

УДК 725:69.059.28

DOI 10.33251/2522-1477-2019-5-385-390

ШАТОВ Сергій Васильович,доктор технічних наук, доцент, професор кафедри
будівельних та дорожніх машин,
Придніпровська академія будівництва та архітектури**ЄВСЄЄВА Галина Петрівна,**доктор наук з державного управління, професор,
завідувач кафедри українознавства,
Придніпровська академія будівництва та архітектури**ЛИСЕНКО Галина Іванівна,**кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри
українознавства, Придніпровська академія будівництва
та архітектури

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Обстеження технічного стану будівельних об'єктів, зокрема зруйнованих або пошкоджених, пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Зараз ці роботи виконують рятувальники Державної служби з надзвичайних ситуацій та спеціально підготовлені у сфері промислового альпінізму робітники. Доцільно для визначення технічного стану будівельних об'єктів використання безпілотних літальних апаратів. Розроблені конструкції безпілотних літальних апаратів, які дозволяють проводити ефективні дослідження з визначення стану зовнішніх та внутрішніх поверхонь пошкоджених будівельних об'єктів.

Ключові слова: будівельні об'єкти, руйнування та пошкодження, обстеження, технічний стан, безпілотні літальні апарати.

Постановка проблеми. Техногенні аварії та стихійні лиха, які час від часу трапляються в Україні і світі, приводять до руйнування споруд та будівель. 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 рятувально – відновлюваних робіт. Крім того, при реконструкціях будівель та споруд, коли виконується розбирання будівельних елементів, виникає потреба у відомостях про їх параметри. Тому обстеження технічного стану будівельних об'єктів, зокрема зруйнованих споруд, є актуальною науково – технічною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рятувальні роботи у Дніпрі, Євпаторії, Миколаєві, Українську (рис. 1) показали, що в залежності від джерела аварії або стихійного лиха, їх потужності, часу дії та інших чинників, руйнування споруд та будівель має імовірний характер [1-7]. У той же час є визначені окремі закономірності їх руйнування.

Організація робіт із розбирання завалів базується на відомостях про структуру завалу: параметри уламків та їх кількість. Зараз ці відомості отримували шляхом безпосереднього обстеження завалів рятувальниками: візуального огляду (рис. 2), інструментального виміру уламків, фото – і відеозйомки [2; 9]. Такі підходи до визначення параметрів уламків є небезпечними для рятувальників (можливі обвалення елементів завалів або нестійких конструкцій частково зруйнованих об'єктів) і не мали логічного продовження в питаннях організаційно-технологічних рекомендацій по розбиранню завалів. Такий аналіз структури завалу не дає повної інформації, що збільшує похибку у визначенні видів засобів механізації та їх кількості, в плануванні та виконанні робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

При реконструкційних роботах на будівлях та спорудах, також необхідні відомості про параметри будівельних елементів, що входять у ці об'єкти. Це дозволяє обґрунтовано вибирати

машини та механізми для часткового або повного розбирання будівель і споруд на окремі елементи. Параметри елементів таких об'єктів можливо отримати із їх будівельної документації. Недоліком цього є те, що у більшості випадків реконструкції потребують старі будівлі та споруди, технічна документація на яких відсутня або не повна.



Використання техніки на розбиранні завалу у Севастополі



б



в



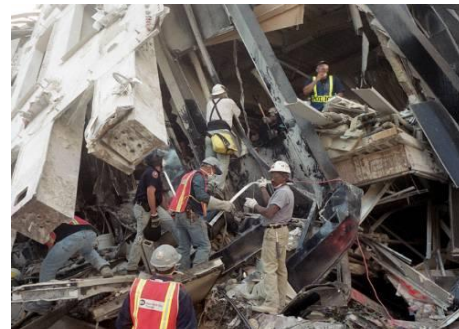
г

Рис. 1 Пошкоджені вибухами газу житлові будівлі:

*а – м. Дніпро (2007 р.); б – м. Миколаїв (2014 г.); в – м. Севастополь (2008 р.);
г – м. Українськ (Донецької обл., 2016 р.)*



а



б

Рис. 2 Визначення характеру руйнувань споруд візуальним оглядом:

а - м. Дніпро (2007 р.); б - м. Нью-Йорк (2001 р.)

Мета статті. Розробка підходів у визначенні технічного об'єктів стану зруйнованих об'єктів з використанням безпілотних літальних апаратів.

Виклад основного матеріалу. Для розробки обґрунтованих рішень з організації і проведення робіт з розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд, а також при реконструкційних роботах пропонується проводити визначення наступних параметрів уламків та будівельних елементів:

1. Геометричні показники:

- габаритні розміри уламків або будівельних елементів в трьох площинах: $ax \times b \times h$ (довжина, ширина, товщина), м;
 - об'єм уламків або V (перемножування $ax \times b \times h$), м^3 .
2. Маса $m_{\text{ул.}}$ уламків або будівельних елементів, визначається:

$$m_{\text{ул.}} = \gamma_{\text{ул.}} \times V_{\text{ср}},$$

де $\gamma_{\text{ул.}}$ – щільність матеріалу уламка або будівельного елемента (для бетону 2,0 – 2,2 т/м^3 ; для цегли 1,9 – 2,0 т/м^3).

Пропонується визначати параметри уламків та будівельних елементів фото-відеозйомкою об'єктів безпілотними літальними апаратами (БЛА) зподальшою комп'ютерною обробкою результатів. Передбачається наступна послідовність робіт. Завал із зруйнованим об'єктом фотографуються електронною апаратурою (рис. 3). На отриманому зображенні виділяється елемент *А* будівлі, який не отримав пошкодження і розміри якого відомі з проектної або нормативної документації (еталонний об'єкт).



Рис. 3 Обробка отриманих зображень:

а - зруйнована будівля і завал, розміри уламків яких визначаються

б- еталонний елемент А будівлі; в- уламок Б, лінійні розміри якого визначаються.

Потім послідовно виділяються уламки завалу, розміри яких необхідно визначити (наприклад, уламок *Б*). Проводиться растрівання еталонного елемента *А*, яке полягає у

визначенні чисельного значення пікселів P_1 (крапок на фотознімку), якому відповідає розмір h (рис. 3, а). Обчислюється масштабний коефіцієнт K_1

$$k_1 = \frac{h}{P_1}, \quad (1)$$

де h – лінійний розмір еталонного елементу;

P_1 – кількість пікселів.

Потім визначається необхідний розмір уламка B (рис. 3, б)

$$L_i = k_1 \times P_{2_i}, \quad (2)$$

де L_i – лінійний розмір уламка; P_{2_i} – кількість пікселів.

По об'єкту можуть бути визначені три основні розміри, що дозволяє розрахувати його об'єм $V_{ул.}$ та масу $m_{ул.}$ (через щільність його матеріалу), а потім – кількість техніки для розбирання уламків [8].

Важливе значення для точності отриманих результатів грає точка, з якою проводиться фотофіксація завалу і зруйнованої будівлі. Найменшу похибку на знімках матимуть уламки, які розташовуються строго перпендикулярно до осі зйомки і знаходяться на незначній відстані від еталонного елементу будівлі. Тому в більшості випадків фотографування завалу доцільно виконувати зверху. Технічно це виконується з безпілотного літального апарату. Таким чином, проаналізувати структуру завалу, розміри уламків і прийняти рішення про раціональну технологію ведення робіт можливо з будь-якої точки планети і в найкоротші терміни.

У тому разі коли потрібно обстеження багатьох об'єктів, які були пошкоджені внаслідок стихійного лиха (наприклад, землетрусу), доцільно використовувати декілька БЛА. Причому вони можуть мати пристрій доставки одним БЛА іншого (рис. 4). Після прибуття до місця зйомки, тандем БЛА роз'єднується та кожний апарат виконує обстеження свого району. Це прискорить отримання інформації про характер руйнувань та скоротить час на проведення відновлювальних робіт.

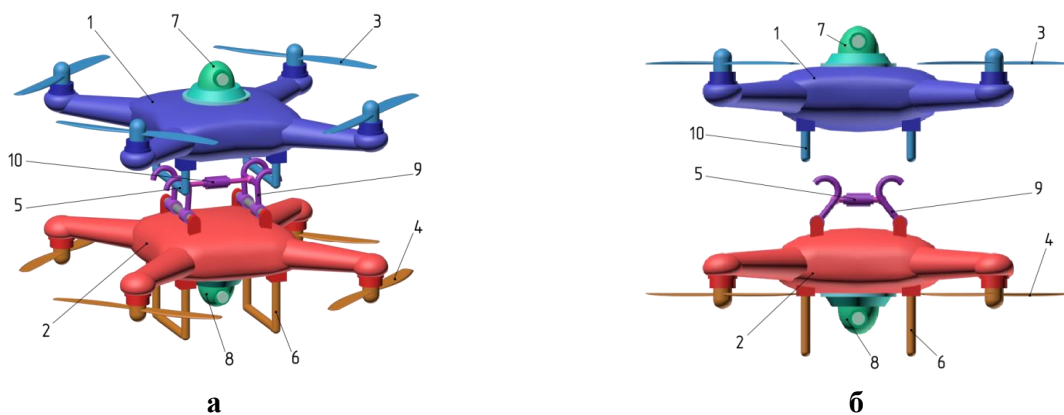


Рис. 4. Тандем безпілотних літальних апаратів:

а – сумісний політ; б – процес роз'єднання

Розроблений метод визначення розмірів уламків дозволяє фіксувати уламки, розташовані на поверхнях завалів. Тому обробка даних повинна виконуватися безперервно і паралельно виконанню робіт з розбирання завалу.

Таким чином, використання безпілотних літальних апаратів значно зменшить трудомісткість робіт з діагностування технічного стану будівельних об'єктів, підвищить безпеку цих робіт.

Висновки і перспективи подальших досліджень. 1. Обстеження технічного стану будівельних об'єктів пов'язано із значним обсягом трудомістких та небезпечних для виконання робіт. Проаналізовані існуючі методи визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та будівельних елементів будівель, які реконструюють, мають суттєві недоліки і обмеження. 2. Доцільно для визначення технічного стану будівельних об'єктів використання безпілотних літальних апаратів. 3. Розроблені конструкції безпілотних літальних апаратів, які дозволяють

проводити ефективні дослідження з визначення стану зовнішніх та внутрішніх поверхонь будівельних об'єктів.

Список використаних джерел

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учеб. пособие в 3 кн. Кн. 1 / под ред. К. Е. Кочеткова, В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. Москва: АСВ, 1995. 320 с.
2. Гончаренко Д. Ф. Технология демонтажных и строительно-монтажных работ при восстановлении частично разрушенного здания / Д. Ф. Гончаренко, Н. А. Меленцов, А. С. Константинов // Промислове будівництво та інженерні споруди. 2013. № 1. С. 42–44.
3. Казаков Б. Организация та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. 2007. № 6. С. 44–49.
4. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. Запорожье: Настрой, 2008. 84 с.
5. Неукротимая планета. Когда природа сходит с ума / Д. Берни, Д. Гилпин, С. Койн, П. Симонс; пер. с англ. [Германия]. Дом Ридерз Дайджест, 2008. 319 с.
6. Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. К.: Государственный Комитет Украины по строительству и архитектуре, 2003. 144 с.
7. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов: пер. с англ. / Р. Хэммонд ; пер. В. К. Житомирский; ред. А. Е. Денисов. Москва : Госстройиздат, 1960. 187 с.
8. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури: зб. наук. пр. Дніпропетровськ, 2011. № 3. С. 8–14.
9. Шатов С. В. Организационно-технологические решения начальных этапов разборки завалов разрушенных зданий / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури: зб. наук. пр. Дніпропетровськ, 2011. № 8. С. 7–13.

References

1. Kochetkov, K.E., Kotlyarevskij, V.A. and Zabegaeva A.V., eds (1995). *Avariikatastrofy. Preduprezhdenie i likvidaciya posledstvij* [Accidents and disasters. Prevention and mitigation]. Moskva: ASV, book 1, 320 p. [in Russian].
2. Goncharenko, D.F., Melencov, N.A. and Konstantinov, A.S. (2013). *Texnologiya demontazhnyx i stroitel'no-montazhnyx rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology of demolition, construction and installation work by recovering of partially destroyed building]. Promyslovebudivnitstvo ta inzhenernisporudy [Industrial construction and civil engineering constructions]. no. 1, pp. 42-44 [in Russian].
3. Kazakov, B. and Chadov, E. (2007). *Organizatsiia ta provedennia avarijno-riatuvalnykh robot na zhytlovykh budivliakh i sporudakh* [Organization and carrying of rescue works on residential buildings and structures]. Nadzvychainasytuatsiia [Emergency]. no. 6, pp. 44-49. [in Ukrainian].
4. Markov, A.I. and Markova, M.A. (2008) *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Damages of buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 84 p. [in Russian].
5. Berni, D., Gilpin, D., Kojn, S. and Simons, P. (2008). *Neukrotimaya planeta. Kogda priroda sxodit s uma* [Unrestrained planet. When nature goes mad]. Germaniya: Dom Riderz Dajdzhest, 319 p. [in Russian].
6. *Normative documents on inspection, certification, safe and reliable operation of industrial buildings and structures* (2003). K.: State Committee of Ukraine for Construction and Architecture. 144 p. [in Ukrainian].
7. Hemmond, R. (1960). *Avarii zdaniy i sooruzhenij. Prichiny i uroki avarij sovremennyx sooruzhenij razlichnykh tipov* [Accidents of buildings and structures. Causes and lessons of modern structures accidents of various types]. Moskva: Gosstrojizdat, 187 p. [in Russian].
8. Shatov, S.V. (2011). *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanykh sporud ta elementiv budivel, yaki rekonstruiuiutsia* [Determination of scantling parameters of destroyed structures and building elements, which are reconstructed]. Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. Dnipropetrovsk, no. 3, pp. 8-14. [in Ukrainian].
9. Shatov S.V. (2011). *Organizacionno-texnologicheskie resheniya nachal'nyx etapov razborki zavalov razrushennyx zdaniy* [Organizational and technological solutions of the initial stages of the rubble dissolution of destroyed buildings]. Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnitstva ta arkhitektury. Dnipropetrovsk, no. 8, pp. 7-13. [in Ukrainian].

SHATOV Sergej, Doctor of Engineering Sciences. Associate Professor, Professor of Department of Building and Travelling Machines of the Pridneprovskaya state Academy of Civil Engineering and Architecture;

YEVSEYEVA Galina, Doctor of Science in the State Management, Professor, Head of Department of Ukrainian Studies of the Pridneprovskaya state Academy of Civil Engineering and Architecture;

LYSENKO Galina, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ukrainian Studies of the Pridneprovskaya state Academy of Civil Engineering and Architecture.

PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS, IS IN FIELD OF TECHNICAL INSPECTION OF BUILDING OBJECTS

Abstract. *Technological accidents and natural disasters, which occur from time to time in Ukraine and in the world, lead to the destruction of buildings and structures. Different means of mechanization are used to disassemble the blockages, which are involved in the execution of these works without taking into account the parameters of the debris rubble, which leads to the execution of these works due to imperfect technological schemes. This increases the timing and complexity of conducting renewal work. In addition, when reconstructing buildings and structures, when disassembly of building elements is performed, there is a need for information about their parameters. Therefore, the survey of the technical condition of construction objects, in particular the destroyed buildings, is a relevant scientific and technical problem.*

The organization of work on dismantling the rubble is based on information about the structure of the fall: the parameters of the debris and their number. Now this information was obtained through a direct survey of debris by saviors: visual inspection, instrumental measurement of debris, photography. Such approaches to determining the parameters of the debris are dangerous for the saviors (possible collapse of the elements of debris or unstable structures of partially destroyed objects) and do not have a logical continuation in the issues of recommendations for the dismantling of debris. Such an analysis of the structure of the collapse does not provide complete information, which increases the error in certain types of means of mechanization and their quantity, planning and implementation of emergency response work.

Important for the accuracy of the results obtained is the point with which the photofixation of the fall and the destroyed building is carried out. The smallest error in the images will be fragments, which are located strictly perpendicular to the axis of shooting and are at a small distance from the reference element of the building. Therefore, in most cases it is advisable to take pictures of a fall from above. Technically, this is done with unmanned aerial vehicles, the use of which will significantly reduce the complexity of the work on diagnosing the technical condition of construction sites, improve the safety of these works.

Key words: *building objects, destruction and damage, inspection, technical state, pilotless aircrafts.*

*Одержано редакцією: 15.03.2019р.
Прийнято до публікації: 25.03.2019р.*