

УДК 725:69.059.28

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ЗАВАЛІВ НА ДОРОГАХ

ШАТОВ С. В.^{*}, *д. т. н, доцент*

^{*} 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). На непошкоджених автодорогах теж можуть міститися уламки зруйнованих будівель, які утворюють завали та перешкоджають руху техніки й робітників до об'єкта виконання робіт. Зараз завали розбираються засобами механізації, які не відповідають вимогам ведення рятувальних або відновлювальних робіт, вони виконуються за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. *Мета статті* – розроблення технологічних та технічних рішень розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд на транспортних мережах із використанням нових типів машин та їх робочого обладнання. *Висновок.* На основі створених узагальненої моделі вхідної інформації та графа прийняття рішень розроблено організаційно-технологічні заходи з розбирання завалів зруйнованих будівель на транспортних мережах, технологічні особливості яких полягають у використанні бульдозерів із захватами на відвалах. На підставі розробленого програмного забезпечення "Buldozer_search" встановлено, що продуктивність бульдозерів із захватами для вилучення окремих уламків та їх транспортування у 1,2 – 1,8 раза вища, ніж у бульдозерів традиційної конструкції.

Ключові слова: *техногенні аварії, зруйновані будівлі, завали на дорогах, засоби механізації, бульдозери із захватами.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ 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 или стихийные бедствия приводят к разрушению зданий, сооружений и транспортных сетей (дорог). На неповрежденных автодорогах также могут находиться обломки разрушенных зданий, которые образуют завалы и препятствуют движению техники и рабочих к объекту выполнения работ. В настоящий момент разборка завалов выполняется средствами механизации, которые не отвечают требованиям спасательных или восстановительных работ, что обуславливает выполнение этих работ по несовершенным технологическим схемам, а это увеличивает сроки и трудоемкость их выполнения. *Цель статьи* – разработка технологических и технических решений разборки завалов разрушенных зданий и сооружений на транспортных сетях с использованием новых типов машин и их рабочего оборудования. *Вывод.* На основе созданных обобщенной модели входной информации и графа принятия решений разработаны организационно-технологические мероприятия по разборке завалов разрушенных зданий на транспортных сетях, технологические особенности которых заключаются в использовании бульдозеров с захватами на отвалах. На основании разработанного программного обеспечения "Buldozer_search" установлено, что производительность бульдозеров с захватами при извлечении отдельных обломков и их транспортировке в 1,2 – 1,8 раза выше, чем у бульдозеров традиционной конструкции.

Ключевые слова: *техногенные аварии, разрушенные здания, завалы на дорогах, средства механизации, бульдозеры с захватами.*

DETERMINATION OF FACILITIES OF MECHANIZATION FOR SORTING OUT OF OBSTRUCTIONS ON ROADS

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

* Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +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 and buildings and transport ways. At 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. Presently sorting out of obstructions is executed by facilities mechanizations which do not meet the requirements of rescue or restoration works, and this stipulates implementation of these works with imperfect technological schemes, and it increases terms and labor intensiveness of their implementation. **Purpose.** Development of technological and technical decisions of sorting out of obstructions of the destructed buildings and buildings on transport ways with the use of new types of machines and their working equipment. **Conclusion.** On the basis of created of entrance information of the generalized model and column of making a decision organizational and technological decisions are developed on sorting out of obstructions of the destructed buildings on transport networks the technological features of which consist in the use of bulldozers with captures on dumps. On the basis of the developed software "Buldozer_search" is set, that the productivity of bulldozers with captures at extraction of separate wreckages and their transporting in 1,2 – 1,8 times higher, than at the bulldozers of traditional construction.

Keywords: *technogenic failures, destructed buildings, obstructions on roads, facilities of mechanization, bulldozers with to the captures.*

Проблема. Техногенні катастрофи, аварії або стихійні лиха спричиняють до руйнування будівель і споруд та транспортних мереж (доріг). На непошкоджених автодорогах також можуть міститися уламки зруйнованих будівель, які утворюють завали та перешкоджають руху техніки й робітників до об'єкта виконання робіт. Зараз розбирання завалів виконується засобами механізації, які не відповідають вимогам рятувальних або відновлювальних робіт, що зумовлює виконання цих робіт за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібне розроблення організаційно-технологічних рішень розбирання завалів на дорогах із використанням нових типів машин та їх робочого обладнання.

Аналіз публікацій. Уламки зруйнованих будівель і споруд створюють на поруч розташованих дорогах різноманітні за формою та структурою завали. Це залежить від виду техногенної або природної події. Проявами техногенних катастроф та аварій є вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації [1; 8 – 12]. До стихійних лих відносять землетруси, урагани, зсуви ґрунту та повені. Залежно від

джерела аварії або стихійного лиха, його потужності, часу дії та інших чинників змінюється структура завалів, у першу чергу розмір та розташування уламків [11]. Відомості про структуру завалів дозволяють обґрунтовано та за короткий термін спланувати, організувати та виконати роботи з розбирання завалів, зокрема на транспортних мережах. Дослідження структури завалів – важливе питання у процесах ліквідації наслідків техногенних та природних подій, яке постійно удосконалюється [14].

Аналіз аварійно-рятувальних робіт показав, що розбирання завалів на дорогах виконувалось у такий спосіб [2 – 7; 16]. Якщо висота завалів на транспортних мережах до 0,5 м, уламки переміщують у сторони від проїздів, використовуючи бульдозери із поворотними або плужними відвалами та автогрейдери. Коли висота завалів на дорогах більша 0,5 м, їх розбирають або виконують проїзди зверху завалів [11]. Розбирання завалів виконують екскаваторами та навантажувачами. Відомі технологічні процеси з розчищення доріг від уламків будівель 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. Недолік цих технологічних схем розбирання завалів помічає у відсутності обґрунтованих рішень щодо вилучення уламків із транспортних мереж.

Мета статті – розроблення технічних та технологічних рішень розбирання завалів зруйнованих будівель і споруд на транспортних мережах.

Результати дослідження. Розроблено узагальнену модель вхідної інформації для прийняття організаційно-технологічних рішень з розбирання завалів зруйнованих будівель (рис. 1).

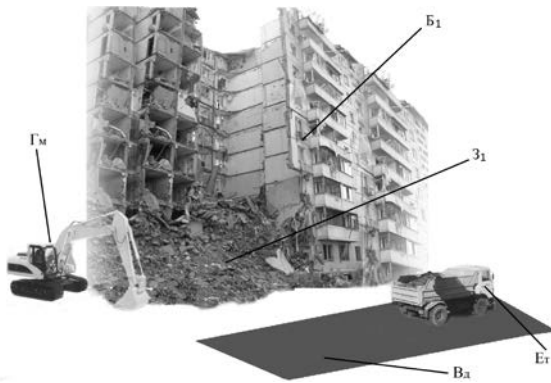


Рис. 1. Узагальнена модель вхідної інформації для прийняття організаційно-технологічних рішень щодо розбирання руйнувань будівель:

B_1 – зруйнована будівля; Z_1 – завал; V – наявність транспортних мереж (доріг); d – кількість доріг; G – засоби механізації робіт із розбирання завалів; m – типи машин та механізмів; E – транспортні засоби; t – кількість одиниць транспорту

Коли транспортні мережі заблоковані уламками, їх розчищають у такій послідовності організаційно-технологічних рішень (рис. 2):

- аналіз характеру руйнувань P_m зруйнованого об'єкта A_n ;
- визначення наявності доріг V_{dn} та оцінка їх стану;
- визначення структури (складу) уламків завалу Z_n на дорогах V_{dn} ;
- розчищення доріг засобами механізації G_{BR} , відповідними до структури завалів.

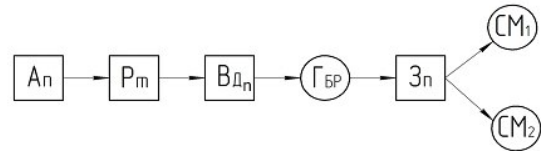


Рис. 2. Граф прийняття рішень розчищення доріг без вивезення уламків: A – зруйнований об'єкт; n – кількість об'єктів; P – характер руйнування; m – кількість зруйнованих поверхонь об'єкта; V – наявність транспортних мереж (доріг); d – кількість доріг; G – засоби механізації робіт із розбирання завалів (бульдозери-розпушники); Z – завал; SM – склад-майданчик уламків

Якщо висота завалів становить на дорогах до 0,5 м, уламки доцільно переміщувати у бік від проїздів бульдозерами-розпушниками G_{BR} із поворотними або неповоротними відвалами та автогрейдерами у склади-майданчики SM_1 (рис. 3 а). Таке обладнання дозволяє зсувати уламки з транспортних мереж за найменший термін - за рахунок скорочення часу на маневрування машин та їх значної продуктивності.

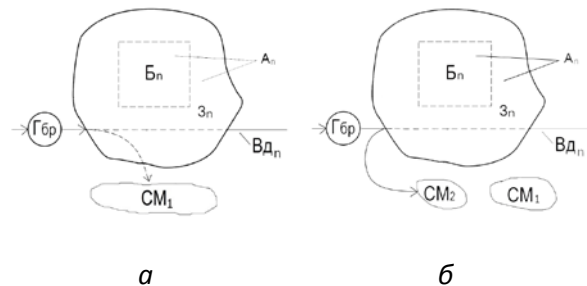


Рис. 3. Технологічна схема процесу розчищення доріг без вивезення уламків: а – зсув уламків у бік; б – захоплення окремих уламків та їх складування

У разі розташування на дорогах великогабаритних уламків або хаотичного їх скупчення (рис. 3 б), яке не дозволяє їх зсунути відвалами, окремі уламки доцільно захоплювати гідрокерованими захватами (рис. 4), встановленими на бульдозерах [13; 15]. Уламки переміщують на незначну відстань – до місця їх складування SM_2 .

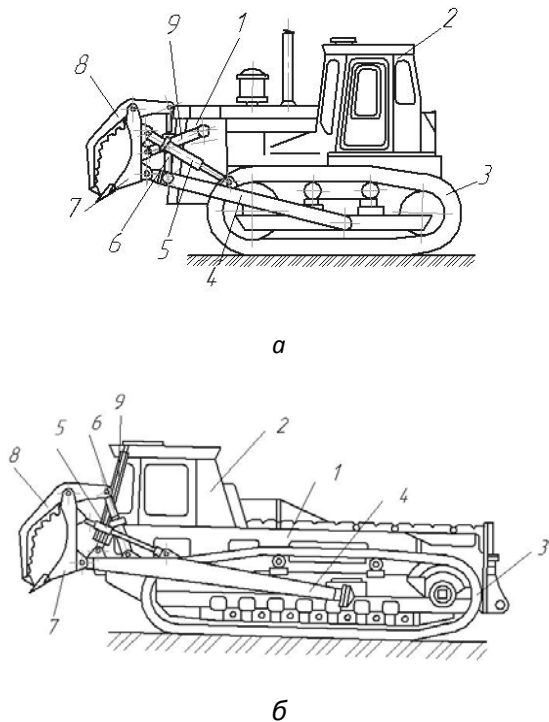


Рис. 4. Бульдозери із захватами:

а – ДЗ-171.1 (тяговий клас 10 т); б – ДЗ-59 ХЛ (тяговий клас 35 т). 1 – базовий трактор; 2 – кабіна; 3 – ходова частина; 4 – штовхальні бруси; 5 – підкоси; 6 – гідроциліндри захватів; 7 – відвал; 8 – захвати; 9 – гідроциліндри відвала

Якщо висота завалів на дорогах більша 0,5 м, їх розбирають переміщенням дрібних уламків засобами механізації з відвалами, захопленням окремих великогабаритних уламків та завантаженням дрібних уламків у ковші засобів механізації. Для цього застосовують бульдозери із захватами на відвалах $G_{БР}$ та навантажувачі з ковшами і захватами $G_{НЗ}$. Бульдозерами $G_{БР}$ виконують переміщення дрібних уламків із завалу або окремих великогабаритних уламків за допомогою захватів на склади-майданчики $СМ_2$ та $СМ_3$. Навантажувачами $G_{НЗ}$ виконують завантаження ковшів дрібними уламками або захоплення великогабаритних уламків захватами. Навантажувачі розвантажують уламки у транспортні засоби E_T або на тимчасовий склад-майданчик $СМ_1$ (рис. 5).

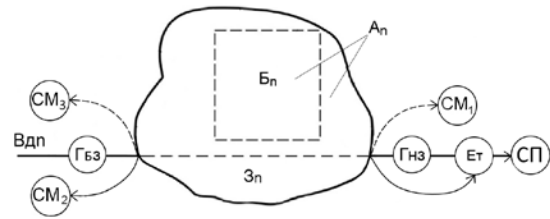


Рис. 5. Технологічна схема процесу розбирання завалу з доріг переміщенням уламків та їх завантаженням у транспортні засоби

За потребою навантажувачі $G_{НЗ}$ забезпечують завантаження у транспортні засоби E_T уламків із складів-майданчиків $СМ_1$, $СМ_2$ та $СМ_3$. Спосіб прибирання уламків із цих складів визначається на наступних етапах ліквідації наслідків техногенних та природних подій.

Розрахунок показників розбирання завалів із транспортних мереж та кількості засобів механізації виконується у такій послідовності:

1. Маса $G_{рд}$ завалу на дорозі:

$$G_{рд} = V_{рд} \cdot \gamma_з, \quad (1)$$

де: $V_{рд}$ – об'єм завалу на дорозі; $\gamma_з$ – об'ємна маса завалу.

2. Кількість n_{pi} великогабаритних (більше 1,7 т) уламків у завалі:

$$n_{pi} = \sum_i \frac{\kappa_i V_{рд} \cdot \gamma_з}{G_{рд}}, \quad (2)$$

де κ_i – коефіцієнт, що враховує фракційний склад уламків.

3. Продуктивності $P_e^{бм}$, $P_e^{бу}$, $P_e^з$ для відповідних технологічних схем прибирання уламків із доріг бульдозерами: масове прибирання уламків відвалом; переміщення окремих уламків відвалом та переміщення окремих уламків бульдозером із захватами визначаються виразами у таблиці 1.

4. Час виконання відповідних робіт:

- у разі масового прибирання уламків відвалом:

$$T_P^{бм} = \frac{G_{рд}}{P_e^{бм}}, \quad (3)$$

- переміщення окремих уламків відвалом:

$$T_P^{бу} = \frac{m_{ул} \cdot n_{ул1}}{\Pi_e^{бу}}, \quad (4)$$

де $m_{ул}$ – маса уламків;

- переміщення окремих уламків бульдозером із захватами:

$$T_P^3 = \frac{m_{ул} \cdot n_{ул1}}{\Pi_e^3}. \quad (5)$$

5. Необхідна кількість бульдозерів $N^{бм}$,

$N^{бу}$, N^3 для відповідних робіт з урахуванням фактора часу T_ϕ – завал необхідно розібрати за 8 годин (480 хв):

$$N^{бм} = \frac{T_P^{бм}}{T_\phi}; \quad N^{бу} = \frac{T_P^{бу}}{T_\phi}; \quad N^3 = \frac{T_P^3}{T_\phi}. \quad (6)$$

Таблиця 1

Продуктивність бульдозерів на різних технологічних процесах

Технологічний процес	Розрахункова формула та перелік параметрів
Масове прибирання уламків відвалом	$\Pi_e^{БМ} = \frac{3600 \cdot B \cdot H^2 \cdot K_{\Pi} \cdot \gamma_{ул} \cdot K_{У} \cdot K_{Н} \cdot K_{В}}{2 \cdot tg \varphi \cdot K_p \cdot [3,6(l_{зан}/v_{зан} + l_{тр.об.}/v_{об} + l_{х.х.}/v_{х.х.}) + 2(t_n + t_{нов} + t_0)]}$ <p>де: B, H – ширина та висота відвала; $\gamma_{ул}$ – об'ємна маса уламків; K_{Π} – коефіцієнт втрат призми уламків; $K_{У}$ – коефіцієнт впливу ухилу; $K_{Н}$ – коефіцієнт наповнення призми уламків; $K_{В}$ – коефіцієнт використання бульдозера за часом; K_p – коефіцієнт розпушування; φ – кут природного укосу уламків; $l_{зан}$, $l_{тр.об.}$, $l_{х.х.}$ – відстані відповідно заповнення призми, транспортування уламків та повернення бульдозера; $v_{зан}$, $v_{об.}$, $v_{х.х.}$ – швидкості руху бульдозера відповідно при заповненні призми, транспортуванні і поверненні бульдозера; t_n, $t_{нов}$, t_0 – витрати часу відповідно на перемикання передач, на розвороту бульдозера та на опускання і підйом відвала.</p>
Переміщення окремих уламків відвалом	$\Pi_e^{БУ} = \frac{3,6 \cdot m_{ул} \cdot K_{Г} \cdot K_{В}}{3,6(l_{зан}/v_{об1} \cdot \kappa_m + l_{тр.об.}/v_{об} + l_{х.х.}/v_{х.х.}) + 2(t_n + t_{нов} + t_0)}$ <p>де: $m_{ул}$ – маса уламка; $K_{Г}$ – коефіцієнт використання обладнання за вантажопідйомністю; $v_{об1}$ – швидкість руху бульдозера на 1-ій передачі; κ_m – коефіцієнт маневрування бульдозера.</p>
Переміщення окремих уламків бульдозером із захватами	$\Pi_e^3 = \frac{3,6 \cdot m_{ул} \cdot K_{Г} \cdot K_{В}}{3,6(l_{тр.об.}/v_{ср} + l_{х.х.}/v_{х.х.}) + t_{зах} + t_{разг} + 2(t_n + t_{нов})}$ <p>де: $v_{ср}$ – середня швидкість бульдозера під час транспортування уламків; $t_{зах}$ – час схоплення уламків; $t_{разг}$ – час розвантаження уламків.</p>

Для визначення кількості засобів механізації застосовується розроблене програмне забезпечення “Buldozer_search” (рис. 6). Результати розрахунків подані залежностями на рисунках 7 та 8. Аналіз зміни продуктивності ПеБ та ПеЗ від маси

бульдозерів МБ і від маси бульдозерів із захватами МЗ (рис. 7) показує, що із збільшенням маси бульдозера для обох видів обладнання спостерігається зростання продуктивності у 4 – 5 разів при зміні маси бульдозерів від 104 кг до 4×104 кг.

Таблиця 2

Значення параметрів у виразах продуктивності

Параметр	Позначення	Один. вимір.	Значення
1	2	3	4
Об'ємна маса уламків завалу	$\gamma_{ул}$	т/м ³	1,5 – 1,7
Коефіцієнт ухилу поверхні	K_{γ}		1,0
Коефіцієнт наповнення призми	K_H		0,85 – 1,05
Коефіцієнт використання бульдозера за часом	K_B		0,8 – 0,85
Коефіцієнт втрат призми уламків	K_{Π}		0,95
Коефіцієнт розпушування	K_p		1,15 – 1,3
Кут природного укосу уламків	φ	град	35 – 45
Відстань заповнення призми	$l_{зан}$	м	6 – 8
Відстань переміщення уламків	$l_{пр.об.}$	м	60
Відстань повернення бульдозера	$l_{х.х.}$	м	70
Швидкість заповнення призми	$v_{зан.}$	км/ГОД	2,5
Швидкість транспортування уламків	$v_{об.}$	км/ГОД	2,3 – 5,3
Швидкість повернення бульдозера	$v_{х.х.}$	км/ГОД	11,2 – 19
Час на перемикання передач	t_n	с	8 – 12
Час на розвороті бульдозера	$t_{нов.}$	с	8 – 12
Час на опускання і підйом відвала	t_0	с	13
Коефіцієнт використання обладнання за вантажопідйомністю	K_c		0,7 – 0,85
Коефіцієнт маневрування бульдозера	K_M		0,2 – 0,25
Швидкість руху бульдозера на 1-й передачі	$v_{об1}$	км/ГОД	2,3 – 5,3
Середня швидкість бульдозера під час транспортування уламків	$v_{ср.}$	км/ГОД	7,6 – 10,8
Час схоплення уламків	$t_{сх.}$	с	8 – 12
Час розвантаження уламків із захватів	$t_{розв.}$	с	2 – 4

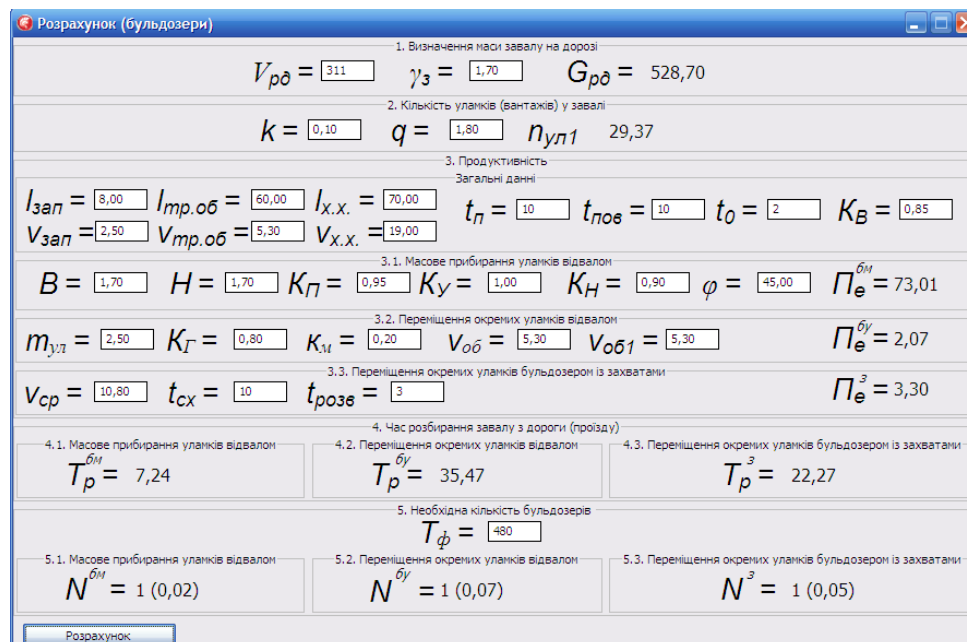


Рис. 6. Вікно програмного забезпечення “Buldozer_search” розрахунків засобів механізації

При цьому продуктивність бульдозерів із захватами під час вилучення із завалів

окремих уламків та їх транспортування складає 60...180 т/год та у 1,2 – 1,8 раза

вища за продуктивність бульдозерів традиційної конструкції (50...100 т/год).

масового переміщення уламків;
 2 – бульдозер у разі переміщення окремих уламків;
 3 – бульдозер із захватами

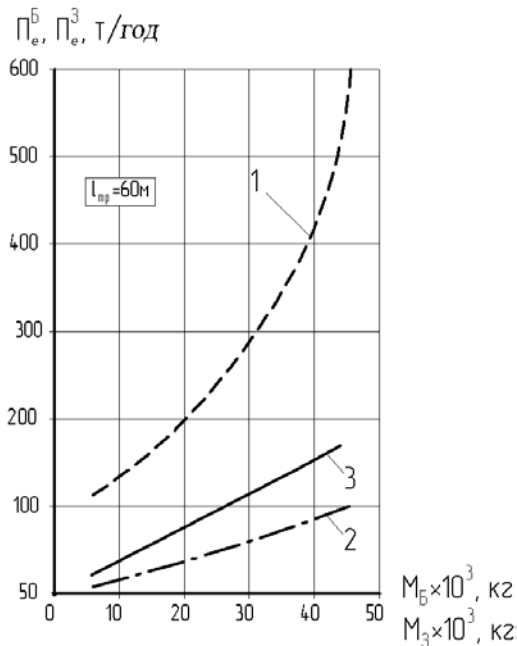


Рис. 7. Зміна продуктивності бульдозерів P_e^B та P_e^3 від їх маси M_B, M_3 : 1 – бульдозер в умовах

На рисунку 8 показано залежності зміни експлуатаційної продуктивності P_e^B та P_e^3 від відстані переміщення уламків $l_{тр}$ для різних типів бульдозерів. Як для бульдозерів традиційного виконання, так і для бульдозерів із захватами, із збільшенням відстані транспортування уламків від завалу продуктивність цих машин знижується. Продуктивність бульдозерів із захватами під час переміщення окремих уламків на відстань 60 м складає 20...180 т/год, а на відстань 220 м – 10...70 т/год залежно від марки (тягового класу) бульдозера.

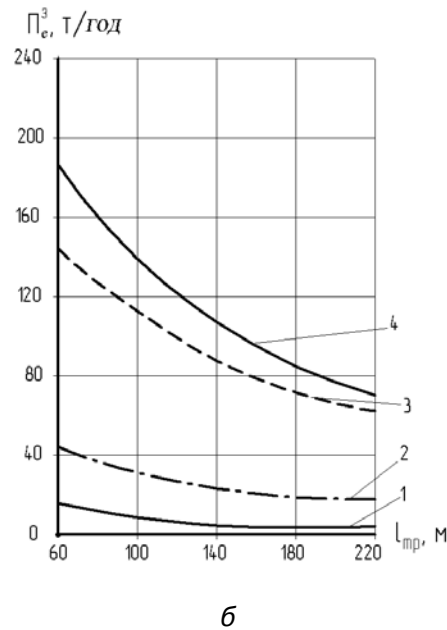
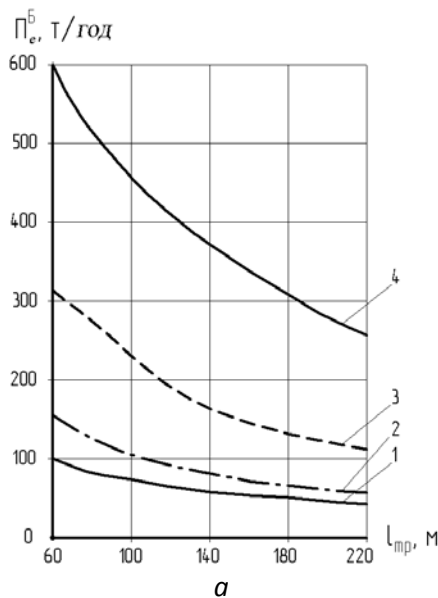


Рис. 8. Залежність продуктивності бульдозерів P_e^B та P_e^3 від відстані транспортування $l_{тр}$: а – у випадку масового переміщення уламків; б - бульдозери із захватами. Бульдозери: 1 - ДЗ-162; 2 – ДЗ-171.1; 3 - ДЗ-118; 4 - ДЗ-59ХЛ

Висновки

1. Розроблено узагальнену модель для прийняття організаційно-технологічних рішень з розбирання зруйнованих будівель та

граф прийняття рішень розчищення доріг від уламків.

2. Розроблено організаційно-технологічні рішення з розбирання завалів зруйнованих

будівель на транспортних мережах, технологічні особливості яких полягають у використанні бульдозерів із захватами на відвалах.

3. Визначено вирази для розрахунку продуктивності й кількості бульдозерів із різними видами робочого обладнання та

розроблено програмне забезпечення “*Buldozer_search*” цих розрахунків. Продуктивність бульдозерів із захватами під час вилучення із завалів окремих уламків та їх транспортування у 1,2 – 1,8 раза вища за продуктивність звичайних бульдозерів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Кн. 1. / под ред. К. Е. Кочеткова, В. А. Котляревского, А. В. Забегаевой. – Москва : АСВ, 1995. – 320 с.
2. Бакин В. П. Снос поврежденных при землетрясениях зданий / В. Л. Бакин, Н. С. Батыгин // Механизация строительства. – 1989. – № 6. – С. 10 – 11.
3. Бакин В. П. Механизация на разборке завалов / В. П. Бакин // Механизация строительства. – 1989. – № 5. – С. 7 – 8.
4. Боровский Б. Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение / Б. Боровский, Е. Лапина // *Motrol*. - 2009. – № 11А. – С. 120 – 122.
5. 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.
6. Казаков Б. Организация та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44 – 49.
7. Джулиани Р. У. Лидер / Р. У. Джулиани, К. Керзон ; пер. с англ. С. Минкина. – Москва : АСТ ; Транзиткнига, 2004. – 524 с. – (Человек года).
8. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : НАСТРОЙ, 2008. – 84 с.
9. Мірошниченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошниченко // Надзвичайна ситуація. - 2007.- № 10. – С. 8 – 15.
10. 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.
11. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ / Н. Д. Тараканов. – Москва : Энергоатомиздат, 1984. – 303 с.
12. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. – 2009. – № 1. – С. 8 – 15.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.

REFERENCES

1. Kotlyarevskiy V.A., Kochetkov A.A., Nosach A.A. *Avarii i katastrofy. Preduprezhdenie i likvidatsiya posledstviy*. [Accidents and Disasters. Prevention and mitigation.]. Uchebnoe posobie v 3-kh knigah –Educational supplies in 3 volumes, vol. 1. Moscow, ACB, 1995. 320p. (in Russian).
2. Bakin V.P., Batygin N.S. Snos povrezhdennykh pri zemletryaseniyyah zdaniy. [Demolition of buildings damaged by earthquakes]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*- Mechanization of building , 1989, no.6, pp.10– 11. (in Russian).

3. 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).
4. Borovskiy B., Lapina E. Tekhnogennyye avarii v sistemakh gazosnabzheniya i ih preduprezhdenie [Technological accidents in the gas supply system and their prevention]. *Motrol*- Motrol, 2009, no. 11, pp.120 – 122. (in Russian).
5. Goncharenko D.F. , Melentsov N.A. Konstantiov A.S. Tekhnologiya demontazhnyh i stroitel'no-montazhnyh rabot pri vostanovlennii chastichno razrushenogo zdaniya [Technology of demolition, construction and installation work with restoring partially destroyed building]. *Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy*- Industrial construction and engineering structures, 2013, no.1, pp. 42– 44. (in Russian).
6. Kazakov B. Chadov E. Organizatsiata provedennia avariino-riatuvalnyh robit na zhytlovykh budivliakh i sporudakh. [Organization and conducting rescue works on residential buildings]. *Nadzvychainsya situatsia – Emergency*, 2007 , no.6, pp. 44– 49. (in Ukrainian).
7. Dzhuliani R.U. Kerzon K. *Lider* [Leader]. Moscow, Izdatel'stvo AST, Tranzitkniga, 2004. 524p.
8. Markov A.I. Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzheniy* [Accidents of buildings and structures]. Zaporozh'e, Nastroi, 2008. 84p. (in Russian).
9. Miroshnechenko M. Vybuch gazu - "tse urok yakyi povynna zasvoity derzhava" [Explosion of gas is a lesson that should be learnt by state]. *Nadzvychainsya sytuatsiia – Emergency*, 2007.no.,10, pp. 8 – 15. (in Ukrainian) .
10. Berni D., Gilpin D., Simons P. Neukrotimaya planeta [Inrestrained planet]. *.Ridirs daidzhest*-Readers digest, 2008. 319 p. (in Russian).
11. Tarakanov N.D. *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatel'nyh i neotlozhnyh avariino-vosstanovitel'nyh rabot* [Integrated Mechanization of rescue and emergency restoration works]. Moscow, Energoatomizdat, 1984. 303p. (in Russian).
12. Tragichnyy vybukh v Evpatorii [The tragic explosion in Evpatoria]. *Nadzvychainsya situatsiia*- Emergency, 2009, no. 1, pp. 8 – 15. (in Russian).
13. Khmara L.A. Shatov.S.V. Primenenie bul'dozerov i rykhlytel'nykh podvesok s rabochim oborudovaniem dlya 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 papers. Dnipropetrovsk, PDABA, 2009, no. 1, pp. 13 – 25. (in Russian).
14. Shatov.S.V. Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanyh sporud ta elementiv budivel yakii rekonstruiuiutsia [Characterization of debris of destroyed buildings and building elements to be reconstructed]. *Visnyk PDABA - Bulletin PSACA*. Collection of scientific papers. Dnipropetrovsk, PDABA, 2011, no. 3, pp. 8 – 14 (in Ukrainian).

*Стаття рекомендована до друку 18.02.2015 р. Рецензент : д-р т. н., проф. А.І. Білоконь.
Надійшла до редколегії 16. 02. 2015 р. Прийнята до друку 20.02.2015 р.*