

УДК 725:69.059.28

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ БУЛЬДОЗЕРІВ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ЗАВАЛІВ НА ДОРОГАХ

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, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

**Анотація. Постановка проблеми.** Техногенні катастрофи, аварії або стихійні лиха спричинюють руйнування будівель і споруд та транспортних мереж (доріг). За наявності непошкоджених автодоріг на них можуть знаходитися уламки зруйнованих будівель, які утворюють завали та перешкоджають руху техніки й робітників до об'єкта виконання робіт. Розбирання завалів виконується машинами та механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт, що зумовлює виконання рятувальних або відновлювальних робіт за недосконалими технологічними схемами, особливо на початкових етапах, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібна розробка нових типів машин та їх робочого обладнання з обґрунтованими параметрами для ефективного розбирання завалів на транспортних мережах. **Мета статті.** Розробка та дослідження робочого обладнання бульдозерів для розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд на дорогах. **Висновок.** Розроблено конструкцію робочого обладнання бульдозерів для розбирання завалів зруйнованих будівель у вигляді захватів, які встановлені на відвалі, та визначено раціональні параметри нового виду обладнання. У результаті досліджень встановлено ефективність бульдозерів із захватами. Питомі показники роботи бульдозерів із захватами у 1,8...2,0 рази вищі, ніж у бульдозерів традиційної конструкції. Випробування експериментального зразка бульдозера ДЗ-162 із захватами виробництва Бердянського заводу дорожніх машин підтвердили його працездатність, ефективність та перспективу використання для ліквідації наслідків надзвичайних подій.

**Ключові слова:** техногенні аварії, завали на дорогах, бульдозери із захватами.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРОВ ДЛЯ РАЗБОРКИ ЗАВАЛОВ НА ДОРОГАХ

ШАТОВ С. В. *д. т. н, доцент.*

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

**Аннотация. Постановка проблемы.** Техногенные катастрофы, аварии и стихийные бедствия приводят к разрушению зданий, сооружений и транспортных сетей (дорог). При наличии неповрежденных автодорог на них могут находиться обломки разрушенных зданий, которые образуют завалы и препятствуют движению техники и рабочих к объекту выполнения работ. Разборка завалов выполняется машинами и механизмами, которые не отвечают требованиям этих работ, что предопределяет выполнение спасательных или восстановительных работ по несовершенным технологическим схемами, особенно на начальных этапах, а это увеличивает сроки и трудоемкость их выполнения. Поэтому необходима разработка новых типов машин и их рабочего оборудования с обоснованными параметрами для эффективной разборки завалов на транспортных сетях. **Цель статьи.** Разработка и исследование рабочего оборудования бульдозеров для разборки завалов разрушенных зданий и сооружений на дорогах. **Вывод.** Разработана конструкция рабочего оборудования бульдозеров для разборки завалов разрушенных зданий в виде захватов, которые установлены на отвале, и определены рациональные параметры нового вида оборудования. В результате исследований установлена эффективность бульдозеров с захватами. Удельные показатели работы бульдозеров с захватами в 1,8...2,0 раза выше, чем у бульдозеров традиционной конструкции. Испытания экспериментального образца бульдозера ДЗ-162 с захватами производства Бердянско-го завода дорожных машин подтвердили его работоспособность, эффективность и перспективу использования для ликвидации последствий чрезвычайных событий.

**Ключевые слова:** техногенные аварии, завалы на дорогах, бульдозеры с захватами.

## RESEARCH OF WORKING EQUIPMENT OF BULLDOZERS FOR SORTING OUT OF OBSTRUCTIONS ON ROADS

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

Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: hatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

**Summary. Problem statement.** Technogenic catastrophes, failures or natural calamities, lead to destruction of buildings and buildings and transport ways. In the presence of intact motorways, there are wreckages of destructed buildings which form obstructions and hinder motion of technique and workers to the object of implementation of works. Sorting out of obstructions is done with machines and mechanisms which do not meet the requirements of these works, that predetermines implementation of rescue or restoration works on imperfect technological charts, especially on the initial stages, and it increases terms and labor intensiveness of their implementation. Development of new types of machines and their working equipment is therefore needed with the grounded parameters for the effective sorting out of obstructions on transport ways. **Purpose.** Development and research of working equipment of bulldozers for sorting out of obstructions of the blasted buildings and buildings on roads. **Conclusion.** The construction of working equipment of bulldozers is developed for sorting out of obstructions of the blasted buildings as captures which are set on a dump, and the rational parameters of new type of equipment are determined. As a result of researches efficiency of bulldozers is set with captures. Specific indexes of work of bulldozers with captures in 1,8...2,0 times are higher, than at the bulldozers of traditional construction. The tests of experimental standard of bulldozer of DZ-162 with the captures of production of Berdyansk plant of road machines confirmed its capacity, efficiency and prospect of the use for liquidation of extraordinary events.

**Key words:** *technogenic failures, obstructions on roads, bulldozers with to the captures.*

**Проблема.** Матеріальні збитки, завдані надзвичайними ситуаціями природного та техногенного характеру за останні 11 років в Україні, оцінюються в суму понад 12 млрд гривень [11]. Стихійні лиха та техногенні катастрофи, аварії спричиняють пошкодження або руйнування будівель та споруд. За наявності непошкоджених автодоріг на них можуть знаходитися уламки зруйнованих будівель, які утворюють завали та перешкоджають руху техніки й робітників до об'єкта виконання робіт. Розбирання завалів виконується машинами та механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт, що зумовлює виконання рятувальних або відновлювальних робіт за недосконалими технологічними схемами, особливо на початкових етапах, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібна розробка нових типів машин та їх робочого обладнання з обґрунтованими параметрами для ефективного розбирання завалів на транспортних мережах.

**Аналіз публікацій.** Залежно від виду природної або техногенної події уламки зруйнованих будівель і споруд створюють на дорогах різноманітні за структурою завали. Найбільш поширена техногенна аварія вибухи побутового газу [3; 6-8]. Залежно від параметрів та напряму вибуху змінюється структура завалів, у першу чергу, розмір та розташування уламків.

Аналіз робіт із ліквідації наслідків руйнувань показав, що розбирання завалів на дорогах залежно від їх висоти виконувалось у такий спосіб [1; 2; 4; 5]. Завали висотою до 0,5 м розбирають шляхом переміщення

уламків у боки від дороги відвалами бульдозерів та автогрейдерів. За висоти завалів на дорогах більше 0,5 м їх розбирають або виконують проїзди зверху завалів [9]. Завали розбирають кранами, екскаваторами та навантажувачами. Традиційні машини та їх обладнання не можуть бути застосовані у випадках розташування в таких завалах окремих великогабаритних уламків або хаотичного їх скупчення на ділянках доріг, що не дозволяє їх зсунути відвалами бульдозерів й автогрейдерів або схоплювати ковшами інших машин.

**Мета статті** — розробка та дослідження робочого обладнання бульдозерів для розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд на дорогах.

**Результати дослідження.** У випадках розташування на дорогах великогабаритних уламків або хаотичного їх скупчення, яке не дозволяє їх зсунути відвалами, окремі уламки доцільно схоплювати захватами (рис. 1), встановленими на бульдозерах [10; 13]. Уламки переміщують на незначну відстань — до місця їх складування. Прибирання уламків із цих складів визначається на наступних етапах ліквідації наслідків техногенних та природних подій.

У верхній частині відвала 7 шарнірно встановлені захвати 8. Плече кожного із захватів пов'язане з гідроциліндрами 6, корпуси яких закріплені на штовхальних брусах 4. Робочі частини захватів 8 у нижній частині примикають до різального ножа відвала 7. Зусилля притиснення уламків 10 до відвала 7 забезпечується спочатку тяговим зусиллям трактора 1, а потім зусиллям

гідроциліндрів 6. Притиснуті уламки 10 разом із захватами піднімаються у транспортне положення і бульдозер здійснює технологічні операції. Індивідуальне управління кожним із захватів 8 дозволяє схоплювати уламки різної конфігурації та розмірів із довжини і поперечного перетину  $D$ . Надійне утримання уламків забезпечують ребристі накладки 11 захватів.

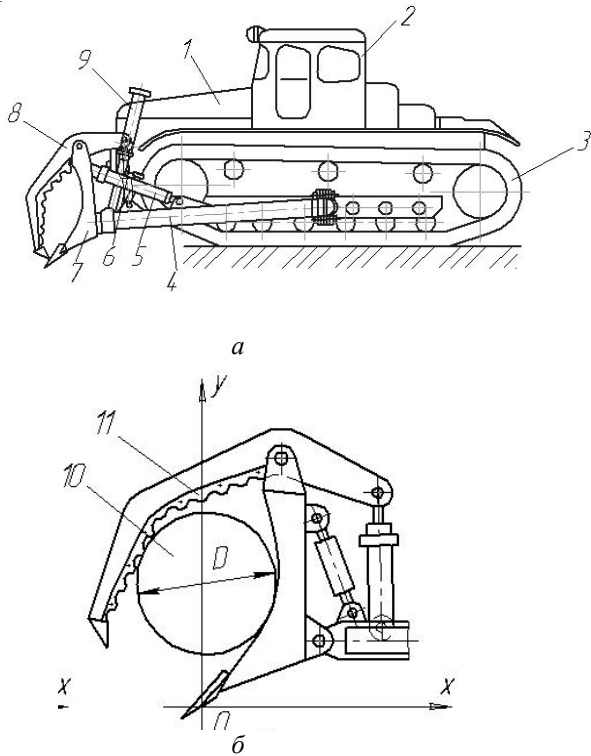


Рис. 1. Бульдозер із захватами:

*a* – загальний вигляд; *б* – обладнання.

- 1 – трактор; 2 – кабіна; 3 – ходова частина; 4 – бруси;
- 5 – підкоси; 6 – гідроциліндри захватів; 7 – відвал;
- 8 – захвати; 9 – гідроциліндри відвала; 10 – уламок;
- 11 – накладка

Розроблено технічні рішення виконання захватів для різних умов розбирання завалів та типорозмірів бульдозерів. Форма захватів залежить від геометричних розмірів у перетині та конфігурації зовнішніх поверхонь уламків: для надійного схоплення та транспортування уламків із складною формою доцільно застосовувати захвати ламані, криволінійні, ребристі, шарнірні, а для інших уламків – прості за формою захвати з нахилом та вертикальні. Для схоплення великогабаритних поздовжніх уламків доцільно застосовувати декілька захватів: два або три, котрі можуть мати різне розташування та форму.

Бульдозер із захватами виконує технологічні процеси:

- переміщення уламків завалу відвалом (масове прибирання уламків) із транспортних мереж до складів-майданчиків для подальшого їх навантаження іншою технікою у транспортні засоби;

- розпушення місць нагромадження великогабаритних уламків та вилучення окремих уламків;

- схоплення великогабаритних уламків та їх транспортування до складів-майданчиків.

Ефективність бульдозерів із захватами визначалася параметрами:

1. Тривалість  $T_p$  розбирання завалу:

$$T_p = \sum T_i; T_p \leq T_\phi = 6...120 \text{ годин}, \quad (1)$$

де  $T_i$  – тривалість виконання окремих процесів;

$T_\phi$  – чинник часу на розбирання завалу [13].

2. Продуктивність  $\Pi$  виконання робіт:

$$\Pi = \sum \left( \frac{V}{T_p} \right), \quad (2)$$

де  $V$  – об'єм розробленого завалу.

3. Тривалість робочого циклу  $T_u$  бульдозерів:

$$T_u = \sum t_{\text{опр.}i} \rightarrow \min, \quad (3)$$

де  $t_{\text{опр.}i}$  – тривалість окремих робочих операцій.

4. Питомі показники:

$$\frac{\Pi}{M}; \frac{\Pi}{T_\phi} \quad (4)$$

де  $M$  – маса бульдозерів.



*a*



б

Рис. 2. Моделювання розбирання уламків із транспортних мереж:

а – загальний вигляд стенда; б – модель бульдозерного обладнання із захватами

Для підтвердження працездатності та технологічних можливостей бульдозерного обладнання із захватами були проведені дослідження на його фізичній моделі з використанням стенда моделювання робочих процесів дорожньо-будівельних машин (рис. 2, а). На рамі стенда встановлений рухомий тензометричний візок із моделлю бульдозерного неповоротного відвала. Нижня частина стенда являє собою контейнер із ґрунтом, на поверхні якого були розташовані уламки будівельних виробів: керамічної та силікатної цегли, бетонної стяжки. Тензометрична апаратура фіксувала параметри процесів: зусилля переміщення усіх уламків по поверхні ґрунту; зусилля підйому окремих уламків. Модель обладнання (рис. 2, б) у масштабі М 1:10 складалася з відвала, на бокових щоках якого з можливістю повороту встановлені захвати, штовхальних балок та вертикальної тяги з приводом підйому обладнання.

Положення захватів фіксувалося зусиллям їх притиснення до бокових щік відвала. Кожний із захватів складався з двох шарнірно з'єднаних між собою частин, що забезпечувало надійне охоплення та утримування уламків.

Виконувалися дослідження властивостей бульдозерного обладнання (рис. 3) під час таких технологічних процесів:

- масове переміщення уламків відвалами традиційної конструкції та із захватами;
- переміщення окремих уламків відвалом традиційної конструкції;

- схоплення та транспортування окремих уламків відвалом із захватами.



а



б

Рис. 3. Дослідження технологічних властивостей бульдозерного обладнання:

а – традиційний відвал; б – відвал із захватами

За результатами досліджень отримано залежності, наведені на рисунку 4. Залежності зміни показників  $\frac{P_e^B}{M_B}$  та  $\frac{P_e^3}{M_3}$  від

тягового класу бульдозерів (рис. 4, а) показує, що для бульдозерів із захватами доцільно застосувати на розбиранні завалів бульдозери тягових класів 25 та 35 тонн. У разі використання бульдозерів із традиційним відвальним обладнанням доцільне застосування бульдозерів легкого класу 3 тонни та важкого 35 тонн, для яких показник  $\frac{P_e^B}{M_B}$  в 1,5-2,5 раза вищий за цей

показник для бульдозерів середнього тягового класу 10 тонн. Для бульдозерів із захватами під час розбирання окремих уламків

показник  $\frac{P_e^3}{M_3}$  складає  $2,2 \dots 3,8 \frac{\tau}{\text{год}}$ , що в

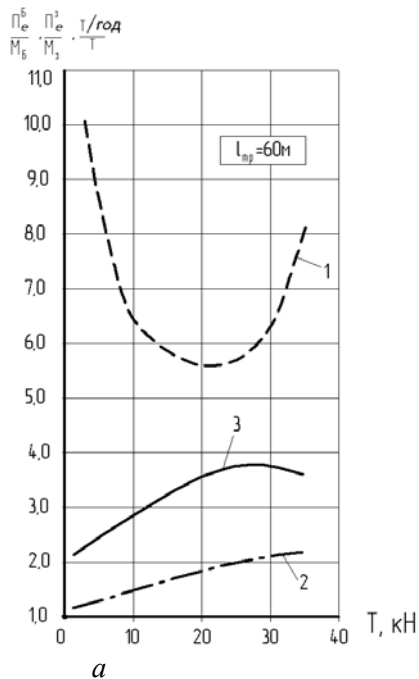
1,8– 2,0 рази більше показника  $\frac{P_e^B}{M_B}$  для бульдозерів із відвалом традиційної конструкції під час переміщення окремих уламків.

Зміна показників  $\frac{P_e^B}{T_\phi}$  та  $\frac{P_e^3}{T_\phi}$  від тягового

класу бульдозерів показує (рис. 4, б), що на розбиранні завалів доцільно застосувати важкі високопродуктивні машини класу 35 тонн і більше. Для бульдозерів із захватами під час розбирання окремих уламків показник  $\frac{P_e^3}{T_\phi}$  складає 3,0...28,0  $\frac{\tau}{\text{год}}$ , що

в 1,8–2,0 рази більше показника  $\frac{P_e^B}{T_\phi}$  для

бульдозерів із відвалом традиційної конструкції під час переміщення окремих уламків.



Розроблено раціональні параметри захватів залежно від розмірів відвалів та тягового класу тракторів 3, 10, 25, 35 тонн, які найчастіше застосовуються на розбиранні завалів. За результатами досліджень розроблене, виготовлене на Бердянському заводі дорожніх машин та випробуване робоче обладнання у вигляді захватів на базі бульдозера ДЗ-162 (рис. 5).

Робоче обладнання забезпечило виконання землерийно-транспортних робіт, а також, за наявності захватів, таких технологічних операцій: схоплення та транспорту-

вання вантажів масою 300 кг з перетином 0,6×0,6 м і довжиною до 4 м; розпушення міцних ґрунтів на глибину 0,25 м. Технічні показники обладнання наведені у таблиці.

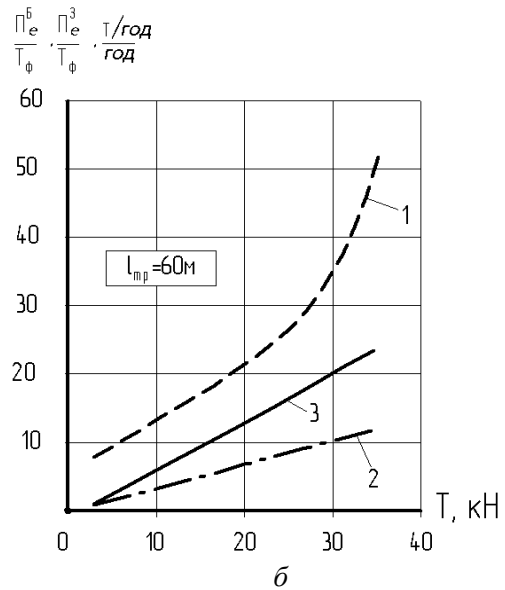


Рис. 4. Зміна від тягового класу бульдозерів Т:

а – показників  $P_e^B/M_B$  і  $P_e^3/M_3$ ; б – показників  $P_e^B/T_\phi$  і  $P_e^3/T_\phi$ .

1 – бульдозер під час масової розробки завалу;  
2 – бульдозер під час переміщення окремих уламків;  
3 – бульдозер із захватами



Рис. 5. Бульдозер ДЗ-162 із захватами

Конструкція захватів також забезпечувала збільшення накопичених здатностей бульдозера під час переміщення уламків або ґрунту перед відвалом: захвати встановлювалися з боків відвалу таким чином, що це не дозволяло втрачати середовище.

Під час виконання планувальні або профільні роботи, коли потрібно повернути відвал у плані, захвати піднімаються у неробоче положення та не заважають виконанню цих робочих процесів землерийно-транспортних робіт.

Т а б л и ц я 1  
Результати випробування  
бульдозера ДЗ-162 із захватами

Параметр	Значення
Тяговий клас, кг	3,0
Вантажопідйомність, кг	300
Кількість захватів	2
Перертин вантажу, м	0,6×0,6
Довжина вантажу, мм	4000
Глибина розпушення, мм	250

**Висновки.** 1. Розроблено конструкцію робочого обладнання бульдозерів для розбирання завалів зруйнованих будівель у вигляді захватів, які встановлені на відвалі,

та визначено раціональні параметри нового виду обладнання.

2. У результаті досліджень встановлено ефективність бульдозерів із захватами. Питомі показники роботи бульдозерів із захватами у 1.8...2,0 рази вище, ніж у бульдозерів традиційної конструкції.

3. Випробування експериментального зразка бульдозера ДЗ-162 із захватами виробництва Бердянського заводу дорожніх машин підтвердили його працездатність, ефективність та перспективу використання для ліквідації наслідків надзвичайних подій.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакин В. П. В повестку дня – строительно-монтажную механизацию спасательных работ / Бакин В. П. // Механизация строительства. – 1990. – № 19. – С. 24-26.
2. Бакин В. П. Механизация на разборке завалов / В. П. Бакин // Механизация строительства. – 1989. – № 5. – С. 7-8.
3. Боровский Б. Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение / Б. Боровский, Е. Лапина // Motrol. – 2009. – № 11А. – С. 120-122.
4. Джулиани Р. У. Лидер / Р. У. Джулиани, К. Керзон ; пер. с англ. С. Минкина. – Москва : АСТ ; Транзиткнига, 2004. – 524 с. – (Человек года).
5. Казаков Б. Організація та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44-49.
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. Хмара Л. А. Применение бульдозеров и рыхлительных подвесок с рабочим оборудованием для ликвидации последствий техногенных катастроф / Л. А. Хмара, С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2009. – № 1. – С. 13-25.
11. Цивільний захист – один з пріоритетів національної безпеки // Надзвичайна ситуація. - 2009. – № 2. – С. 34-38.
12. Чумак С. П. Основы разработки технологии и управления процессами аварийно-спасательных работ при разрушениях зданий и сооружений / С. П. Чумак // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях : науч. информ. сб. / ВИНТИ. – Москва, 2008. – Вып. 4. – С. 55-62.
13. Шатов С. В. Технологічні особливості розбирання завалів зруйнованих будівель на транспортних мережах / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2010. - № 10. – С. 4852.

REFERENCES

1. Bakin V. P. *V povestku dnya – stroitel'no- montazhnyuyu mekhanizatsiyu spasatel'nykh robot* [The agenda is construction and assembly mechanization rescue work]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva – mechanization of building*, 1990, no.19, pp.24-26. (in Russian).
2. Bakin V. P. *Mekhanizatsiya na razborke zavalov* [Mechanization on dismantling the rubble]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva – Mechanization of building*, 1989, no.5, pp.7-8 (in Russian).
3. Borovskiy B., Lapina E. *Tekhnogennye avarii v sistemakh gazosnabzheniya i ih preduprezhdenie* [Technological accidents in the gas supply system and their prevention]. *Motrol* , 2009, no. 11A, pp. 120 – 122. (in Russian).
4. Dzhuliani R. U., Kerzon K. *Lider* [Leader]. Moscow, OOO AST, OOO Tranzitkniga, 2004. 524p. (in Russian).
5. Kazakov B., Chadov E. *Organizatsiata provedennia avariino-riatuvalnyh robot na zhytlovykh budivliakh i sporudakh*. [Organization and conducting rescue works on residential buildings]. *Nadzvychaina sytuatsia– Emergency*, 2007, no. 6, pp. 44-49. (in Russian).
6. Markov A. I., Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzheniy* [Accidents of buildings and structures]. Zaporozh'e, OOO Nastroi , 2008. 84p.(in Russian).
7. Miroshechenko M. *Vybuch gazu – tse urokyakyi povynna zasvoity derzhava* [Explosion of gas is a lesson that should be learnt by state]. *Nadzvychaina sytuatsiia – Emergency*, 2007.no. 10, pp. 8 – 15(in Ukrainian).
8. Berni D., Gilpin D., Simons P. *Neukrotimaya planeta* [Unrestrained planet]. Dom Ridirs daidzhest, 2008. 319p. (in Russian).
9. Tarakanov N. D. *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatel'nyh i neotlozhnyh avariino-vosstanovitel'nyh robot* [Integrated mechanization of rescue and emergency restoration works]. Moscow, Energoatomizdat, 1984. 303p. (in Russian).
10. Khmara L. A., Shatov S. V. *Primenenie bul'dozerov i rykhlitel'nykh podvesok s rabochim oborudovaniem dlia likvidatsii posledstviy tekhnogennykh katastrof* [Application of bulldozers and loosening hanger with a working equipment for liquidation of the consequences of man-made disasters]. *Visnyk PDABA – Bulletin PSACA*, Collection of scientific works, Dnipropetrovsk, PDABA, 2010, no. 10, pp. 48 – 52. (in Ukrainian).
11. Tsyvilnyi zakhyst – ody z pryorytetiv natsionalnoi bezpeky [Civil protection is one of the priorities of national security]. *Nadzvychaina sytuatsiia – Emergency*, 2009, no. 2, pp. 34 – 38. (in Ukrainian).
12. Chumakh S. P. *Osnovy razrobotki tekhnologii i upravlenie protsessami avariino- spasatel'nykh robot pri razrusheniyakh zdaniy i sooryzheniy* [Fundamentals of development technologies and management processes rescue operations in the destruction of buildings and structures]. *Problemy bezopastnosti pri chrezvychaynykh situatsiyakh - Security concerns in emergencies*. Moscow, 2008, no. 4, pp.52-62. (in Russian).
13. Shatov S. V. *Tekhnologicni osoblyvosti rozbyrannia zavaliv zruinovanykh budivel ta transportnykh merezhakh* [Technological features disassembly rubble of destroyed buildings in the transport ways]. *Visnyk PDABA – Bulletin PSACA*, Collection of scientific works, Dnipropetrovsk, PDABA, 2010, no. 10, pp. 48 –52. (in Ukrainian).

Стаття рекомендована до друку 29.01.2015 р. Рецензент: д-р т. н., проф. Білоконь А.І.

Надійшла до редколегії: 30.01.2015 р. Прийнята до друку: 02.02.2015 р.