

УДК 725:69.059.28

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ МАШИН ДЛЯ РОЗБИРАННЯ УЛАМКІВ БУДІВЕЛЬ З ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

ШАТОВ С. В.¹, *д.т.н., доц.*,
ХМАРА Л. А.², *д.т.н., проф.*

¹ Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

² Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (05) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMAR@yahoо.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

Анотація. Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації техногенного або природного характеру спричиняють руйнуванню будівель та споруд, утворенню завалів на транспортних мережах. Це призводить до ускладнень з доставки техніки на об'єкт та до виконання робіт за недосконалими технологічними схемами. Потрібна розробка організаційно-технологічних рішень розбирання завалів зруйнованих будівель та споруд в умовах обмеженої кількості транспортних мереж (автодоріг). **Мета.** Визначення типів та кількості машин для розчищення доріг від уламків руйнувань будівель та споруд. **Висновок.** Для розбирання уламків зруйнованих будівель з транспортних мереж використовується різноманітна техніка, яка не відповідає вимогам цих процесів, що призводить до виконання рятувальних або відновлювальних робіт за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни і трудомісткість їх ведення. Розроблені конструкції робочих органів будівельних машин у вигляді захватів, які встановлені на навантажувачах і бульдозерах та забезпечують підвищення ефективності розбирання руйнувань об'єктів. Розроблено програмне забезпечення для визначення кількості навантажувачів для розбирання уламків будівель з транспортних мереж.

Ключові слова: техногенні аварії, руйнування будівель, уламки, дороги, навантажувачі

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА МАШИН ПРИ РАЗБОРКЕ ОБЛОМКОВ ЗДАНИЙ С ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ

ШАТОВ С. В.¹, *д.т.н., доц.*,
ХМАРА Л. А.², *д.т.н., проф.*

¹ Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, Днепропетровск, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

² Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMAR@yahoо.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

Аннотация. Постановка проблемы. Чрезвычайные ситуации техногенного или природного характера вызывают разрушения зданий и сооружений, образование завалов на транспортных сетях. Это приводит к трудностям доставки техники на объект и к выполнению работ по несовершенным технологическим схемам. Необходима разработка организационно-технологических решений разборки завалов разрушенных зданий и сооружений в условиях ограниченного количества транспортных сетей (автодорог). **Цель.** Определение типов и количества машин для расчистки дорог от обломков разрушенных зданий и сооружений. **Вывод.** Для разборки обломков разрушенных зданий с транспортных сетей используется разнообразная техника, которая не отвечает требованиям этих процессов, чтобы приводит к выполнению спасательных или восстановительных работ по несовершенным технологическим схемам, а это увеличивает сроки и трудоемкость их ведения. Разработаны конструкции рабочих органов строительных машин в виде захватов, которые установлены на погрузчиках и бульдозерах и обеспечивают повышение эффективности разборки разрушенных объектов. Разработано программное обеспечение для определения количества погрузчиков для разборки обломков зданий на транспортных сетях.

Ключевые слова: техногенные аварии, разрушение зданий, обломки, дороги, погрузчики

DETERMINATION OF COMPOSITION OF MACHINES AT SORTING OUT OF WRECKAGES OF BUILDING FROM TRANSPORT NETWORKS AT LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF TECHNOGENIC FAILURES

SHATOV S. V.¹, *Dr. Sc., As. Prof.*,
KHMARA L. A.² *Dr. Sc., Prof.*

¹ Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

² Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

Summary. Raising of problem The emergencies of technogenic or natural character cause destructions of building and constructions, formation of obstructions on transport networks. It results in difficulties of delivery of technique on an object and to implementation of works on imperfect flowsheets. Development of organizational and technological decisions of sorting out of obstructions of the destroyed building and constructions is needed in the conditions of the limited amount of transport networks (motorways). **Purpose.** Determination of types and amount of machines for clearing of roads from the wreckages of destructions of building and constructions. **Conclusion.** For sorting out of wreckages of the destroyed building from transport networks a various technique is used. which does not answer the requirements of these processes, that results in implementation of rescue or restoration works on imperfect flowsheets, and it increases terms and labour intensiveness of their conduct. The constructions of working organs of building machines are worked out as captures which are set on loaders and bulldozers and provide the increase of efficiency of sorting out of destructions of objects. Software is worked out for determining the amount of loaders for sorting out of wreckages of building on transport networks.

Keywords: technogenic failures, destruction of building, wreckages, roads, loaders

Проблема. Надзвичайні ситуації техногенного або природного характеру спричиняють руйнуванню будівель та споруд. Під завалами зруйнованих об'єктів можуть перебувати потерпілі. Зараз розбирання завалів виконується технікою, яка не відповідає вимогам рятувальних або відновлювальних робіт, особливо в умовах обмеженої кількості транспортних мереж (автодоріг) у зоні руйнування та їх блокування уламками будівель. Це призводить до ускладнень з доставки техніки на об'єкт та до виконання робіт за недосконалими технологічними схемами, що збільшує терміни їх ведення. Тому потрібна розробка організаційно-технологічних рішень розбирання завалів зруйнованих будівель та споруд в умовах обмеженої кількості транспортних мереж (автодоріг).

Аналіз публікацій. До техногенних катастроф та аварій відносяться вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації. Проявами стихійних лих є землетруси, урагани, зсуви та повені. Аналіз аварійно-рятувальних робіт у Вірменії (1986 р.), у Дніпропетровську (2007 р.), у Євпаторії (2008 р.) та у Луганську (2009 р.) показав, що розбирання завалів виконувалось у такій послідовності: розчищення транспортних мереж для руху техніки, підготовка майданчика для виконання робіт; обвалення пошкоджених будівельних конструкцій, що загрожують падінням; руйнування пошкоджених конструкцій та великогабаритних уламків; навантаження й вивіз продуктів розбирання завалів [1 – 4; 6 - 13]. Залежно від довжини й висоти

завали або розчищають до проїзної частини дороги, або влаштовують поверх завалів проїзди. Розчищати завали рекомендується при малій їх довжині й висоті не більше 0,5 м [9]. При завалах значної довжини й висоти понад 0,5 м роблять проїзд поверх завалу. Недоліком відомих технологічних схем розбирання завалів є відсутність рішень щодо вилучення уламків в умовах обмеженої кількості транспортних мереж.

Метою досліджень є визначення типів та кількості машин для розчищення доріг від уламків руйнувань будівель та споруд.

Результати дослідження. При висоті завалів понад 0,5 м на транспортних комунікаціях та в залежності від структури завалів, їх доцільно розбирати за технологічними схемами [11; 14]:

- розбирання завалів засобами механізації з ковшами та захватами (навантажувачами та екскаваторами), завантажуючи уламки у транспортні засоби (автосамоскиди);

- розбирання окремих частин завалів за попередньою схемою, а решту завалу - переміщенням дрібних уламків та схопленням і транспортуванням окремих великогабаритних уламків засобами механізації з відвалами і захватами (бульдозерами) до місць їх складування.

Відповідно до розробленого графа прийняття рішень (рис. 1, а), розбирання завалів Z_n на дорогах $B_{Дн}$ за першою схемою, доцільніше за умови незначного маневрування ківшевих машин між уламками. При цьому перевагу мають навантажувачі, які можуть найближче під'їхати, як до завалу Z_n , так і

до транспортних засобів E_T (рис. 1, б). Завали можуть розбиратися навантажувачами Γ_{H3} з різних доступних

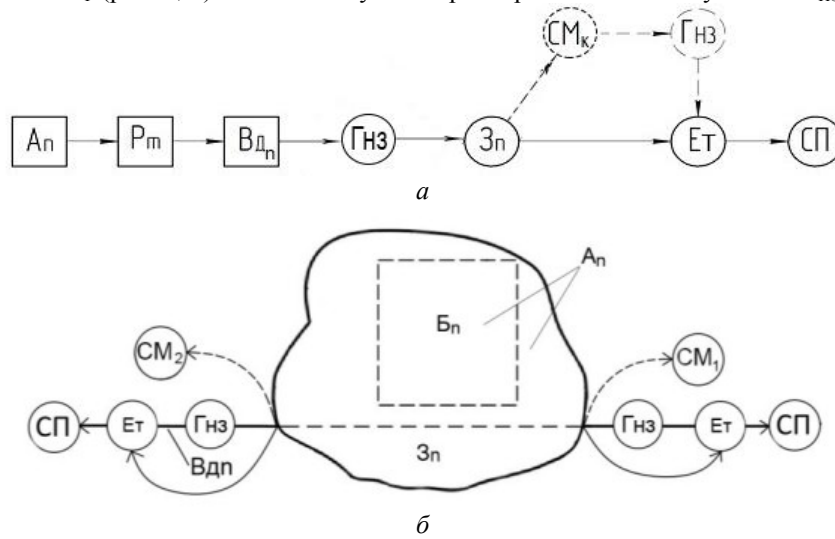


Рис. 1. Розбирання завалу з дороги та завантаження уламків у транспортні засоби:

a – граф прийняття рішень; *б* – розміщення засобів механізації; A – зруйнований об’єкт; n – кількість об’єктів; B – будівля; V – наявність транспортних мереж; D – кількість проїздів; Γ – засоби механізації; $H3$ – навантажувачі; E – засоби механізації транспортних робіт; t – кількість одиниць транспорту; Z – завал; P – характер руйнування; t – кількість зруйнованих поверхонь об’єкта; SM – склад-майданчик уламків; k – кількість складів; $СП$ – полігон уламків

частин. Дрібні уламки завантажують у ківш, а великогабаритні схоплюються захватом. Розвантаження виконується у транспортні засоби E_T (автосамоскиди), які вивозять їх на склади-полігони $СП$ за межами об’єкту. У разі необхідності, уламки можуть накопичуватися на тимчасових складах-майданчиках SM_k (SM_1 та SM_2), розташованих за межами доріг $V_{дп}$, а потім транспортуватися на склади-полігони $СП$ або перероблюватися на місці для вторинного використання.

При структурі завалів на дорогах з хаотичним нагромадженням уламків на окремих ділянках, коли

виникає необхідність багаторазового маневрування навантажувачів Γ_{H3} , що приводить до зменшення їх продуктивності, завали розбирають у відповідності до розробленого графу прийняття рішень для другої технологічної схеми (рис. 2, а). У тих частинах завалів, де передбачається ускладнене або неможливе пересування навантажувачів Γ_{H3} , використовують бульдозери $\Gamma_{БЗ}$ оснащені захватами на робочих органах. Бульдозери $\Gamma_{БЗ}$ переміщують відвалами дрібні уламки або транспортують окремі великогабаритні уламки за допомогою захватів на склади-майданчики SM_2 та SM_3 (рис. 2, б).

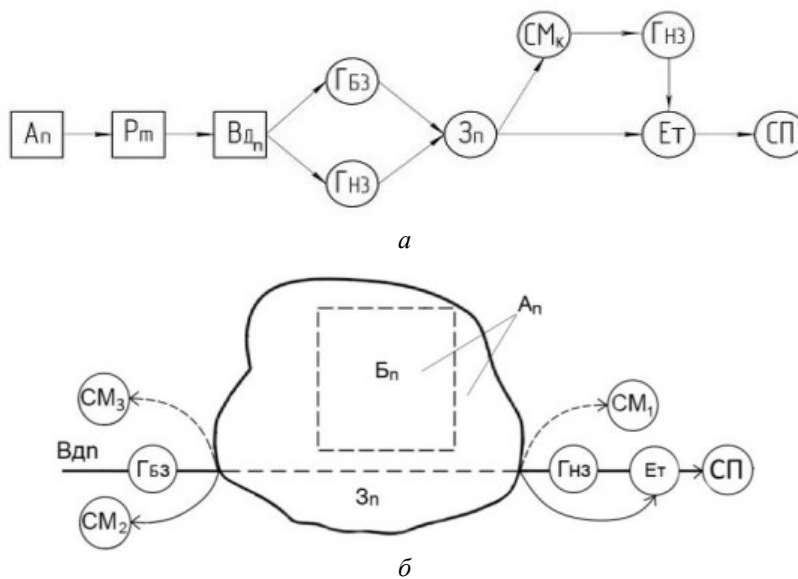


Рис. 2. Розбирання завалу з проїзду переміщенням уламків та їх завантаженням у транспортні засоби: *a* – граф прийняття рішень; *б* – розміщення засобів механізації; $B3$ – бульдозери із захватами

Навантажувачами $\Gamma_{НЗ}$ з ковшами та захватами за передньою технологічною схемою (рис. 1) розроблюються доступні частини завалів, а також ті частини завалів, що підготували бульдозери $\Gamma_{БЗ}$. Навантажувачі $\Gamma_{НЗ}$ розвантажують уламки у транспортні засоби E_T або на тимчасовий склад-майданчик $СМ_1$ (рис. 2, б). За потребою навантажувачі $\Gamma_{НЗ}$ забезпечують завантаження у транспортні засоби E_T уламків із складів-майданчиків $СМ_1$, $СМ_2$ та $СМ_3$. Прибирання уламків із цих складів визначається на наступних етапах ліквідації наслідків техногенних та природних подій.

Відповідно до запропонованих технологічних схем розбирання, навантаження та вивезення уламків будівель з транспортних мереж, розроблене робоче обладнання фронтальних колісних або гусеничних навантажувачів (рис. 3, а, б), оснащених захватними пристроями встановлюваних на ковшах [2, 3]. При розробці завалів з дрібними уламками, захвати 5 навантажувачів піднімаються у верхнє положення і не перешкоджають заповненню ковша 1 уламками (рис. 3, в).

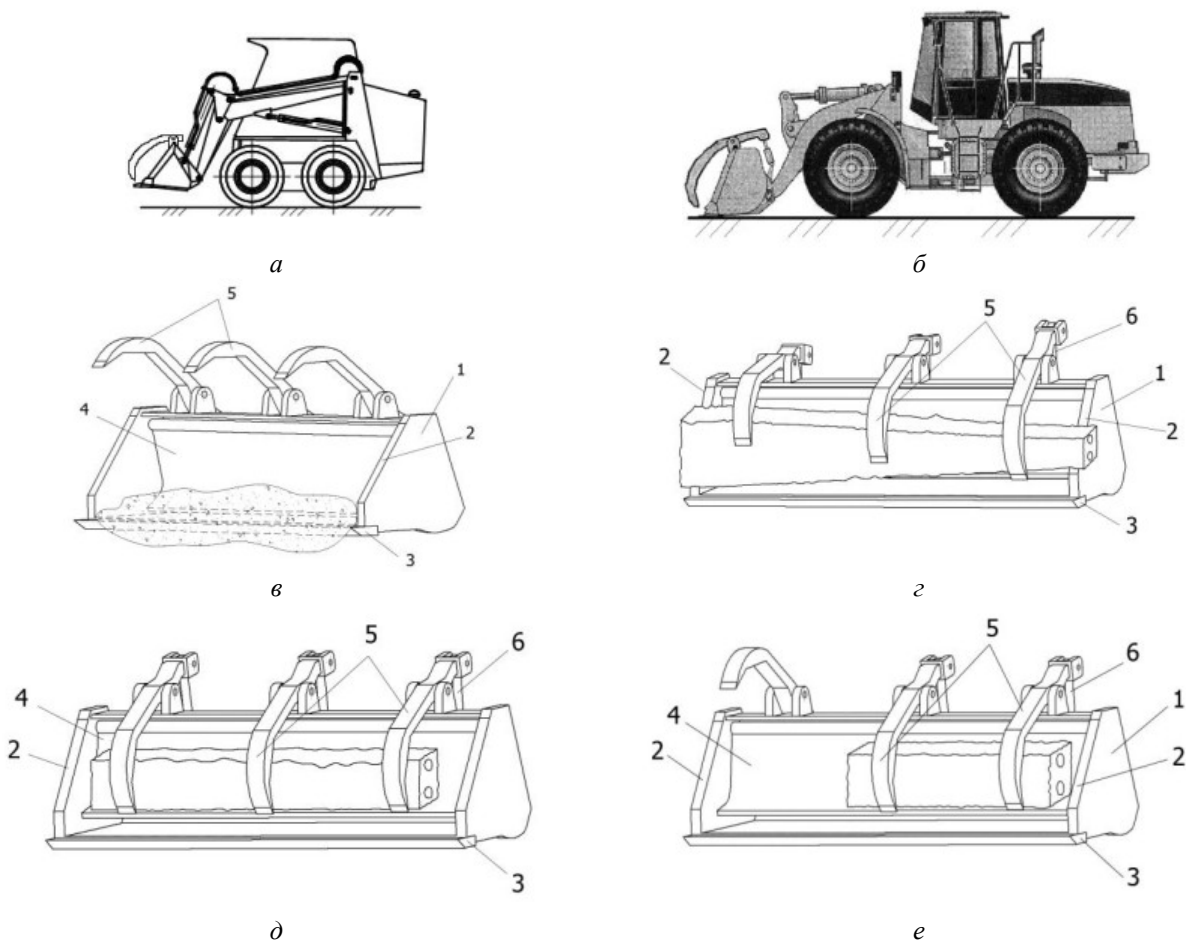


Рис. 3. Типи фронтальних навантажувачів та технологічні схеми роботи:

а – вантажопідйомністю 0,6 т; б – вантажопідйомністю 2,0 т; в – заповнення ковша дрібними уламками; г - схоплення уламків, довжина яких більша ширини ковша; д, е - варіанти схоплення уламків, довжина яких менша ширини ковша; 1 - ківш; 2 – бічні стіни; 3 - ніж; 4 – задня стінка; 5 - захвати; 6 – гідроциліндри

При розбиранні великих за розмірами уламків їх утримання проводиться захватами 5 та бічними стінками 2. Індивідуальне управління кожним захватом 5 гідروциліндрами 6 забезпечує надійне утримання уламків, що мають різні поперечні розміри у довжину (рис. 3, г). У випадку, коли довжина охоплюваного уламка менша ширини ковша, його утримання проводиться захватом 5 та поворотом задньої стінки 4 (рис. 3, д). Така схема роботи обладнання застосовується і при утриманні окремих або декількох уламків малого поперечного

перетину та довжини, коли задіяні два або три захвати 5 (рис. 3, е). Розвантажують уламки при зворотному повороті захватів та задньої стінки після їх перевезення до місця навантаження у транспортні засоби або складів-майданчиків $СМ_1 - СМ_3$.

Розрахунок показників розбирання завалів з транспортних мереж та кількості навантажувачів виконується у наступній послідовності.

1. Експлуатаційна продуктивність навантажувачів:
- при роботі ковшем (розбирання завалу з дрібними уламками) $P_{ек}$ [5]:

$$P_{ек} = \frac{3600}{T_{ц}} \cdot q \cdot K_H \cdot K_B, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1)$$

$$N_H = \frac{T_P^{HK}}{T_{\phi}} \quad (5)$$

де q – місткість ковша, м^3 ;
 K_H – коефіцієнт наповнення ковша, $K_H = 0,8 \dots 0,9$;
 K_B – коефіцієнт використання навантажувача за часом, $K_B = 0,8 \dots 0,85$;
 $T_{ц}$ – тривалість робочого циклу, с.

- при роботі із захватами $P_{ез}$:

$$P_{ез} = \frac{3600}{T_{ц}} \cdot Q \cdot K_G \cdot K_B, \text{ т/год}, \quad (2)$$

де Q – вантажопідйомність, т;
 K_G – коефіцієнт використання навантажувача по вантажопідйомності.

2. Тривалість робочого циклу $T_{ц}$:

$$T_{ц} = t_{зав.} + t_{пер.} + t_{розв.} + t_m + t_n, \text{ с}, \quad (3)$$

де $t_{зав.}$ - час завантаження ковша або час схоплення вантажу, с; $t_{пер.}$ - час на пересування навантажувача від завалу з вантажем і назад, с; $t_{розв.}$ - час розвантаження, с; t_m - час на маневрування навантажувача, с; t_n - час на перемикання передач, с.

3. Час розбирання завала T_P^{HK} :

$$T_P^{HK} = \frac{V_{рз}}{P_{ек}}, \text{ годин}, \quad (4)$$

де $V_{рз}$ - об'єм завалу на дорозі, м^3 .

4. Необхідна кількість навантажувачів N_H з урахуванням фактора часу T_{ϕ} – завал необхідно розібрати за 8 годин:

Для визначення кількості засобів механізації використовується програмне забезпечення “Zaval” (на рисунку 4 наведений інтерфейс з результатами розрахунків).

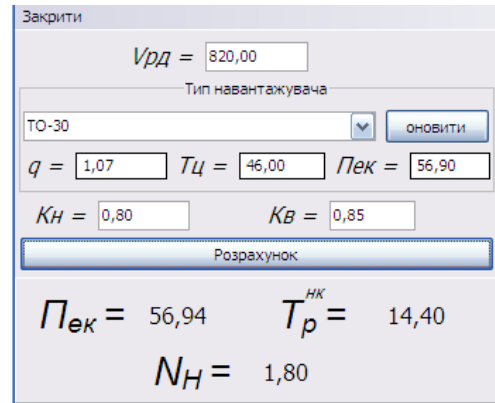


Рис. 4. Вікно програми розрахунку навантажувачів.

Висновки. 1. Зараз для розбирання уламків зруйнованих будівель з транспортних мереж використовується техніка, яка не відповідає вимогам цих процесів, що призводить до виконання відновлювальних робіт за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни і трудомісткість їх ведення.

2. Розроблені конструкції робочих органів будівельних машин у вигляді захватів, які встановлені на навантажувачах і бульдозерах та забезпечують підвищення ефективності розбирання руйнувань об'єктів.

3. Розроблено програмне забезпечення для визначення типів та кількості навантажувачів для розбирання уламків будівель з транспортних мереж.

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. 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. Організація та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44–49.
5. Кудрявцев Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства / Е. М. Кудрявцев. – Москва : Стройиздат, 1989. – 246 с.
6. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
7. Мірошніченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. – 2007. - № 10. – С. 8–15.
8. 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.

9. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ / Н. Д. Тараканов. – Москва : Энергоатомиздат, 1984. – 303 с.
10. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. – С. 8–15.
11. 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.
12. Цивільний захист - один з пріоритетів національної безпеки // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 2. – С. 34–38.
13. 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.
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. – С. 12–17.

REFERENCES

1. Kochetkov K.E., Kotlyarevskij V.A. and Zabegaeva A.V., eds. *Avarii i katastrofy. Preduprezhdenie i likvidaciya posledstvij* [Accidents and disasters. Prevention and mitigation]. Moskva: ASV, book 1, 1995, 320 p. (in Russian)
2. Bakin V.P. and Batygin N.S. *Snos povrezhdennykh pri zemletryaseniyakh zdaniy* [Demolition of damaged buildings by earthquakes]. *Mexanizaciya stroitel'stva* [Construction mechanization]. 1989, no. 6, pp. 10–11. (in Russian)
3. Goncharenko D.F., Melencov N.A. and Konstantinov A.S. *Tekhnologiya demontazhnykh i stroitel'no-montazhnykh rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology of demolition, construction and installation work by recovering of partially destroyed building]. *Promyslove budivnitsvo ta inzhenerni sporudy* [Industrial construction and civil engineering constructions]. 2013, no. 1, pp. 42–44. (in Russian)
4. Kazakov B. and Chadov E. *Organizatsiia ta provedennia avarijno-riativalnykh robot na zhytlovykh budivliakh i sporudakh* [Organization and carrying of rescue works on residential buildings and structures]. *Nadzvychna situatsiia* [Emergency]. 2007, no. 6, pp. 44–49. (in Ukrainian)
5. Kudryavcev E.M. *Kompleksnaya mexanizaciya, avtomatizaciya i mexanovoorozhennost' stroitel'stva* [Construction complex mechanization, automation and mechanical equipment]. Moskva: Strojizdat, 1989, 246 p. (in Russian)
6. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Accidents buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian)
7. Miroshnychenko M. *Vybukh gazu – tse urok, yakyj povynna zasvoity derzhava* [Gas explosion - "This lesson should learn the state"]. *Nadzvychna situatsiia* [Emergency]. 2007, no. 10, pp. 8–15. (in Ukrainian)
8. Berni D., Gilpin D., Kojn S. and Simons P. *Neukrotimaya planeta. Kogda priroda sxodit s uma* [Unrestrained planet. When nature goes mad]. Germaniya: Dom Riderz Dajdzhest, 2008, 319 p. (in Russian)
9. Tarakanov N.D. *Kompleksnaya mexanizaciya spasatel'nykh i neotlozhnykh avarijno-vosstanovitel'nykh rabot* [Complex mechanization of rescue and emergency restoration works]. Moskva: Energoatomizdat, 1984, 303 p.
10. *Trahichnyi vybukh u Evpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvychna situatsiia* [Emergency]. 2009, no. 1, pp. 8–15. (in Russian)
11. Khmara L.A. nad Shatov S.V. *Tekhnologichni osoblyvosti rozbyrannia zavaliv zruinovanykh budivel* [Technological features of rubble demolition of destroyed buildings]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2010, no. 7, pp. 42–52. (in Ukrainian)
12. *Tsyvilnyi zakhyst odyń z priorytetiv natsionalnoi bezpeky* [Civil protection is one of the priorities of national security]. *Nadzvychna situatsiia* [Emergency]. 2009, no. 2, pp. 34–38. (in Ukrainian)
13. Chumak S.P. *Metod ocenki ob'emov otdel'nykh vidov avarijno-spasatel'nykh rabot pri ikh planirovanii i podgotovke* [Scope evaluation method of rescue operations certain types in their planning and preparation]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychnykh situatsiyah* [Security concerns in emergencies]. VINITI [All-Russian Institute for Scientific and Technical Information]. Moskva, 2001, iss. 3, pp. 176–184. (in Russian)
14. Shatov S.V. *Orhanizatsiino-tekhnologichni rishennia rozbyrannia poshkodzhennykh ta rekonstruiovanykh sporud ta budivel* [Organizational and technological solutions of damaged and reconstructed constructions and buildings dismantling]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2013, no. 4, pp. 12–17. (in Ukrainian)