

УДК 725:69.059.28

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

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

¹ 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) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

^{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 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

Анотація. Постановка проблеми. Техногенні катастрофи, аварії або стихійні лиха призводять до руйнування будівель і споруд та транспортних мереж (доріг). Під завалами руйнувань можуть перебувати потерпілі. Найбільш поширена техногенна аварія - вибухи побутового газу. Залежно від параметрів та напрямку вибуху змінюється структура завалів, у першу чергу розмір та розташування уламків. За наявності непошкоджених автодоріг на них можуть опинитися 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 руйнувань будівельних об'єктів. **Мета статті.** Розроблення машин та робочого обладнання для розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд. **Висновок.** Розроблено конструкції робочих органів будівельних машин у вигляді багатоцільового обладнання та захватів, які встановлені на кранах, екскаваторах, навантажувачах і бульдозерах та забезпечують підвищення ефективності розбирання руйнувань будівельних об'єктів. Розроблено схему заводу для переробки та вторинного використання уламків та будівельних конструкцій зруйнованих будівель та споруд.

Ключові слова: техногенні аварії, руйнування будівель та споруд, багатоцільове обладнання.

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАЗБОРКИ РАЗРУШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

¹ 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) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

^{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 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

Аннотация. Постановка проблемы. Техногенные катастрофы, аварии или стихийные бедствия приводят к разрушению зданий, сооружений и транспортных сетей (дорог). 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. При наличии неповрежденных автодорог на них могут оказаться 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 схемам, особенно на начальных этапах, а это увеличивает сроки и трудоемкость их ведения. Поэтому нужна разработка новых типов машин и их рабочего оборудования с обоснованными параметрами для эффективной разборки разрушений строительных объектов. **Цель статьи.** Разработка машин и рабочего оборудования для разборки завалов разрушенных зданий и сооружений. **Вывод.** Разработаны конструкции рабочих органов строительных машин в виде многоцелевого оборудования и захватов, которые монтируются на кранах,

экскаваторах, погрузчиках и бульдозерах и обеспечивают повышение эффективности разборки разрушенных строительных объектов. Разработана схема завода для переработки и вторичного использования обломков и строительных конструкций разрушенных зданий и сооружений.

Ключевые слова: техногенные аварии, разрушения зданий и сооружений, многоцелевое оборудование.

MACHINES AND EQUIPMENT FOR SORTING OUT DESTROYED BUILD OBJECTS

KHMARA L. A.¹ *Dr. Sc., Prof.*,
SHATOV S. V.^{2*} *Dr. Sc., As. 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 (0562) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

^{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 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

Summary. Problem statement. Technogenic catastrophes, failures or natural calamities, lead to destruction of buildings, constructions and transport ways. There can be victims under the obstructions. The most widespread technogenic failure are explosions of domestic gas. The structure of obstructions is changed depending on parameters and direction of explosion, at first the size and location of wreckages. There can be wreckages of the destroyed buildings in the presence of intact motorways on them forming obstructions and hindering of motion of technique and workers to the object of implementation of works. Sorting out of obstructions is executed with machines and mechanisms without meeting the requirements of these works, that predetermines of implementation of rescue or restoration works by imperfect flowsheets, especially on the initial stages, and this helps to increase terms and labor intensiveness of their conduct. Development of new types of machines and their working equipment is needed with the determined parameters for the effective sorting out of destructions of build objects. **Purpose.** Development of machines and working equipment for sorting out of obstructions of the destroyed buildings and constructions. **Conclusion.** The constructions of workings details of build machines are developed as multipurpose equipment and captures, to be assembled on faucets, power-shovels, loaders and bulldozers and provide the increase of efficiency of sorting out of destructions of build objects. The chart of factory is developed for processing and second use of wreckages and build constructions of the destroyed buildings and constructions.

Key words: technogenic failures, destructions of buildings and buildings, multipurpose equipment.

Проблема. Техногенні аварії та стихійні лиха, які трапляються в Україні, спричинюють руйнування та пошкодження будівельних об'єктів – споруд і будівель. Під завалами руйнувань можуть опинитися потерпілі. Для розбирання завалів застосовуються різноманітні засоби механізації, головним чином, будівельні машини, які не завжди відповідають вимогам цих робіт. Тому потрібні розроблення, дослідження і проектування машин та обладнання для розбирання зруйнованих будівельних об'єктів.

Аналіз публікацій. Від виду природної або техногенної події уламки зруйнованих будівель і споруд створюють на дорогах різноманітні за структурою завали [1; 7; 9]. Найбільш поширена техногенна аварія — вибухи побутового газу [4; 8; 12]. Залежно від параметрів та напрямку вибуху

змінюється структура завалів, у першу чергу розмір та розташування уламків.

Виконання рятувальних робіт у Вірменії, Нью-Йорку, Дніпропетровську, Євпаторії [3; 5; 6] показало, що завали, під якими можуть бути потерпілі, потрібно розбирати за найкоротший термін — 6...8 годин [13]. Найбільший термін перебування людей під завалами, якщо вони не травмовані, мають доступ повітря та води, може складати 5 діб. Для розбирання завалів зруйнованих будівель та споруд застосовується [3; 10] різноманітна техніка. Завали розбирають кранами (рис. 1), экскаваторами, навантажувачами (рис. 2), бульдозерами, механізованим інструментом (рис. 3) тощо.



а



б

Рис. 1. Застосування телескопічних кранів: а – у Євпаторії (2008 р.); б – у Дніпропетровську (2007 р.)

Аварійно-рятувальні й відновлювальні роботи виконують підрозділи Держслужби з надзвичайних ситуацій та будівельні організації, оснащені військовою і будівельно-дорожньою технікою. Застосування самохідних кранів із телескопічною стрілою дозволяє витягувати та піднімати уламки завалів на відстані 30 - 40 м від крана (рис. 1). Як робоче обладнання на кранах використовують гакові підвіски із стропами. Екскаваторами та навантажувачами (рис. 2) розробляються руйнування з уламками обсягом менше 0,8 м³, які можуть заповнювати ковші цих машин. Бульдозерами прибирають уламки з доріг і виконують тимчасові проїзди для будівельної техніки та робітників. Механізований інструмент застосовують для звільнення потерпілих з-під завалів будівельних конструкцій та уламків, а також для демонтажу нестійких і частково зруйнованих елементів об'єктів. Транспортні засоби (вантажні автомобілі, автосамоскиди) забезпечують перевезення уламків на заводи з

їх переробки або на полігони будівельного сміття.



а



б

Рис. 2. Розбирання руйнувань будинків: а – екскаватором; б – навантажувачем



Рис. 3. Застосування механізованого інструменту

Як правило, зазначені засоби механізації мають традиційне обладнання (гакові підвіски, ковші екскаваторів та навантажувачів) і не завжди задовольняють умовам ведення робіт із розбирання уламків завалів:

- у разі застосування самохідних кранів із гаковими підвісками зі стропами виникає необхідність у ручній строповці уламків, що піднімаються безпосередньо гаковою підвіскою або за допомогою стропів, що є трудомістким, небезпечним та не завжди можливим процесом;

- у випадку застосування машин із ковшами (екскаваторів, навантажувачів) виникає проблема завантаження у робочі органи габаритних уламків, розміри яких перевищують геометричні параметри ковшів. Крім того, ці групи машин не завжди можуть захопити необхідний уламок, який може бути затиснений під іншими, дрібнішими уламками;

- відсутні обґрунтовані організаційно-технологічні рішення з розстановки та взаємного переміщення машин на зруйнованому об'єкті.

Розбирання завалів і пошкоджених будівель виконується машинами і механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт, не враховують характер руйнування та розміри уламків зруйнованих будівель і споруд, тому рятувальні або відновлювальні роботи виконуються за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни і трудомісткість їх ведення.

Мета статті — розроблення машин та робочого обладнання для розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд.

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. 4), встановленими на бульдозерах [11; 14]. 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 штовхальючих 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 з довжини і поперечного перетину D . Надійне утримання уламків забезпечують ребристі накладки 11 захватів.

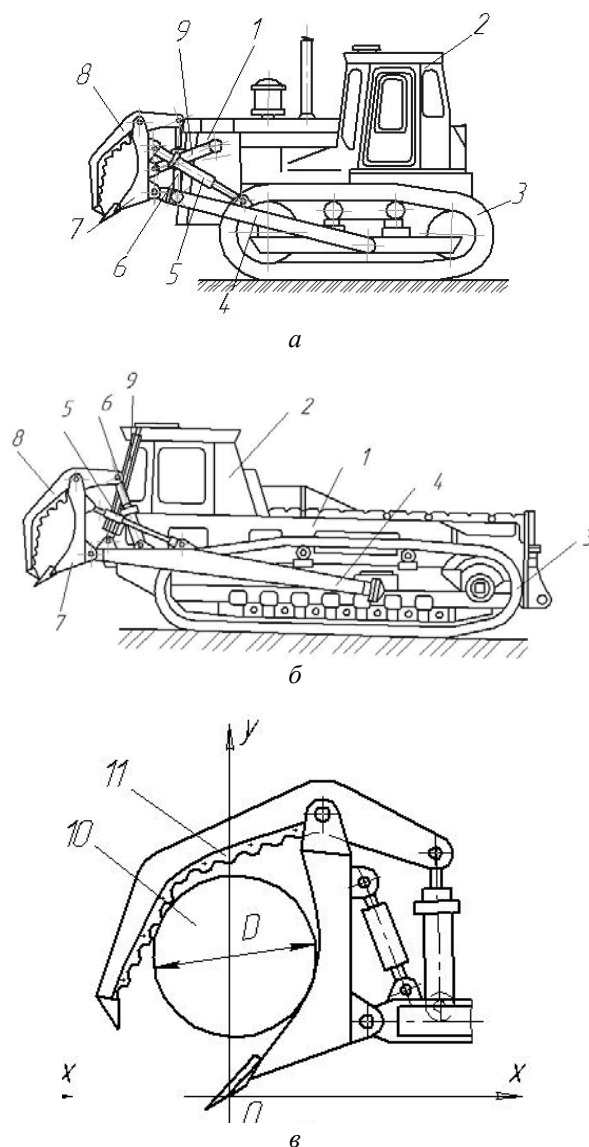
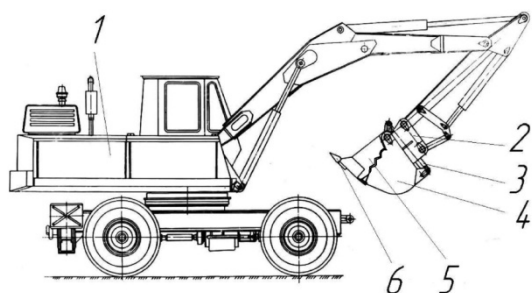
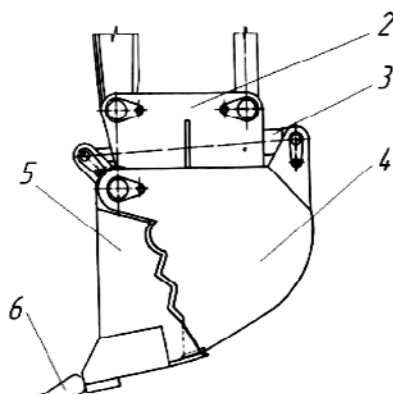


Рис. 4. Бульдозер із захватами:
 а, б – загальний вигляд на різних типах базових тракторів;
 в – обладнання.
 1 - трактор; 2 - кабіна; 3 - ходова частина; 4 - бруси;
 5 - підкоси; 6 - гідроциліндри захватів; 7 - відвал;
 8 - захвати; 9 - гідроциліндри відвалу; 10 - уламок; 11 - накладка

Розроблено технічні рішення виконання захватів для різних умов розбирання завалів та типорозмірів бульдозерів.



a



б



в

Рис. 5. Екскаватор ЕО-3322А

(з багатоцільовим) обладнанням:

а, б – загальний вигляд та робочий орган; в – випробування 1 – екскаватор; 2 – кронштейни; 3 – гідроциліндр управління щелепою; 4 – ківш; 5 – щелепа; 6 – зуби щелепи

Застосовуючи на розбиранні завалів одноківшеві екскаватори (рис. 5), доцільно використовувати ковші з гідрокерованою щелепою. Конструктивне виконання такого обладнання включає ківш 4 з різальними зубами 6 та кронштейнами 2 у верхній частині. На бічних поверхнях ковша 4 шарнірно встановлена щелепа 5, в нижній частині якої встановлені зуби 6 і різальна

кромка. Верхня частина щелепи 5 пов'язана з гідроциліндрами 3, корпуси яких установлені в кронштейнах 2 ковша. Внутрішні поверхні щелепи 5 мають ребристу форму. Ківш 4 через кронштейни 2 зв'язаний з рукояттю базового екскаватора 1.

Робочий орган може виконувати такі технологічні операції:

- при притиснутій щелепі 5 до ковша 4 проводити наповнення ковша і щелепи дрібними уламками під час розбирання завалу;

- поворотом щелепи 5 проводити схоплення і притиснення до ковша 4 великих уламків завалів;

- виконувати навантаження дрібних і великих уламків у транспортні засоби;

- виконувати обвалення нестійких елементів зруйнованих будівель;

- за технологічної необхідності обладнання може бути використане для розробки ґрунтів.

У разі необхідності вертикального переміщення уламків (особливо під час рятувальних робіт) та в стислих умовах розроблено варіанти виконання робочого обладнання кранів-маніпуляторів (рис. 6).

Обладнання крана у вигляді грейфера забезпечує можливість самостійного схоплення великих та дрібних уламків, як із завалу, так і з пошкодженої споруди. Робоче обладнання складається з поворотної колонової секційної стріли, грейфера та гідроциліндрів. Грейфер виконаний у вигляді двох ковшів. Ковші грейфера шарнірно встановлені на секції стріли з можливістю повороту. Ковші з'єднані між собою важелями, один із яких зв'язаний з гідроциліндром керування. Поворотною колоною, стрілою та гідроциліндрами грейфер встановлюється на розроблюване середовище, а потім приводяться у дію його ковші, що забезпечує схоплення уламків споруд. Розроблена конструкція робочого обладнання може встановлюватися на автокранах та кранах-маніпуляторах вантажних автомобілів, що дозволяє останнім завантажувати їх уламками та самостійно транспортувати з місця розбирання завалу. Це

дозволяє скоротити чисельність транспортних засобів, особливо в стислих умовах розбирання завалів зруйнованих споруд та будівель.

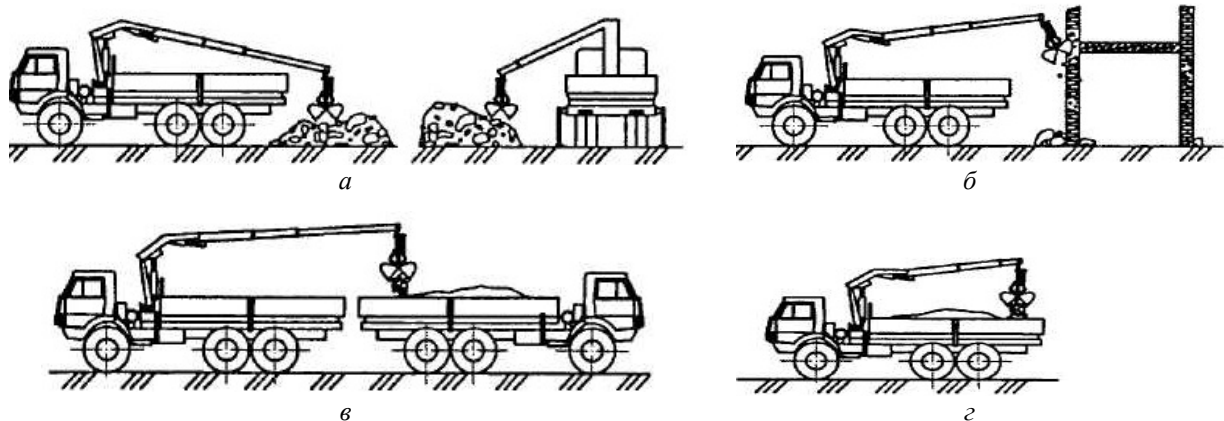


Рис. 6. Технологічні операції, які виконують крани-маніпулятори з грейфером:
а – схоплення уламків із завалу; б – розбирання пошкоджених споруд; в – завантаження інших транспортних засобів; г – завантаження уламків у кузов

Як обладнання для схоплення уламків доцільно застосовувати конструкцію захвата з робочими поверхнями, які адаптуються до форми уламків (рис. 7). Обладнання містить рукоять 1, на який шарнірно встановлені рухомі зубці 3, зв'язані з гідроциліндрами керування 4. Зубці 3 мають еластичні камери 5, які зв'язані з пневматичною системою: компресором 6 і трубопроводами 7. Зовнішні поверхні 8 камер 5 мають протектори 9, а внутрішні поверхні 10 скобами та клинами зафіксовані на зубцях 3.

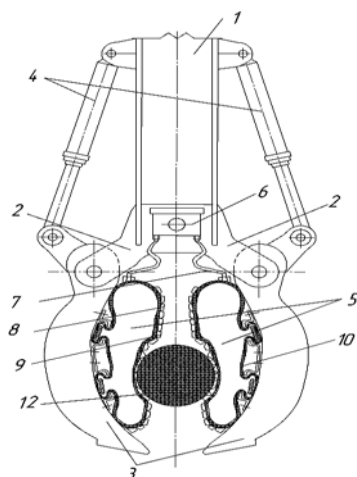


Рис. 7. Захват, робочі поверхні якого адаптуються до форми уламків:
1 – рукоять; 2 – кронштейни; 3 – зубці; 4 – гідроциліндри;
5 – еластичні камери; 6 – компресор; 7 – трубопроводи; 8 – зовнішні поверхні;
9 – протектори; 10 – внутрішні поверхні; 11 – уламок

Схоплення уламків 11 малого розміру виконується еластичними камерами 5 з невеликим внутрішнім тиском повітря та зубцями 3. Зовнішні поверхні 8 еластичних камер 5 деформуються, охоплюють уламок 11 та повторюють його форму, що дозволяє надійно його утримувати при підйомі.

Наявність протекторів 9 також забезпечує надійне утримання уламків.

При розбиранні завалів з уламками 11 середнього та великого розміру, їх схоплення здійснюється еластичними камерами 5 з більшим внутрішнім тиском.

Після розбирання руйнувань уламки переробляють. Розроблена схема заводу для цієї мети (рис. 8), яка включає: кран 1 з вантажем 2 та коток 5 для подрібнення великих уламків; бульдозер 6 з маніпулятором для переміщення уламків в дробарку 8; живильники 9, 10 і 13, грохот 11 для розподілу отриманого матеріалу на фракції; склад продукції 14. Варіантом цього заводу є мобільна установка.

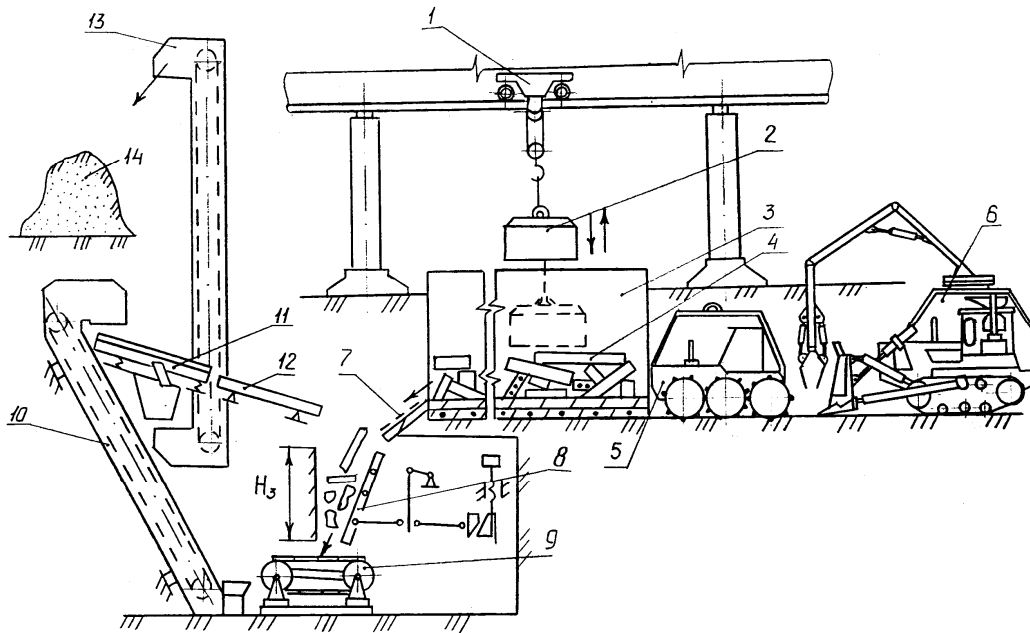


Рис. 8. Схема заводу з переробки елементів зруйнованих будівельних об'єктів:
 1 – кран; 2 – вантаж; 3 – робоча камера; 4 – уламки споруд; 5 – коток; 6 – бульдозер; 7 – колосникова решітка;
 8 – дробарка; 9 – живильник; 10 – елеватор; 11 – грохот; 12 – лоток; 13 – елеватор; 14 – склад матеріалів

Висновки. 1. Для розбирання завалів зруйнованих будівель та споруд застосовується різноманітна техніка, яка не відповідає вимогам цих процесів, через що рятувальні або відновлювальні роботи виконуються за не досконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни і трудомісткість їх ведення.

2. Розроблено конструкції робочих органів будівельних машин у вигляді

багатоцільового обладнання та захватів, які встановлені на кранах, екскаваторах, навантажувачах і бульдозерах та забезпечують підвищення ефективності розбирання руйнувань об'єктів.

3. Розроблено схему заводу для переробки та вторинного використання уламків та будівельних конструкцій зруйнованих будівель та споруд.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие в 3 кн. Книга 1 / В. А. Котляревский, К. Е. Кочетков, А. А. Носач, А. В. Забегаев [и др.]. – Москва : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 1995. – Книга 1. – 320 с.
2. Бакин В. П. Механизация на разборке завалов / В. П. Бакин // Механизация строительства. – 1989. – № 5. – С. 7-8.
3. Бакин В. П. В повестку дня – строительномонтажную механизацию спасательных работ / В. П. Бакин // Механизация строительства. – 1990. - № 19. – С. 24-26.
4. Боровский Б. Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение / Б. Боровский, Е. Лапина // Motrol. – 2009. – № 11А. – С. 120-122.
5. Джулиани Р. У. Лидер / Р. У. Джулиани, К. Керзон ; пер. с англ. С. Минкина. – Москва : АСТ : Транзиткнига, 2004. – 524 с. – (Человек года).
6. Казаков Б. Організація та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44-49.
7. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
8. Мірошниченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошниченко // Надзвичайна ситуація. - 2007. - № 10. – С. 8-15.
9. Неукротимая планета. Когда природа сходит с ума : пер. с англ. / Д. Берни, Д. Гилпин, С. Койн, П. Симонс. – [Германия] : Дом Ридерз Дайджест, 2008. – 319 с.

10. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ / Н. Д. Тараканов. – Москва : Энергоатомиздат, 1984. – 303 с.
11. 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, 2010. – № 1. – С. 13-25.
12. Цивільний захист - один з пріоритетів національної безпеки // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 2. – С. 34-38.
13. 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.
14. 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. 48-52.

REFERENCES

1. Kotlyarevskiy V. A., Kochetkov K. E., Nosach A. A., Zabegaev A. V. *Avarii i katastrofy. Preduprezhdenie i likvidatsiya posledstviy* [Accidents and Disasters. Prevention and mitigation.] . *Uchebnoe posobie v 3-kh knigakh. Kniga 1* – Manual in 3 volumes .Volume 1. Moscow, ASV, 1995. 320 p. (in Russian).
2. Bakin V. P. *Mekhanizatsiya na razborke zavalov* [Mechanization on dismantling the debris]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* - Mechanization construction. 1989, no. 5, pp. 7-8 (in Russian).
3. Bakin V. P. *V povestku dnya – stroitel'no-montazhnuyu mekhanizatsiyu spasatel'nykh rabot* [The agenda - building and mounting mechanization rescue]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* – Mechanization construction. 1990, no. 19, pp. 24-26 (in Russian).
4. Borovskiy B., Lapina E. *Tekhnogennye avarii v sistemakh gazosnabzheniya i ikh preduprezhdenie* [Technology-related accidents in the gas supply system and their prevention]. *Motrol*. 2009, no.11, pp. 120-122 (in Russian).
5. Dzhuliani R. U., Kerzon K. *Lider* [Leader]. Moscow OOO “Izd-vo AST”: OOO “Tranzitkniga”, 2004. 524 p.(in Russian).
6. Kazakov B., Chadov E. *Organizatsiya ta provedennya avariyno-riativnykh robot na zhytlovykh budivliakh i sporudakh* [Organization and carrying out of rescue works on residential buildings]. *Nadzvichajna situatsiya - Emergency*. 2007, no. 6 pp. 44-49. (in Ukrainian).
7. Markov A. I., Markova M. A. *Avarii zdaniy i sooruzheniy* [Failures of buildings and structures]. Zaporozh'e, OOO “NASTROY”, 2008. 84 p. (in Russian).
8. Miroshnichenko M. *Vybukh gazu – “ise urok, yaky povynna zasvoity derzhava”* [Explosion of gas - "a lesson that should be learn with the state"]. *Nadzvychayna sytuatsiya* – Emergency. 2007, no.10, pp. 8-15 (in Ukrainian).
9. Berni D., Gilpin D., Kojn S., Simons P. *Neukrotimaya planeta. Kogda planeta shodit s uma* [Unrestrained planet. When the planet stey by crazy]. ZAO “Izd. Dom Riderz Dajdzhest“, 2008. 319 p. (in Russian).
10. Tarakanov N. D. *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatel'nykh i neotlozhnykh avariyno-vosstanovitel'nykh rabot* [Complex mechanization rescue and emergency restoration works]. Moscow, Energoatomizdat, 1984. 303 p. (in Russian).
11. Khmara L. A., Shatov S. V. *Primenenie bul'dozerov i rykhritel'nykh podvesok s rabochim oborudovaniem dlya likvidatsii posledstviy tekhnogennykh katastrof*[Application of bulldozers and suspensions mattock with the working equipment for the elimination of consequences of technological disasters]. *Visnyk PDABA – Bulletin of PSACEA* . Dnepropetrovsk, PDABA, 2010, no.1. pp. 13-25 (in Russian).
12. *Tsivil'niy zakhyst - odyn z pryorytetiv natsional'noi bezpeky* [Civil protection one of the priorities of national security]. *Nadzvychayna sytuatsiya* – Emergency. 2009, no. 2, pp. 34-38 (in Ukrainian).
13. Chumak S. P. *Osnovy razrabotki tekhnologii i upravleniya protsessami avariyno-spasatel'nykh rabot pri razrusheniyakh zdaniy i sooruzheniy* [Basics of technology development and management of processes rescue in the destruction of buildings and structures]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychaynykh situatsiyakh* - Problems of safety in emergency situations. Moscow, VINITI, 2008, no. 4, pp. 55-62 (in Russian).
14. Shatov S. V. *Tekhnologichni osoblivosti rozbirannia zavaliv zruynovanykh budivel na transportnykh merezhakh* [Technological features of disassembly rubble of destroyed buildings on transport ways]. *Visnyk PDABA – Bulletin of PSACEA*. Dnipropetrovsk, PDABA, 2010, no. 10, pp. 48-52 (in Ukrainian).

Стаття рекомендована до друку 09.04.2015 р. Рецензент: д. т. н., проф. А. І. Білоконь.
 Надійшла до редколегії: 23.04.2015 р. Прийнята до друку: 28.04.2015 р.