

сооружений / С. С. Гордон // Строительная промышленность. – 1949. – С. 13 – 18.

3. Временная инструкция по вакуумированию бетона в бетонных конструкциях при производстве строительных изделий. – М. : Госстройиздат, 1951. – 68 с.

4. Гершберш О. А. Вакуумирование бетона в монолитных конструкциях / О. А. Гершберг. – М. : Стройиздат, 1952. – 60 с.

5. Тарашинский Е. Г. Вакуумированный бетон в дорожном строительстве / Е. Г. Тарашинский. – М. :Дориздат, 1952. – 64 с.

6. Лерми Р. Проблемы технологии бетона / Р. Лерми. – М. : Госстройиздат, 1959. – 294 с.

7. Скрамтаев Б. Г. О вакуумировании бетона / Б. Г. Скрамтаев // Бетон и железобетон. – 1965. – № 12. – С. 42 – 44.

8. Сторожук Н. А. Теоретические исследования по вакуумированию бетонных смесей / Н. А. Сторожук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПДАБА, 2012. – № 2 – 3. – С. 32 – 38.

УДК 621.879.328

### ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ РОЗБИРАННЯ ЗАВАЛІВ ТА ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬ

С. В. Шатов, к. т. н., доц.

**Ключові слова:** техногенні аварії, стихійні лиха, пошкоджені будівлі, завали, технологічне обладнання екскаваторів

**Актуальність проблеми.** Стихійні лиха та техногенні катастрофи, аварії спричинюють пошкодження або руйнування будівель і споруд та транспортних мереж. Під завалами зруйнованих об'єктів можуть знаходитися потерпілі. Розбирання завалів та пошкоджених будівель виконується машинами та механізмами, які не відповідають вимогам цих робіт, що зумовлює виконання рятувальних або відновлювальних робіт за недосконалою технологічними схемами, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібна розробка технологічних рішень розбирання завалів, пошкоджених і зруйнованих будівель та споруд із використанням нових типів машин та їх робочого обладнання.



а



б

Рис. 1. Використання екскаваторів для розбирання завалу та зруйнованого Торговельного центру у Нью-Йорку: а – з ковшем; б – з ковшем та захватом у вигляді щелпи

**Аналіз публікацій.** Проявами техногенних катастроф та аварій є вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації. До стихійних лих відносять землетруси,

урагани, зсуви ґрунту та повені. Споруди та будівлі можуть бути зруйновані або пошкоджені під час воєнних конфліктів та терористичних актів. Руйнування споруд та будівель залежно від джерела аварії або стихійного лиха, їх потужності, часу дії та інших основних і другорядних чинників, має імовірний характер [1 – 3; 8]. У той же час є визначені окремі закономірності їх руйнування [7]. Знання цих закономірностей дозволяє обґрунтовано та за короткий термін спланувати, організувати та виконати роботи з розбирання завалів та пошкоджених будівель.

Аналіз аварійно-рятувальних робіт у Вірменії (1989), Нью-Йорку (2001), Дніпропетровську (2007), Євпаторії (2008), Луганську (2009), Астрахані (2011), Харкові (2012) показав, що розбирання завалів та пошкоджених будівель виконувалось шляхом підготовки майданчика, обваленням нестійких будівельних конструкцій, руйнуванням ушкоджених конструкцій та великогабаритних уламків; навантаженням і вивезенням продуктів розбирання завалів [1; 2]. Значний обсяг робіт із розбирання завалів та пошкоджених будівель виконується гідравлічними екскаваторами з різними типами робочих органів (рис. 1 – 3): ковші, захвати, ковші із захватами у вигляді щелепи, гідроножичі, розпушувачі [4 – 6].

Наявність у екскаваторів ковшів забезпечує можливість розбирання завалів, які мають об'єм уламків не більше 0,3...0,5 м<sup>3</sup>. Великі уламки не завантажуються у ковші (рис. 2), що потребує використання іншої додаткової техніки.



Рис. 2. Малопродуктивна робота екскаватора з ковшем на розбиранні зруйнованих будинків у центрі Дніпропетровська (реконструкція, 2006)

Уламки великих розмірів (плити перекриття, панелі) подрібнюють та схоплюють гідроножичами (рис. 3, а, б, д). Однак, робочі частини їх зубців не можуть адаптуватися до різних форм уламків, що погіршує надійність їх утримання та безпеку виконання робіт. Той самий недолік мають конструкції захватів (рис. 3, в, г, е). Крім того, ними складно схоплювати великогабаритні уламки.



а



б



в

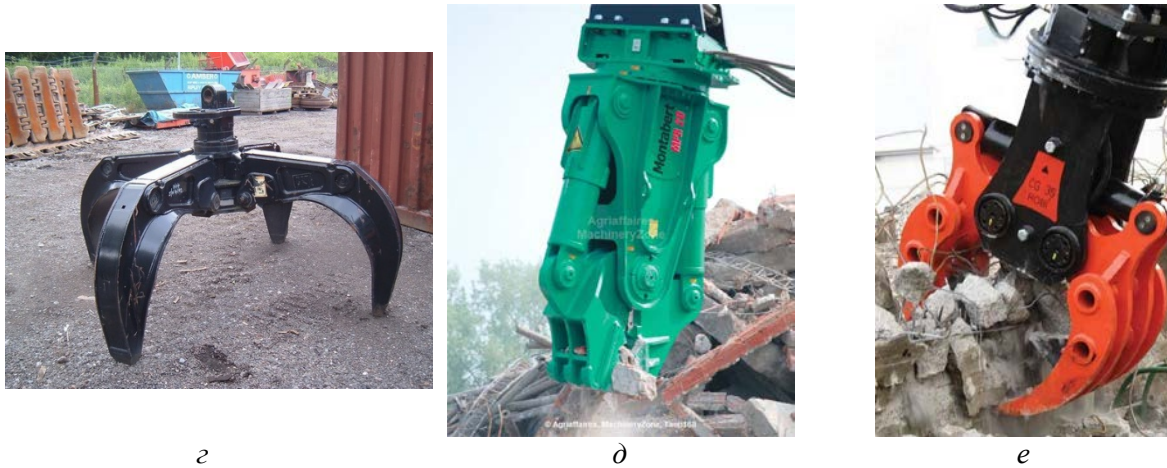


Рис. 3. Найбільш поширені конструкції: а, б – гідроножциць; в, г – захватів та виконання технологічних операцій: г – захватами; д – гідроножцицями

Таким чином, недоліком відомих технологічних схем розбирання завалів та пошкоджених будівель з використанням екскаваторів є відсутність робочого обладнання, яке дозволило б ефективно вилучати із завалів уламки різних форм, розмірів та маси.

**Метою статті** є розробка технологічних рішень для розбирання завалів та пошкоджених будівель і споруд на базі гідравлічних екскаваторів.

**Результати дослідження.** Розроблено пропозиції конструктивного виконання захватів, які дозволяють адаптуватися до різної форми уламків та забезпечити їх надійне утримання.

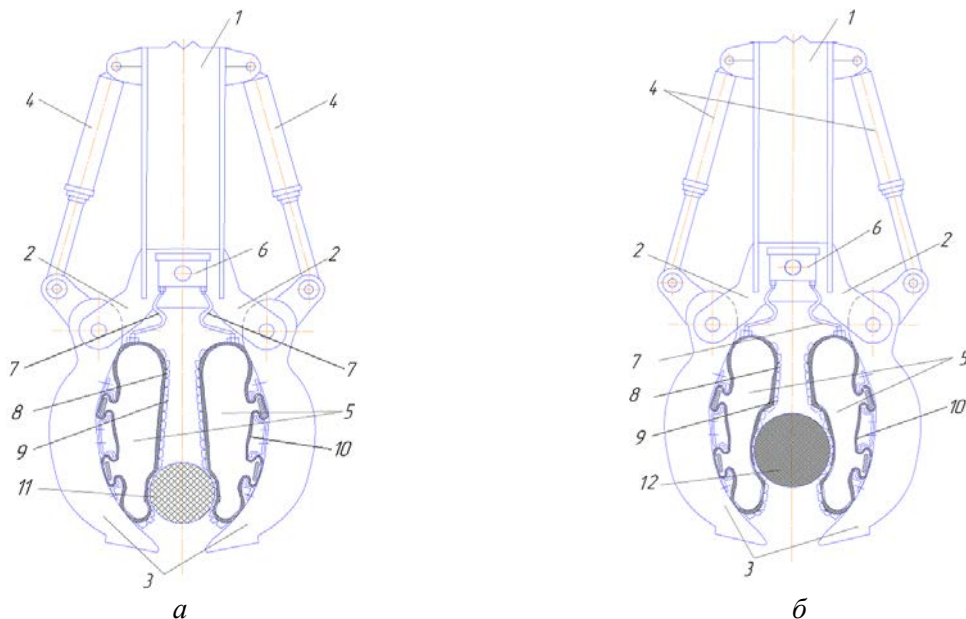


Рис. 4. Робочий орган захвата, що дозволяє адаптуватися до форми та розмірів уламків: а – схоплення малих уламків; б – схоплення великих уламків

Технологічне обладнання (рис. 4) містить рукоять 1, на яку за допомогою кронштейнів 2 шарнірно встановлені рухомі зубці 3, з'єднані із гідроциліндрами керування 4. Внутрішні поверхні рухомих зубців 3 обладнані еластичними камерами 5, які з'єднані із пневматичною системою: компресором 6 та трубопроводами 7. Зовнішні поверхні 8 еластичних камер 5 мають протектори 9, а внутрішні поверхні 10 скобами та клинами зафіксовані на рухомих зубцях 3. Схоплення уламків 11 малого розміру (рис. 4, а) виконується еластичними камерами 5 з невеликим внутрішнім тиском повітря та рухомими 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 12 середнього та великого розміру (рис. 4, б) їх схоплення здійснюється еластичними камерами 5 з більшим внутрішнім тиском.

Уламки із завалів та пошкоджених будівель і споруд завантажують у транспортні засоби або переміщують на майданчики-склади.

Варіантом виконання робочого органа є конструкція захвата (рис. 5), в якому зовнішні поверхні 8 еластичних камер 5 мають протектори 9 із виступаючими елементами 10, що мають нахил усередину робочого органу (рис. 5, б).

Під час схоплення уламків 11, нахил виступаючих елементів 10 всередину робочого органу забезпечує вільний вхід уламків у простір між еластичними камерами 5. При стисканні уламку зубцями 3 (рис. 5, в) та його підйомі виступаючі елементи 10 запобігають зворотному виходу (падінню) схопленого вантажу.

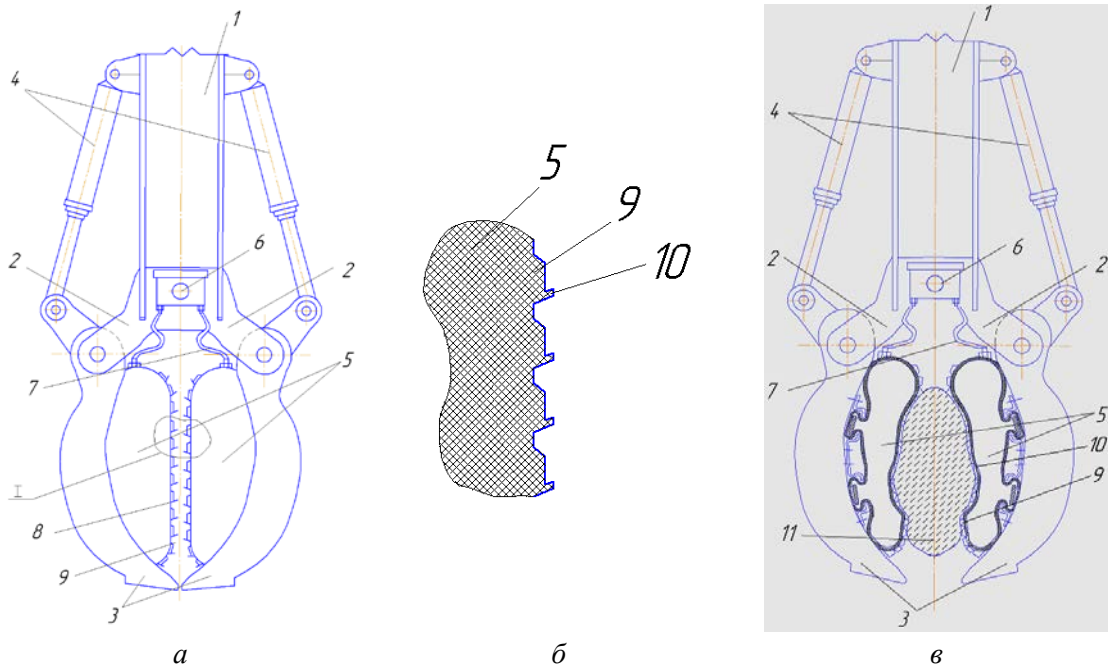


Рис. 5. Робочий орган захвата із виступаючими елементами на протекторах:  
а – загальний вигляд; б – фрагмент еластичної камери; в – схоплення уламка

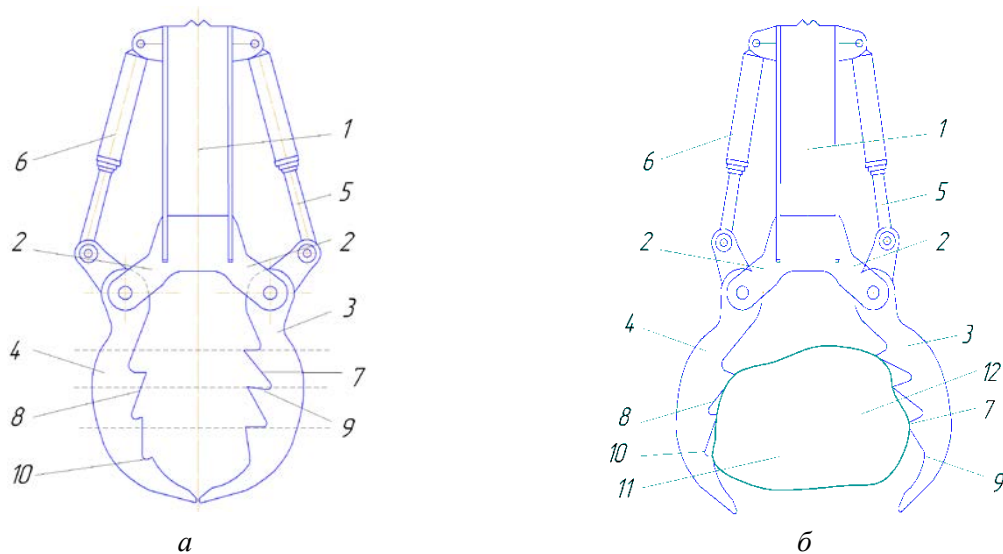


Рис. 6. Робочий орган захвата із ребристими асиметричними зубцями:  
а – загальний вигляд; б – схоплення уламка

Для підвищення експлуатаційної надійності розроблених захватів зовнішні поверхні еластичних камер доцільно армувати кордом (у вигляді металевого дроту) або використовувати

захват, зображений на рисунку 6. Внутрішні поверхні 7 і 8 рухомих зубців 3 та 4 виконані ребристими. Менші за розміром ділянки 9 та 10 поверхонь 7 і 8 орієнтовані всередину робочого органа, а на зубцях 3 та 4 вони зміщені між собою по висоті (рис. 6, а).

При розбиранні завалів та пошкоджених будівель схоплення уламків 11 виконується рухомими зубцями 3 та 4 (рис. 6, б). Наявність ребристих внутрішніх поверхонь 7 і 8 забезпечує надійне утримання вантажів. Крім того, менші за розміром ділянки 9 та 10 орієнтовані всередину робочого органа, що не дозволяє вантажу 11 виходити із нього.

Ефективність використання різних видів захватів визначається експлуатаційною продуктивністю екскаватора  $P_{ЕЗ}$ , яка розраховується:

$$P_{ЕЗ} = \frac{3600}{T_{цз}} \cdot Q \cdot K_{Г} \cdot K_{В}, \text{ [т/год]}, \quad (1)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність, т;

$K_{Г}$  – коефіцієнт використання екскаватора за вантажопідйомністю,  $K_{Г} = 0,6 \dots 0,8$ ;

$K_{В}$  – коефіцієнт використання екскаватора за часом,  $K_{В} = 0,8 \dots 0,85$ ;

$T_{цз}$  – тривалість робочого циклу, с.

Тривалість робочого циклу  $T_{цз}$  при роботі захватом

$$T_{цз} = t_{сх.} + t_{п.} + 2t_{пер.} + t_{розв.} + t_{он.}, \text{ [с]}, \quad (2)$$

де  $t_{сх.}$  – час схоплення вантажу, с;  $t_{п.}$  – час на підйом уламків, с;  $t_{пер.}$  – час на переміщення уламків;  $t_{розв.}$  – час розвантаження, с;  $t_{он.}$  – час на опускання робочого обладнання до пошкодженої будівлі, с.

Вибір типу захвата для розбирання завалів та пошкоджених будівель і споруд визначається характером руйнувань та їх обсягом, послідовністю вилучення уламків та їх розміром і масою, а також необхідною продуктивністю виконання робіт.

**Висновки.** 1. Аналіз ліквідації наслідків аварій та стихійних лих показав, що гідравлічні екскаватори є одними з основних технологічних машин при розбиранні завалів, але мають обмеження через форму та розміри уламків, які не можуть бути надійно схоплені робочим обладнанням.

2. Розроблено технологічні рішення для схоплення, переміщення та завантаження в транспортні засоби уламків різної форми та розміру на базі екскаваторів.

3. Визначено експлуатаційну продуктивність екскаваторів із технологічним обладнанням у вигляді захвату.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. **Бакин В. П., Батыгин Н. С.** Снос поврежденных при землетрясениях зданий // Механизация строительства, 1989. – № 6. – С. 10 – 11.

2. **Мірошниченко М.** Вибух газу – «це урок, який повинна засвоїти держава» // Надзвичайна ситуація, 2007. – № 10. – С. 8 – 15.

3. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація, 2009. – № 1. – С. 8 – 15.

4. **Хмара Л. А., Шатов С. В.** Використання будівельної техніки для виконання рятувальних та відновлювальних робіт при ліквідації наслідків стихійних лих та аварій / Будівництво України, 2008. – № 5. – С. 34 – 39.

5. **Хмара Л. А., Шатов С. В.** Определение рациональных параметров рабочих органов захватов для ведения аварийно-восстановительных работ на базе экскаваторов / Вісник Придніпр. держ. акад. буд. та архітект. – Д. : ПДАБА, 2008. – № 8. – С. 9 – 15.

6. **Хмара Л. А., Шатов С. В.** Технологічне обладнання екскаваторів для розбирання завалів зруйнованих будівель / Вісник Придніпр. держ. акад. буд. та архітект. – Д. : ПДАБА, 2011. – № 10. – С. 25 – 31.

7. **Шатов С. В.** Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / Вісник Придніпр. держ. акад. буд. та архітект. – Д. : ПДАБА, 2011. – № 3. – С. 8 – 14.

8. **Чумак С. П.** Основы разработки технологии и управления процессами аварийно-спасательных работ при разрушениях зданий и сооружений // Пробл. безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М. : ВИНТИ, 2008. – Вып. 4. – С. 55 – 62.