

УДК 69.059.62

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УЛАМКІВ ЗРУЙНОВАНИХ ТА ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

к. т. н., доц. Шатов С. В., здобувач Трипутень С. М.***

ДВНЗ «Придніпровська державна академія

будівництва і архітектури», м. Дніпропетровськ

***ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ*

Проблема. Техногенні аварії та стихійні лиха, а в останній час, військові дії, які відбуваються в Україні, приводять до руйнування будівель та споруд. Під завалами цих руйнувань знаходяться потерпілі. Для розбирання завалів використовуються різноманітні засоби механізації, які залучаються до виконання цих робіт без врахування параметрів уламків завалів, що призводить до виконання цих робіт за недосконалими технологічними схемами. Це збільшує терміни та трудомісткість ведення рятувальних та відновлюваних робіт. Крім того, при реконструкціях будівель та споруд, які мають значні терміни експлуатації, виконується розбирання будівельних елементів, виникає потреба у відомостях про їх параметри. Тому створення наукових основ проектування машин для розбирання завалів зруйнованих будівель та для реконструкційних робіт із врахуванням параметрів уламків завалів або будівельних елементів є актуальною науково – технічною проблемою.

Аналіз публікацій. Причинами руйнувань та пошкоджень будівель і споруд є: збільшення навантажень на будівлі та споруди понад нормативних значень; проявлення при їх експлуатації непередбачених проектами впливів на конструкції; зниження у процесі експлуатації характеристик на міцність елементів будівель та споруд від дії вологи, механічного зносу тощо [1, 2]. До непередбачених проектами впливів техногенного характеру на конструкції будівель та споруд слід віднести вибухи та пожежі. Великі руйнування через вибухи газу відбулись у Дніпропетровську (2007 р.) – загинуло 23 особи, у Євпаторії (2008 р.) – загинуло 27 осіб, а також у 2009 році у Луганську, у 2012 році у Харкові та у 2014 році у Миколаєві.

Значні пошкодження різних будівель та споруд приносять воєнні дії. У східній частині України зруйновані та пошкоджені будівельні об'єкти (рис. 1). Для відновлення будівель необхідно провести їх обстеження. Підходи обстеження, які базуються на огляді об'єктів

робітниками відповідних служб малопродуктивні, небезпечні та вимагають значного часу [3, 4].



Рис. 1. Зруйнована будівля у Луганську

У вирішенні завдань технічного обстеження та діагностики об'єктів виділяють два напрями: вивчення конкретних будівель і споруд та розробка математичних моделей і вивчення з їх допомогою об'єктів діагностики. Характер руйнувань конкретного об'єкта визначають візуально (рис. 2) та візуально-інструментально.



*Рис. 2. Визначення характеру руйнувань візуальним оглядом завалу
(м. Дніпропетровськ, 2007 р.)*

При візуальному огляді пошкоджених будинків і споруд спочатку обстежують стан зовнішніх капітальних стін та нависаючих конструкцій (балконів, карнизів), потім оглядають внутрішні

приміщення будинку. При цьому робляться обміри, нотатки, схеми, фотографії, використовуються прості прилади. Такі підходи обстеження є небезпечними для рятувальників (можливі обвалення елементів завалів або нестійких конструкцій частково зруйнованих об'єктів), трудомісткими, тривалими, приблизними і мають обмежену перспективу в питаннях організаційно-технологічних рекомендацій по розбиранню завалів.

Дослідники Б. Адамс, Ч. Хайк і Р. Егучи (корпорація ImageCat, Лонг-Бич, Каліфорнія), Ф. Ямазаки и М. Естрада (Токійський університет), Ч. Геррінг (компанія DigitalGlobe, Лонгмонт, Колорадо) спільно з Багатофункціональним центром технічних досліджень землетрусів (MCEER, Буффало) і Оклендського інституту технічних досліджень землетрусів (EERI, Каліфорнія) вивчали, як технології дистанційного зондування можуть допомогти в усуненні наслідків землетрусів [5]. Одна з останніх розробок компаній в цьому напрямі - використання знімків із супутників (рис. 3) для аналізу наслідків землетрусу силою 6,8 балу, що відбувся в Алжирі 21 травня 2003 р. біля м. Бумердес. Отримані знімки дозволили проводити спостереження за розчищенням завалів зруйнованих будівель.



Рис. 3. Фотозйомка супутником об'єктів у м. Бумердес

Супутникові зображення є ефективним інструментом для аналізу надзвичайних подій та організації роботами з ліквідації їх наслідків. Недоліками супутникового дистанційного зондування є значна вартість та відсутність даних з аналізу структурного складу завалів зруйнованих будівель та споруд.

Метою досліджень є розробка пропозицій з удосконалення обстеження пошкоджених будівель та споруд для визначення характеру їх руйнувань та параметрів уламків будівель.

Результати дослідження. Характер і параметри руйнувань будівель і споруд є початковою інформацією для обґрунтованого формування технологічних рішень з їх розбирання.

Характер руйнувань будівель визначається:

- архітектурно-конструктивними рішеннями будівлі;
- джерелом техногенної події (потужністю вибуху тощо).

До параметрів руйнувань об'єктів відноситься:

- загальний обсяг та об'єм руйнувань будівлі;
- структура завалів, яка характеризується фракційним складом уламків κ_i , об'ємною масою завалу.

Фракційний склад κ_i уламків завала – це розподіл обсягу уламків за їх об'ємом [6]. Результати формують базу даних з фракційного складу уламків (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл обсягу уламків зруйнованої будівлі за їх об'ємом

Об'єм уламків, м ³	більше 0,8	0,5...0,8	0,1...0,5	менше 0,1
Обсяг уламків (κ_i), %	*	*	*	*

Примітка: * - визначається дослідженнями.

Важливе значення для точності отриманих результатів грає точка, з якою проводиться фотофіксація руйнувань. Найменшу похибку на знімках матимуть уламки, які розташовуються перпендикулярно до осі зйомки апарату. Тому в більшості випадків фотографування завалу доцільно виконувати зверху з декількох точок (рис. 4). Це виконується безпілотним літальним апаратом (квадрокоптером).

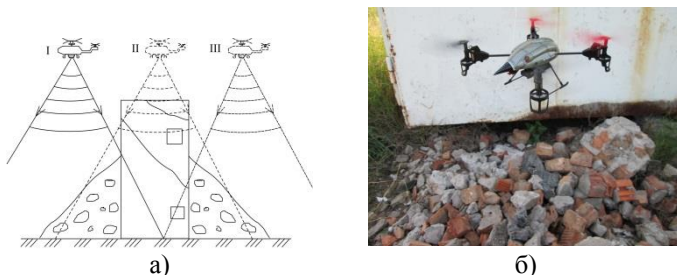


Рис. 4. Фотографування руйнувань безпілотним апаратом:
а – схема; б – під час досліджень

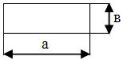


Для визначення чисельних показників руйнувань будівель, розмірів та обсягів уламків були проведені дослідження, які базувалися на інформації, отриманою їх зйомкою квадрокоптером з подальшою комп'ютерною обробкою цих зображень [7]. Комп'ютерна

обробка зображень можлива після перетворення сигналу зображення з безперервної форми в цифрову форму. Ефективність обробки залежить від адекватності моделі, що описує зображення.

При використанні коп'ютерних програм з визначення цих параметрів уламків, необхідно мати базу образів уламків, які розпізнаються. Форма та розміри уламків можуть бути різноманітними, однак вони залежать від початкових своїх геометричних параметрів. Найбільш поширені будівельні елементи будинків (цегла, стінові камені, плити перекриття, перемички, марші) і ймовірний характер їх руйнування були систематизовані та мають своє позначення (код) для комп'ютерної обробки зображень. Фрагменти цієї систематизації наведені у таблиці 2. Зміна форми будівельних елементів на уламки подано, як їх умовне руйнування на декілька частин. В дослідженнях визначалися два основних розміри уламків – довжина та ширина, а третій розмір, товщина уламків, приймався для розрахунку об'єму уламків з проекту будівлі.

Т а б л и ц я 2

Форма і розміри керамічної одинарної цегли та її частин

Товщина, мм	Форма, схема	Код Розміри у площині (а×в), мм	Маса, кг
65	Прямокутна 	<u>1.1</u> 250×120	3.5-3.8
65	Квадратна 	<u>1.2</u> 125×120	1.75-1.9
65	Прямокутна 	<u>1.3</u> 62.5× 120	0.88- 0.95

Для обробки зображень руйнувань використовувалися методичні підходи комп'ютерного зору [8]: виконувалася калібрування відеокамери, фотографувалися окремі уламки з різних відстаней та ракурсів (рис. 5).

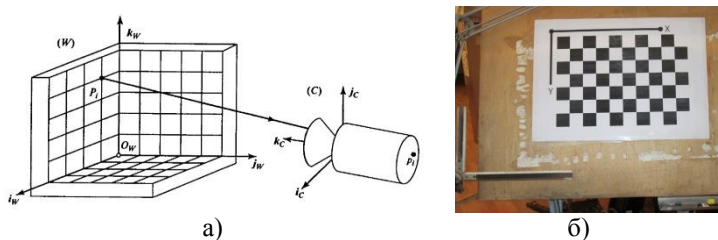


Рис. 5. Калібрування відеокамери:
а – схема; б – під час досліджень

В лабораторних умовах на стенді фізичного модулювання робочих процесів дорожньо-будівельних машин виконувалися дослідження з прибирання уламків будівель з транспортних мереж та визначення їх параметрів (рис. 6).



Рис. 6. Модулювання процесу розбирання уламків:
а – переміщенням усіх уламків моделлю відвалу бульдозера;
б – схопленням окремих уламків захватом

Дослідженнями встановлена доцільність розбирання завалів з транспортних мереж за технологічними схемами: дрібних уламків – відвалом бульдозера; великогабаритних уламків – захватними пристроями. Підтверджена можливість визначення розмірів уламків шляхом їх відеозйомки та наступної комп'ютерної обробки.

Висновки.

1. Найбільш поширеною техногенною причиною руйнувань та пошкоджень будівель і споруд є вибухи газу, а в останній час - воєнні дії на сході України.
2. Для визначення стану пошкоджених будівель і споруд та прийняття обґрунтованих організаційно-технологічних рішень їх відновлювання, доцільно проводити комп'ютерною обробку зображень руйнувань.

3. Розроблена послідовність та складові частини визначення параметрів уламків: габаритні розміри, об'єм та фракційний склад завалів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье: ООО “НАСТРОЙ”, 2008. – 84 с.
2. Сендеров Б. В. Аварии жилых зданий / Б. В. Сендеров. - М.: Стройиздат, 1991. - 216 с.
3. Диагностика и оценка технического состояния строительных конструкций и основания зданий и сооружений. Методические рекомендации / А. Н. Березюк, Н. В. Савицкий и др. - М.: Стройиздат, 1996. - 176 с.
4. Савйовский В. В. Техническая диагностика строительных конструкций зданий / В. В. Савйовский. - Харьков: Форт, 2008. - 560 с.
5. www. Google Earth.
6. Хмара Л. А. Використання будівельної техніки для виконання рятувальних та відновлювальних робіт при ліквідації наслідків стихійних лих та аварій / Л. А. Хмара, С. В. Шатов // Будівництво України. - 2008. - № 5. – С. 34-39.
7. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д.: ПДАБА, 2011. - № 3. - С. 8-14.
8. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный поход / Д. Форсайт, Ж. Понс. - Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 928 с.