

УДК 725:69.059.28

МАТЕРІАЛЬНО–ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗБИРАННЯ ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ’ЄКТІВ

ШАТОВ С. В., *д. т. н, доц.*

Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCIDID: 0000-0002-1697-2547

Анотація. *Постановка проблеми.* Стихійні лиха, техногенні катастрофи та аварії спричинюють руйнування будівельних об’єктів. Під завалами руйнувань можуть перебувати потерпілі. Найбільш поширена техногенна аварія — вибухи побутового газу. Залежно від параметрів та напряму вибуху змінюється структура завалів, у першу чергу, розмір та розташування уламків. Розбирання завалів виконується машинами та механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт, що зумовлює невідповідність матеріально–технічного забезпечення вимогам рятувальних або відновлювальних робіт, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібне розроблення технологічних рішень для ефективного розбирання руйнувань будівельних об’єктів. *Мета статті* — розроблення методики визначення матеріально–технічного забезпечення процесів розбирання руйнувань будівель та споруд. *Висновок.* Досвід робіт із розбирання зруйнованих будівельних об’єктів показує, що вони виконуються з недосконалим матеріально–технічним забезпеченням, яке не враховує характер руйнування об’єктів, та базуються на використанні загальнобудівельних машин, які не відповідають вимогам цих процесів, що викликає значні ресурсні втрати. Розроблено будівельні машини з багатоцільовим обладнанням, які забезпечують ефективне виконання рятувальних та відновлювальних робіт. Розроблено методику визначення одиниць техніки для матеріально–технічного забезпечення розбирання руйнувань, зокрема на початковій стадії рятувальних робіт для звільнення потерпілих із завалів.

Ключові слова: *техногенні аварії; руйнування будівель та споруд; матеріально–технічне забезпечення*

МАТЕРИАЛЬНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗБОРКИ РАЗРУШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

ШАТОВ С. В., *д. т. н, доц.*

Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCIDID: 0000-0002-1697-2547

Аннотация. *Постановка проблемы.* Стихийные бедствия, техногенные катастрофы и аварии приводят к разрушению строительных объектов. Под завалами разрушений могут находиться потерпевшие. Наиболее распространенной техногенной аварией являются взрывы бытового газа. В зависимости от параметров и направления взрыва изменяется структура завалов, в первую очередь, размер и расположение обломков. Разборка завалов выполняется машинами и механизмами, которые не отвечают требованиям этих работ, что предопределяет несоответствие материально–технического обеспечения требованиям спасательных или восстановительных работ, а это увеличивает сроки и трудоемкость их ведения. Поэтому нужна разработка технологических решений для эффективной разборки разрушений строительных объектов. *Цель* — разработка методики определения материально–технического обеспечения процессов разборки разрушений зданий и сооружений. *Вывод.* Опыт работ по разборке разрушенных строительных объектов показывает, что они выполняются с использованием несовершенного материально–технического обеспечения, которое не учитывает характер разрушения объектов и базируется на использовании общестроительных машин, не отвечающих требованиям этих процессов, что приводит к значительным ресурсным потерям. Разработаны строительные машины с многоцелевым оборудованием, которые обеспечивают повышение эффективности выполнения спасательных и восстановительных работ. Разработана методика определения числа техники для обеспечения материально–технического снабжения разборки разрушений, в частности, на начальной стадии спасательных работ для освобождения пострадавших из-под завалов.

Ключевые слова: *техногенные аварии; разрушения зданий и сооружений; материально–техническое обеспечение*

LOGISTICAL SUPPORT OF PROCESSES OF SORTING OUT OF THE DESTROYED BUILDING OBJECTS

SHATOV S. V., *Dr. Sc., As. Prof.*

Department build and road wave, State Higher Education Establishment “Prydneprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCIDID: 0000-0002-1697-2547

Summary. Raising of problem. Natural calamities, technogenic catastrophes and failures, result in destruction of building objects. Under the obstructions of destructions there can be victims. The most widespread technogenic failure are explosions of domestic gas. The structure of obstructions changes depending on parameters and direction of explosion, first of all size and location of wreckages. Sorting out of obstructions is executed by machines and mechanisms which do not answer the requirements of these works, that predetermines falling short of logistical support to the requirements of rescue or restoration works, and it increases terms and labour intensiveness of their conduct. Development of technological decisions is therefore needed for the effective sorting out of destructions of building objects. **Purpose.** Development of methodology of determination of logistical support of processes of sorting out of destructions of building and building. **Conclusion.** Experience of works shows on sorting out of the destroyed building objects, that they are executed with the use of imperfect logistical support, which are not taken into account by character of destruction of objects and is based on the use of buildings machines which do not answer the requirements of these processes, that results in considerable resource losses. Building machines with a multipurpose equipment, which provide the increase of efficiency of implementation of rescue and restoration works, are worked out. Methodology of determination of number of technique is worked out for providing of material-supply of sorting out of destructions, in particular on the initial stage of rescue works for liberation of victims from under obstructions.

Keywords: *technogenic failures; destructions of buildings and constructions; logistical support*

Проблема. Стихійні лиха та техногенні аварії спричинюють пошкодження та руйнування будівельних об'єктів — споруд і будівель. Під завалами руйнувань можуть перебувати потерпілі. Розбирання завалів виконується за нераціональними схемами, які не враховують характер руйнувань, та без відповідного матеріально-технічного забезпечення, яке незавжди відповідає вимогам цих робіт. Це збільшує терміни, трудомісткість та вартість їх ведення. Тому розроблення раціональних технологічних рішень та відповідного матеріально-технічного забезпечення розбирання зруйнованих будівельних об'єктів є важливою проблемою.

Аналіз публікацій. Споруди і будівлі можуть бути зруйнованими або пошкодженими від дії природних явищ: землетрусу (рис. 1, а, б), цунамі (рис. 1, в), урагану, зсуву, повені [1; 7]. Стихійні лиха супроводжуються значними людськими втратами. Причинами техногенних аварій та катастроф є вибухи газу (рис. 2, а), пожежі, неякісні проектні та ремонтні роботи будівель, порушення норм виконання ремонтних та будівельних робіт (рис. 2, б) тощо [3; 5]. Значних пошкоджень об'єктів завдають воєнні дії та терористичні акти. Найбільш поширена техногенна аварія — вибухи побутового газу [6; 9]. Залежно від параметрів і напрямку вибуху, типу споруд та їх кількості змінюється характер руйнувань, структура завалів й умови виконання робіт.

Обґрунтовані пропозиції щодо удосконалення процесів розбирання руйнувань будівельних об'єктів повинні базуватися на аналізі проведення подібних робіт.



а



б



в

Рис. 1. Руйнування будівель природними явищами:
а, б – від землетрусу (Італія, 2016 р.);
в – цунамі (Таїланд, 2004 р.)

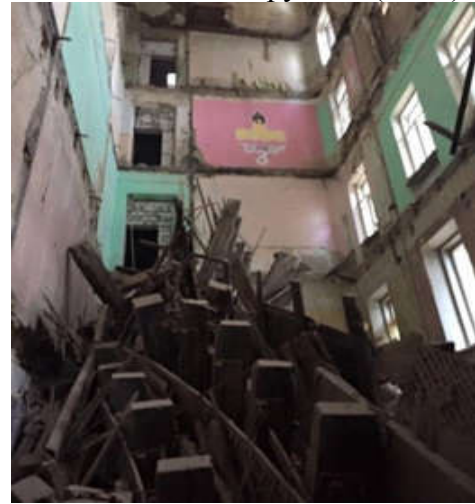
Виконання рятувальних робіт у Вірменії, Дніпропетровську, Євпаторії, Харкові, Туреччині, Італії [2; 4; 11] показало, що завали, під якими можуть бути

потерпілі, потрібно розбирати в найкоротший термін — 6...8 годин [12]. Найбільший термін перебування людей під завалами, якщо вони не травмовані, мають доступ повітря та води, може складати п'ять діб. Аварійно-рятувальні й відновлювальні роботи виконують підрозділи Держслужби з

надзвичайних ситуацій та будівельні організації, які мають військове і будівельне матеріально-технічне забезпечення [8]. Для розбирання зруйнованих будівель та споруд використовується різноманітна техніка: екскаватори, навантажувачі, бульдозери, крани, механізований інструмент (табл.).



а



б

Рис. 2. Наслідки техногенних аварій:
а – від вибуху газу у Дніпропетровську (2007 р.);
б – під час ремонтних робіт у Києві (2016 р.)

Т а б л и ц я

Використання засобів механізації під час ліквідації наслідків техногенних та природних подій

Засоби механізації	Види робіт			
	Виконання проїздів у завалах	Розбирання завалів для звільнення потерпілих	Розбирання будівель або їх відновлення	Усунення аварій на комунікаціях
Самохідні крани	+	+	+	+
Бульдозери	+	-	+	+
Екскаватори	+	+	+	+
Навантажувачі	+	+	+	+
Гідромолоти	+		+	+
Різаки	+	+	+	+
Бури	-	+	-	-
Механізований інструмент	-	+	+	+
Робототехніка	-	+	-	+

Для розбирання руйнувань почергово використовують (рис. 3) традиційну вантажопідйомну техніку (крани з гаковою підвіскою або захватом) та екскаватори або навантажувачі з ковшем. Уламки із завалу навантажують у транспортні засоби.

Недоліки технологічних схем розбирання завалів (рис. 3) — необхідність заведення вручну строп автокрана під уламки — це не завжди можливо й небезпечно, а також необхідність використання ківшових машин для розбирання дрібних уламків.



Рис. 3. Схема розстановки та переміщення машин у процесі розбирання руйнувань (Євпаторія, 2008 р.) традиційною будівельною технікою

В окремих випадках розбирання уламків виконується грейферним обладнанням або гідравлічними ножицями на базі кранів та екскаваторів. Їх використовують без аналізу характеру руйнувань об'єктів та розмірів уламків. Відсутні дослідження з визначення кількості та структури (типи машин) матеріально-технічного забезпечення

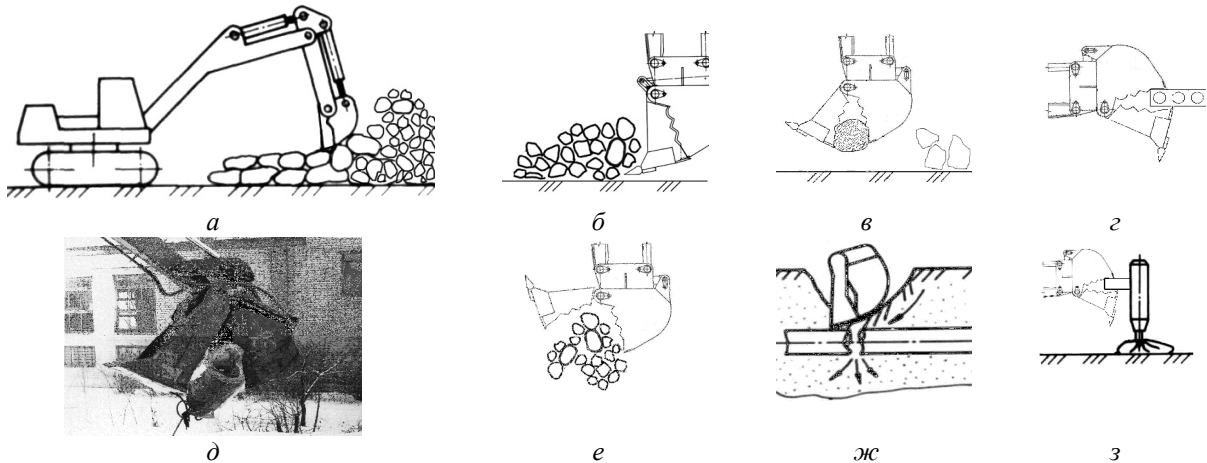


Рис. 4. Використання багатоцільового обладнання (БЦО) на базі екскаваторів:

а, б – розроблення дрібних уламків; в, г, д – схоплення великих уламків; е – розвантаження уламків; ж – відновлення інженерних мереж; з – подрібнювання великогабаритних уламків гідромолотом

У разі використання БЦО забезпечується схоплення і переміщення всіх видів уламків, при цьому відпадає необхідність у кранах і ручному стропуванні уламків під час їх підняття. БЦО дозволяє здійснювати схоплення інших спеціалізованих видів робочого обладнання, наприклад, гідромолота (рис. 4, з), що дозволяє дробити особливо великі уламки.

Розроблено методику визначення одиниць техніки для матеріально-технічного забезпечення розбирання руйнувань, зокрема, на початковій стадії рятувальних робіт для звільнення

технологічних процесів розбирання або відновлення пошкоджених будівель.

Мета статті — розроблення методики визначення матеріально-технічного забезпечення процесів розбирання руйнувань будівель та споруд.

Результати дослідження. Для ліквідації наслідків техногенної або стихійної події та коли відсутня потреба у вертикальному підйомі уламків, запропоновано [10; 14] використовувати багатоцільове обладнання (БЦО) на базі екскаваторів у вигляді ковша з щелепою (рис. 4). Доцільно застосовувати екскаватори з БЦО з телескопічним обладнанням. Вони дозволяють замінити комплект будівельних машин (кран, екскаватор, навантажувач), забезпечити роботу в обмежених умовах завалів зруйнованих будівель, зменшити термін перебування рятувальників у зонах завалів.

потерпілих із завалів, яка передбачає таку послідовність.

1. Розраховується кількість уламків (елементів) у завалі:

$$n_{pi} = \sum_i \frac{\kappa_i \cdot V_{pi} \cdot \gamma_z}{G_{pi}}, \quad (1)$$

де κ_i – коефіцієнт, що враховує фракційний склад уламків зруйнованої будівлі [13];

V_{pi} – об'єм завалу;

γ_z – об'ємна маса завалу;

G_{pi} – маса уламків.

2. Визначається тривалість T_P^K розбирання краном або час розбирання $T_P^{eu\mu}$ телескопічним екскаватором з багатоцільовим обладнанням (БЦО) частини великих уламків (понад $0,8 \text{ м}^3$) завалу.

2.1. Тривалість T_P^K розбирання краном частини великих уламків (понад $0,8 \text{ м}^3$) завалу:

$$T_P^K = T_{\psi}^K \cdot \kappa_n \cdot \sum_i \frac{\kappa_i \cdot V_{pi} \cdot \gamma_3 \cdot P_{Gi}}{G_{pi}}, \quad (2)$$

де T_{ψ}^K - тривалість робочого циклу крана; $\kappa_i = 0,1$ - оскільки уламки, більші $0,8 \text{ м}^3$, складають 10 % завалу [13];

κ_n - коефіцієнт, що враховує підйом частини уламків зруйнованої будівлі під час рятувальних робіт, $\kappa_n = 0,3 \dots 0,5$;

P_{Gi} - імовірність появи відповідного вантажу (уламків).

2.2. Час розбирання $T_P^{eu\mu}$ телескопічним екскаватором з БЦО великих уламків (понад $0,8 \text{ м}^3$):

$$T_P^{eu\mu} = T_{\psi}^{eu\mu} \cdot \kappa_n \cdot \sum_i \frac{\kappa_i \cdot V_{pi} \cdot \gamma_3 \cdot P_{Gi}}{G_{pi}}, \quad (3)$$

де $T_{\psi}^{eu\mu}$ - тривалість робочого циклу телескопічного екскаватора з БЦО.

3. Визначається тривалість розбирання екскаватором T_P^{eu} середніх уламків ($0,1 \dots 0,8 \text{ м}^3$):

$$T_P^{eu} = T_{\psi}^{eu} \cdot \kappa_n \cdot \sum_i \frac{\kappa_i \cdot V_{pi} \cdot \gamma_3 \cdot P_{Gi}}{G_{pi}}, \quad (4)$$

де T_{ψ}^{eu} - тривалість робочого циклу екскаватора;

κ_i - коефіцієнт, що враховує фракційний склад уламків [13].

5. У разі необхідності визначається час подрібнення $T_P^{eu\epsilon}$ великих уламків екскаватором із гідромолотом:

$$T_P^{eu\epsilon} = T_{\psi}^{eu\epsilon} \cdot \kappa_n \cdot \sum_i \frac{\kappa_i \cdot V_{pi} \cdot \gamma_3 \cdot P_{Gi}}{G_{pi}}, \quad (5)$$

де $T_{\psi}^{eu\epsilon}$ - тривалість робочого циклу гідромолота.

6. Розраховується кількість кранів N_P^K , екскаваторів N_P^{eu} , телескопічних екскаваторів $N_P^{eu\mu}$, екскаваторів $N_P^{eu\epsilon}$ з гідромолотом для розбирання руйнувань і звільнення потерпілих із завалів:

$$N_P^K = \frac{T_P^K}{T_{\phi}}; N_P^{eu} = \frac{T_P^{eu}}{T_{\phi}}; N_P^{eu\mu} = \frac{T_P^{eu\mu}}{T_{\phi}}; N_P^{eu\epsilon} = \frac{T_P^{eu\epsilon}}{T_{\phi}}, \quad (6)$$

де T_{ϕ} - чинник часу на розбирання завалу - $6 \dots 120$ годин [12].

Висновки. 1. Досвід робіт із розбирання зруйнованих будівельних об'єктів показує, що вони виконуються з недосконалим матеріально-технічним забезпеченням, яке не враховує характер руйнування об'єктів, та базуються на використанні загальнобудівельних машин, які не відповідають вимогам цих процесів, що викликає значні ресурсні втрати.

2. Розроблено будівельні машини з багатоцільовим обладнанням, які забезпечують підвищення ефективності виконання рятувальних та відновлювальних робіт.

3. Розроблено методику визначення одиниць техніки для матеріально-технічного забезпечення розбирання руйнувань, зокрема, на початковій стадії рятувальних робіт для звільнення потерпілих із завалів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособ. в 3 кн. Кн. 1 / под ред. К. Е. Кочеткова, В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. – Москва : АСВ, 1995. – 320 с.
2. Бакин В. П. Снос поврежденных при землетрясениях зданий / В. П. Бакин, Н. С. Батыгин // Механизация строительства. – 1989. - № 6. – С. 10–11.

3. 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.
4. Казаков Б. Организация та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44–49.
5. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : НАСТРОЙ, 2008. – 84 с.
6. Мірошниченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” // Надзвичайна ситуація. – 2007. - № 10. – С. 8–15.
7. Неукротимая планета. Когда природа сходит с ума / Д. Берни, Д. Гилпин, С. Койн, П. Симонс ; пер. с англ. Амченкова Ю. – [Германия] : Дом Ридерз Дайджест, 2008. – 319 с.
8. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ / Н. Д. Тараканов. – Москва : Энергоатомиздат, 1984. – 303 с.
9. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. – С. 8–15.
10. Хмара Л. А. Технологічні особливості розбирання завалів зруйнованих будівель / Л. А. Хмара, С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2010. № 7. – С. 42–52.
11. Цивільний захист - один з пріоритетів національної безпеки // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 2. – С. 34–38.
12. Чумак С. П. Метод оценки объемов отдельных видов аварийно-спасательных работ при их планировании и подготовке / С. П. Чумак // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях : науч. информ. сб. / ВИНТИ. – Москва, 2001. – Вып. 3. – С. 176–184.
13. 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.
14. Шатов С. В. Організаційно-технологічні рішення розбирання пошкоджених та реконструйованих споруд та будівель / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури :зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2013. - № 4 : Наукові дослідження. – С. 12–17.

REFERENCES

1. Kochetkov K.E., Kotlyarevskiy V.A and Zabegaev A.V., eds. *Avarii i katastrofy. Preduprezhdenie i likvidatsiya posledstviy. T. 1* [Damages and disasters. Prevention and liquidation of consequences. Vol. 1]. Moskva: ASB, 1995, 320 p. (in Russian).
2. Bakin V.P. and Batygin N.S. *Snos povrezhdennykh pri zemletryaseniyakh zdaniy* [Demolishing of buildings damaged by earthquakes]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 1989, no. 6, pp. 10–11. (in Russian).
3. Goncharenko D.F., Melentsov N.A. and Konstantinov A.S. *Tekhnologiya demontazhnykh i stroitel'no-montazhnykh rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology of demolition and construction and assembly work in restoring partially destroyed building]. *Promyslove budivnitstvo ta inzhenerni sporudy* [Construction and engineering structures]. 2013, no. 1, pp. 42–44. (in Russian).
4. Kazakov B. and Chadov E. *Organizatsiya ta provedennia avariyno-riatuvalnykh robіt na zhytlovykh budivliakh i sporudakh* [Organizing and conducting rescue operations in residential buildings and structures]. *Nadzvychnaya sytuatsiia* [Emergency]. 2007, no. 6, pp. 44–49.(in Ukrainian).
5. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzheniy* [Damages of buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian).
6. Miroshnichenko M. *Vibukh gazu - "tse urok, yakiy povynna zasvoity derzhava"* [Explosion of gas is "a lesson that should be learnt by the state"]. *Nadzvychnaya sytuatsiia* [Emergency]. 2007, no. 10, pp. 8–15. (in Ukrainian).
7. Berni D, Gilpin D., Koyn S. and Simons P. *Neukrotimaya planeta* [Unrestrained planet]. [Germany]: Dom Riderz Daydzhest, 2008, 319 p. (in Russian).
8. Tarakanov N.D. *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatel'nykh i neotlozhnykh avariyno-vosstanovitel'nykh rabot* [Complex mechanization of rescue and emergency restoration works]. Moskva: Energoatomizdat, 1984, 303 p. (in Russian).
9. *Tragichnyi vybukh u Yevpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvychnaya sytuatsiia* [Emergency]. 2009, no 1, pp. 8–15. (in Russian).
10. Khmara L.A. and Shatov S.V. *Tekhnologichni osoblivosti rozbirannya zavaliv zruinovanykh budivel* [Technological features demolition rubble of destroyed buildings]. *Visnyk Pydnprovskoi derzhavnoi akademii budibnytstva ta architektury* [Bulletin of Prydnprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2010, no. 7, pp. 42-52. (in Ukrainian).

11. *Tsyvilnyi zakhyst - ody z pryorytetiv natsionalnoi bezpeky* [Civil protection one of the priorities of national security]. *Nadzvychna sytuatsiia* [Emergency]. 2009, no. 2, pp. 34–38. (in Ukrainian).
12. Chumak S.P. *Metod otsenki ob'emov otdel'nykh vidov avarijno-spasatel'nykh robot pri ikh planirovanii i podgotovke* [Method of estimation of the volume of certain types of rescue operations in their planning and preparation]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychnykh situatsiyakh* [Problems of safety in emergency situations]. VINITI. Moskva, 2001, no. 3, pp. 176–184. (in Russian).
13. Shatov S.V. *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanyh sporud ta elementiv budivel, yaki rekonstruiuiutsia* [Debris characterization of destroyed buildings and building elements, that are reconstructed]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budibnytstva ta architektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 3, pp. 8–14. (in Ukrainian).
14. Shatov S.V. *Organizatsiyno-tekhnologichni rishennia rozbyrannia zavaliv dekilkokh zruinovanykh budivel abo sporud* [Organizational and technological solutions of demolition debris destroyed several buildings or structure]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budibnytstva ta architektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2013, no. 4, pp. 12–17. (in Ukrainian).

Рецензент: д-р т. н., проф. Млодецький В. Р.

Надійшла до редколегії: 28.07.2016 р.

Прийнята до друку: 30.08.2016 р.