки за 2-м випадком (пряме влучання):
а) – с. Бородянка, Київська область; б) – в Луганській області

виникає тільки внаслідок прямого влучання в неї або в результаті того, що виникла пожежа. За другим випадком будівлі даного типу отримають точкові комплексні пошкодження (якщо не виникла пожежа), які можливо усунути.

Зруйновані частини стінових огорожуючих або несучих конструкцій можливо відновлювати відомими способами, наприклад кладкою з газобетонних блоків з застосуванням монолітного залізобетонного каркасу. В них пошкоджень зазнають огорожуючі конструкції та за дуже рідким винятком елементи несучого залізобетонного каркасу. Але при прямому влучанні можливе значне локальне пошкодження каркасу. Наприклад, при влучанні ракети в житловий комплекс «ТІРАС», м. Одеса (рис. 1.6) були суттєво локально пошкоджені несучі залізобетонні конструкції. Місцями прогін перекриттів досягав більше 200 мм (рис. 1.6, г) або вони були повністю зруйновані [24]. Оздоблення, якщо воно наявне, зазнає аналогічних пошкоджень, що і у розглянутих випадках цегляних будівель.

З рисунків 1.5-1.7 та проведеного аналізу інших пошкоджених об'єктів можливо зробити висновок, що в цілому найбільш стійкими до пошкоджень при прямому влучанні є каркасно-монолітні будівлі.

Блочні будівлі (рис. 1.5, а, в; 1.7) більше піддаються руйнівному впливу воєнних дій. Найбільш небезпечні при прямому влучанні панельні будівлі. Значний будівельний обсяг цих будівель може повністю «скластися», що видно на прикладах повністю зруйнованих панельних будівлях (рис. 1.8) [1].

На рисунку 1.9 [1] зображено приклад пошкоджені за 1-м випадком панельної будівлі. Вибух стався поряд з будівлею та спричинив посічення фасаду осколками, однак не привів до руйнування стінових несучих елементів та перекриттів. Значних пошкоджень отримали лише віконні та дверні прорізи.

На рисунку 1.10 [1, 6, 26] наведено пошкодження інших об'єктів, тобто 3-го типу за конструктивною ознакою згідно проведеного статистичного аналізу.

На рисунку 1.10, а зображено пряме влучання у супермаркет з металевим несучим каркасом. При цьому руйнувань зазнали лише легкі, каркасні, сталеві огорожувальні конструкції (зазвичай скорочено ЛСТК). Основні несучі металеві елементи показали високу стійкість та є вцілілими. Слід відмітити, що це зумовлено, крім іншого, відсутністю пожежі.

На рисунку 1.10, б зображено наслідки ліквідованої пожежі на автозаправній станції, що виникла внаслідок вибуху.



Рис. 1.9 – Пошкоджена будівля у м. Київ за 1-м випадком (влучання поряд з будівлею)



Рис. 1.10 Пошкоджені: а) – прямим влучання супермаркет з металевим каркасом у м. Харків; б) – автозаправна станція у м. Миколаїв; в) – Радіоастрономічна обсерваторія імені Семена Брауде у селі Волохів Яр, Харківська область; г) – сталеві резервуари з олією у Миколаєві (червоним кольором позначені місця отворів, які були пробиті осколками); д) – електрична підстанція у м. Київ; е) – ангар аеропорту в селищі міського типу Гостомелі, Київська область; є) – міст у Чернігівській області

На рисунку 1.10, в наведено пошкоджені унікальної будівлі та її обладнання «Радіоастрономічної обсерваторії імені Семена Брауде». В даному випадку влучання в покрівлю призвело до часткового руйнування покрівлі та перекриття; віконних прорізів та пошкодження унікального обладнання.

На рисунку 1.10, г зображено наслідки влучання

поряд зі сталевими резервуарами з олією. Це призвело до пробію осколками та порушення герметичності резервуару.

На рисунку 1.10, д зображено пошкоджену в одному з масивних обстрілів України електричну підстанцію.

Більшість подібних влучань як правило призводить до виникнення пожеж та необхідності повної

заміни обладнання підстанції.

На рисунку 1.10, є наведено пошкоджений осколками внаслідок ведення активних бойових дій ангар аеродрому. В даному випадку несучі сталеві елементи не пошкоджені, однак заміні підлягає пробите покрівельне покриття цих елементів.

На останньому з обраних прикладів (рис. 1.10, є) зображено вщент зруйнований сталевий міст, який не підлягає відновленню.

Висновки

1. Аналіз фото- та/або відео- фіксації поточного стану будівель дозволив встановити характер їх пошкоджень при різних типах впливу вибухів.

2. При прямому влучанні (за другим випадком) найбільшим руйнуванням піддаються панельні будівлі. Найбільш стійкими до впливу воєнних дій (позапроєктних впливів) є каркасно-монолітні будівлі. При влучанні поряд з будівлею (за першим

випадком) усі будівлі зазнають однакових несуттєвих пошкоджень.

3. В кожному типі будівлі можуть виникати притаманні лише їм дефекти або пошкодження. Наприклад, тріщини в цегляних будівлях є більш розповсюдженими та зазвичай мають більшу ширину та глибину ніж у бетонних елементах; в цегляній кладці можуть бути наявні розшарування (відокремлення) частин кладки, які не притаманні іншим конструкціям.

4. З використанням результатів досліджень можливо:

- приймати рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроєктних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення;
- враховувати характер пошкоджень та особливості організаційно-технологічних рішень у моделюванні комплексного процесу відновлення будівель та споруд.

Література

1. Матеріали видання «Українська правда», заснованого Георгієм Гонгадзе у 2000 році. URL: <https://www.pravda.com.ua/>; <https://life.pravda.com.ua/> (дата звернення 20.01.2024).
2. Матеріали загальноукраїнського сайту новин ТСН.ua, який працює під брендом Телевізійної служби новин, що виходить на телеканалі 1+1. URL: <https://tsn.ua/> (дата звернення 20.01.2024).
3. Матеріали веб-сторінки видання «Корреспондент.net». URL: <https://ua.korrespondent.net/> (дата звернення 20.01.2024).
4. Матеріали веб-сторінки видання OBOZREVATEL. Відео. URL: <https://www.obozrevatel.com/> (дата звернення 21.01.2024).
5. Матеріали веб-сторінки видання мультимедійна платформа іномовлення України «УКРІНФОРМ». URL: <https://www.ukrinform.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
6. Матеріали видання «Економічна правда». URL: <https://www.epravda.com.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
7. Матеріали видання «Суспільне новини». URL: <https://susilne.media/> (дата звернення 21.01.2024).
8. Матеріали веб-сторінки видання LB.ua. URL: <https://lb.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
9. Руссий В.В. Аналіз прикладів пошкоджень військового характеру в цегляних будівлях. Науковий вісник будівництва. 2021. Вип. 104, № 2. С. 208-211.
10. Менеїлюк О.І., Руссий В.В. Аналіз характерних пошкоджень будівель та споруд отриманих в результаті військових дій. Тези доповідей 77-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 13-14 травня 2021 року. Одеса: ОДАБА, 2021. С. 3.
11. Григоровський А.П. Порівняльний аналіз та вибір варіанту організаційно-технологічних рішень процесу ліквідації наслідків аварійних руйнувань. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 17-24.
12. Особливості конструктивних та організаційно-технологічних рішень при відновленні залізобетонних мостових споруд / Шумаков І.В. та ін. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 11-16.
13. Почапський М.Д., Буртнік С.В., Помазан М.Д. Перспективи збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні / Шумаков І.В. та ін. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 35-41.
14. Савйовський В.В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посібник. К.: Видавництво Ліра-К, 2018. 320 с.
15. Джавалов М.Н., Буртнік С.В., Говоруха І.В. Аналіз прямих втрат та завдань відновлення основних фондів, пошкоджених у результаті бойових дій в Україні. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 25-29.
16. Башкіров Г.Б., Фурсов Ю.В. Спосіб опосередкованого визначення розміру збитків після пошкодження цивільної будівлі в Харкові. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 42-49.
17. Визначення збитків, завданих об'єктам водогосподарської інфраструктури внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України / Гопчак І.В. та ін. Науковий вісник будівництва. 2022. Т. 108, №2. С. 60-67.
18. Ковров А.В., Менеїлюк О.І., Руссий В.В. Математичне моделювання оптимізації процесів ліквідації пошкоджень цегляних будівель. IV Міжнародна науково-практична конференція «Енергоощадні машини і технології» 23-25 травня 2023 року. Київ: КНУБА, 2023. С. 134-138.
19. Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 р. № 257. Урядовий кур'єр. 2017. 20 квітня.
20. Методика проведення обстеження та оформлення його результатів : затв. Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 06 серпня 2022 року. № 144. Офіційний вісник України. 2022. № 61. С. 179.
21. Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків воєнних дій, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2022 р. № 473. Урядовий кур'єр. 2022. 22 квітня.
22. Пошкоджений КНЗ КОР «Васильківський професійний ліцей» після. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Z_XVTnrTVuo (дата звернення 25.01.2024).
23. Український інформаційний портал РБК-Україна. URL: <https://www.rbc.ua/> (дата звернення 25.01.2024).

24. Звіт за результатами технічного обстеження стану конструкцій секцій 3, 4 16-ти поверхового будинку житлового комплексу «ТІРАС» у місті Одеса та розробки протипожежних заходів та відновлювальних робіт для забезпечення подальшої безпечної експлуатації будинку / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 80 с.
25. Технічний висновок за результатами технічного обстеження 9-ти поверхового житлового будинку в Одеській області (Білгород-Дністровський району, селище Сергіївка) та розробка заходів щодо його подальшої безпечної експлуатації / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 111 с.
26. Інформаційне агентство «Українські Національні Новини». URL: <https://www.unn.com.ua/> (дата звернення 27.01.2024).

References

1. Materialy vydannia «Ukrainska pravda», zasnovano Heorhiem Honhadze u 2000 rotsi. URL: <https://www.pravda.com.ua/>; <https://life.pravda.com.ua/> (data zvernennia 20.01.2024).
2. Materialy zahalnoukrainskoho сайту novyn TSN.ua, yakyy pratsiuye pid brendom Televiziinoi sluzhby novyn, shcho vykhodyt na telekanali 1+1. URL: <https://tsn.ua/> (data zvernennia 20.01.2024).
3. Materialy veb-storinky vydannia «Korrespondent.net». URL: <https://ua.korrespondent.net/> (data zvernennia 20.01.2024).
4. Materialy veb-storinky vydannia OBOZREVATEL. Video. URL: <https://www.obozrevatel.com/> (data zvernennia 21.01.2024).
5. Materialy veb-storinky vydannia multymediina platforma inomovlennia Ukrainy «UKRINFORM». URL: <https://www.ukrinform.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
6. Materialy vydannia «Ekonomichna pravda». URL: <https://www.epravda.com.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
7. Materialy vydannia «Suspilne novyny». URL: <https://suspilne.media/> (data zvernennia 21.01.2024).
8. Materialy veb-storinky vydannia LB.ua. URL: <https://lb.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
9. Russyi V.V. Analiz prykladiv poskodzhenn viiskovoho kharakteru v tsehlanykh budivliakh. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2021. Vyp. 104, № 2. S. 208-211.
10. Meneiliuk O.I., Russyi V.V. Analiz kharakternykh poskodzhenn budivel ta sporud otrymanykh v rezultati viiskovykh dii. Tezy dopovidei 77-yi nauko-tekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii 13-14 travnia 2021 roku. Odesa: ODABA, 2021. S. 3.
11. Hryhorovskiy A.P. Porivnialnyi analiz ta vybir variantu orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen protsesu likvidatsii naslidkiv avarinykh ruinov. Budivne vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 17-24.
12. Osoblyvosti konstruktyvnykh ta orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen pry vidnovlenni zalizobetonnykh mostovykh sporud / Shumakov I.V. ta in. Budivne vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 11-16.
13. Pochapskyi M.D., Burtinik S.V., Pomazan M.D. Perspektyvy zborno-monolitnoho budivnytstva dlia vidnovlennia ob'ektiv v Ukraini / Shumakov I.V. ta in. Budivne vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 35-41.
14. Saviovskiy V.V. Rekonstruktsiia budivel i sporud: navch. posibnyk. K.: Vydavnytstvo Lira-K, 2018. 320 s.
15. Dzhalalov M.N., Burtinik S.V., Hovorukha I.V. Analiz priamykh vtrat ta zavdan vidnovlennia osnovnykh fondiv, poskodzhennykh v rezultati boiovykh dii v Ukraini. Budivne vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 25-29.
16. Bashkirov H.B., Fursov Yu.V. Sposib oposeredkovanoho vyznachennia rozmiru zbytkiv pislia poskodzhenn tsyvilnoi budivli v Kharkovi. Budivne vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 42-49.
17. Vyznachennia zbytkiv, zavdanykh ob'ektam vodohospodarskoi infrastruktury vnaslidok zbroinoi ahresii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy / Hopchak I.V. ta in. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2022. T. 108, №2. S. 60-67.
18. Kovrov A.V., Meneiliuk O.I., Russyi V.V. Matematychni modeliuvannia optymizatsii protsesiv likvidatsii poskodzhenn tsehlanykh budivel. IV Mizhnarodna nauko-praktychna konferentsiia «Enerhooschadni mashyny i tekhnolohii» 23-25 travnia 2023 roku. Kyiv: KNUBA, 2023. S. 134-138.
19. Poriadok provedennia obstezhennia pryiniatykh v ekspluatatsiiu ob'ektiv budivnytstva : zatv. postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 12 kvitnia 2017 r. № 257. Uriadovyi kurier. 2017. 20 kvitnia.
20. Metodyka provedennia obstezhennia ta oformlennia yoho rezultativ : zatv. Nakazom Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy 06 serpnia 2022 roku. № 144. Ofitsiyni visnyk Ukrainy. 2022. № 61. S. 179.
21. Poriadok vykonannia nevidkladnykh robot shchodo likvidatsii naslidkiv voiennykh dii, poviazanykh iz poskodzhenniam budivel ta sporud : zatv. postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19 kvitnia 2022 r. № 473. Uriadovyi kurier. 2022. 22 kvitnia.
22. Poskodzhenniyi KNZ KOR «Vasylkivskiy profesiyni litsei» pislia. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Z_XVTnrTVuo (data zvernennia 25.01.2024).
23. Ukrainskyi informatsiyni portal RBK-Ukraina. URL: <https://www.rbc.ua/> (data zvernennia 25.01.2024).
24. Zвіт за результатми технічного обстеження стану конструкцій секцій 3, 4 16-ти поверхового будинку житлового комплексу «ТІРАС» у місті Одеса та розробки протипожежних заходів та відновлювальних робіт для забезпечення подальшої безпечної експлуатації будинку / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 80 с.
25. Технічний висновок за результатми технічного обстеження 9-ти поверхового житлового будинку в Одеській області (Білгород-Дністровський району, селище Сергіївка) та розробка заходів щодо його подальшої безпечної експлуатації / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 111 с.
26. Інформаційне агентство «Українські Національні Новини». URL: <https://www.unn.com.ua/> (data zvernennia 27.01.2024).

¹ **O.I. Meneiliuk**, doctor of technical sciences, professor, head of the department of construction technology. ORCID ID: 0000-0002-1007-309X;

² **I.O. Meneiliuk**, doctor of technical sciences, associate professor of the department of chemistry and ecology. ORCID ID: 0000-0001-7075-2898;

³ **V.V. Rusnyi**, PhD, senior lecturer at the departments of construction technology and chemistry and ecology. ORCID ID: 0000-0002-5884-2097.

^{1, 2, 3} Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, city of Odessa

RESEARCH OF THE CONDITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES DAMAGED DUE TO MILITARY ACTIONS

Abstract. *The article is dedicated to the investigation of the state of buildings and structures damaged as a result of military actions. These objects in Ukraine are located both deep in the rear and near the frontline. Within the scope of the study, two cases of the impact of military actions are considered: the first - hits near the building; the second - direct hits on the building or a high-power explosion near the building. In the first case, almost all cases simultaneously experience damage to exterior wall finishes, filling of openings (windows and doors), and roofing. In the second case, damages characteristic of the first case are usually present, but additionally, there is partial destruction of load-bearing structures and damage (or destruction) of associated elements.*

Within the study, the destructive impact of military actions in both cases is considered for all identified types of buildings in statistical analysis. Specifically, examples of damaged and completely destroyed brick, large-block, panel, frame buildings, and other objects (which are either unique or whose type could not be determined by constructional characteristics) are examined.

The results of the study establish that frame-monolithic buildings are the most resistant to the impact of military actions, while panel buildings are the least resistant. It is found that the overall nature of the damage does not depend on the type of building or whether it was directly hit. However, each type of building may have defects or damage specific only to them (for example, large cracks in brick buildings).

The results of the scientific analysis of the impact of military actions on buildings and structures enable further research in the field of restoring damaged construction objects. Specifically, making decisions regarding the construction of new, more resilient buildings against non-project impacts, and considering their organizational and technological features in construction; considering the nature of the damage and the characteristics of organizational and technological solutions in the comprehensive process of restoring buildings and structures.

Keywords: *damage to buildings, impact of military actions, organizational and technological solutions for restoration.*