

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОНОЖИЦЬ З ЕКСЦЕНТРИКОВИМ ІНТЕНСИФІКАТОРОМ З ЦІЛЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*,  
МЕЛАШИЧ В. В.<sup>2</sup>, *к.т.н.*,  
СІЧКО І. М.<sup>3</sup>, *аспірант.*

<sup>1</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна

<sup>2</sup> Кафедра реконструкції та управління в будівництві. Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна

<sup>3</sup> \* Кафедра реконструкції та управління в будівництві. Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел.+38(067)180-08-30, e-mail: derger@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2210-8333

**Анотація. Мета.** Існує велика кількість різноманітного обладнання для руйнування бетону при проведенні реконструкції або знесення. Спільним недоліком більшості цього обладнання являється те, що воно здійснює процес руйнування лише за рахунок сил стиснення. Загальновідомо, що бетон добре працює на стиснення, відповідно, для його руйнування необхідні значні зусилля. Необхідно створення нового або удосконалення відомого обладнання для руйнування бетону при знесенні будівель та споруд для підвищення ефективності процесу знесення з урахуванням безпеки ведення робіт. **Методика.** Дослідження роботи обладнання виконувалось методом фізичного моделювання процесу руйнування бетону. **Результати.** За результатами дослідження процесу руйнування бетону встановлені раціональні параметри роботи гідроніжниць з інтенсифікатором. Удосконалення обладнання для знесення дозволить руйнувати бетон з більшою продуктивністю і економічністю, забезпечуючи при цьому високий рівень безпеки. **Наукова новизна.** Відоме обладнання для руйнування бетону має загальний недолік - вони працюють тільки на стиск. Існує необхідність вдосконалення відомого і створення нового обладнання для руйнування бетону при знесенні будівель і споруд. Запропоноване обладнання дозволить підвищити продуктивність. **Практична значимість.** Застосовуючи обладнання для руйнування бетону з інтенсифікацією можна підвищити ефективність процесу руйнування бетону при знесенні будівель і споруд, при цьому знизити енерговитрати і збільшити ресурс гідрообладнання.

**Ключові слова:** знесення будівель і споруд; інтенсифікація; ексцентриковий інтенсифікатор; руйнування бетону; реконструкція; підвищення безпеки.

## RESEARCHING OF PARAMETERS OF HYDRAULIC SHEARS WITH AN ECCENTRIC INTENSIFIER IN ORDER TO INCREASE EFFICIENCY AND DECREASE ENERGY COSTS

BELIKOV A. S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
MELASHICH V. V.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*,  
SICHKO I. N.<sup>3</sup>, *postgraduate student.*

<sup>1</sup> Department of Life Safety, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine.

<sup>2</sup> Department of reconstruction and management in construction. State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine.

<sup>3</sup>\* Department of reconstruction and management in construction. State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine, tel. +38(067)1800830, e-mail: derger@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2210-8333

**Annotation. Purpose.** There are a number of different equipment for the destruction of the concrete during the renovation or demolition. A common drawback of most of this equipment is that they perform only the process of destruction by the forces of compression. As is known, concrete works well on contraction and therefore for its destruction requires a large effort. It is necessary to create a new or improvement of known equipment for the destruction of the concrete during the demolition of buildings and structures to improve the efficiency of the process, taking into account the demolition of reference works security. **Methodology.** A study of the equipment was carried out by a physical simulation of concrete failure process. **Findings.** According to the study of concrete failure process established rational parameters of hydraulic shears with intensifier. Improvement of equipment for demolition will allow to destroy the concrete with greater productivity and efficiency, while providing a high level of security. **Originality.** Known equipment for concrete

deterioration is a common drawback - they only work in compression. There is a need to improve the well-known and the creation of new equipment for the destruction of the concrete during the demolition of buildings and structures. The proposed equipment will improve the performance of practical significance. *Practical value.* Using the equipment for the destroying of concrete with the intensification can improve the efficiency of the process of concrete destruction demolition of buildings and structures, at the same time reduce energy consumption and extend the life of hydraulic equipment.

*Keywords:* demolition of buildings and structures; intensification; eccentric mechanism; destruction of concrete; reconstruction; increasing safety

### Введение

Статистика показывает, что уровень травматизма в строительстве является одним из самых высоких. Поэтому необходимо комплексно подходить к проблеме повышения безопасности труда при реконструкции зданий и сооружений. Один из путей решения этой проблемы – создания новых более эффективных и безопасных машин и механизмов, которые обеспечат более высокий уровень безопасности для проведения реконструкционных работ. Следовательно, наряду с традиционными строительными машинами и механизмами целесообразно применять специализированные виды машин и оборудования.

Повышение эффективности проведения работ с обеспечением безопасности труда при сносе зданий и сооружений являются актуальной научной задачей. Решение этой задачи может быть реализовано путем создания новых машин и механизмов интенсифицирующего действия.

### Цель

Существует большое количество различного оборудования для разрушения бетона при проведении реконструкции или сноса. Необходимо создание нового или усовершенствование известного оборудования для разрушения бетона при сносе зданий и сооружений для повышения эффективности процесса сноса с учетом безопасности ведения работ.

Чаще всего для разрушения бетонных элементов конструкции используют гидроразрыватели. Существует большое разнообразие гидроразрывателей для разрушения бетона [9]. Они могут отличаться по размеру, конструкции, назначению. Однако общим недостатком известных конструкций гидроразрывателей является то, что разрушение материала происходит за счет силы сжатия. Общеизвестно, что бетон хорошо работает на сжатие, поэтому для его разрушения необходимо применять значительное усилие [4]. Поэтому такие гидроразрыватели, как правило, испытывают трудности при разрушении высокопрочных бетонов.

Другим распространённым способом разрушения бетона является ударный способ при помощи гидроразрывателей или пневмомолотов. Их чаще применяют для разрушения высокопрочных бетонов. К недостаткам этого способа можно отнести низкую производительность, повышенный уровень шума и возможные значительные динамические нагрузки на разрушаемое и соседние здания.

Для устранения указанных выше недостатков и увеличения производительности процесса разруше-

ния бетона нами предлагается внедрить в конструкцию гидроразрывателя для разрушения бетона эксцентриковый интенсификатор. Это позволит оказывать на разрушаемый элемент не только энергию сжатия, но и придавать динамические нагрузки, что должно обеспечить разрушение элементов конструкции при меньших усилиях.

Также, применение эксцентрикового интенсификатора не будет оказывать такие динамические нагрузки, которые будут вызывать значительное увеличение уровня шума и передавать вибрацию на соседние здания и сооружения. На предложенную конструкцию получен патент на полезное изобретение [5].

### Методика

Исследование работы оборудования осуществлялось методом физического моделирования процесса разрушения бетона.

Конструкция гидроразрывателя с эксцентриковым механизмом приведена на рис. 1

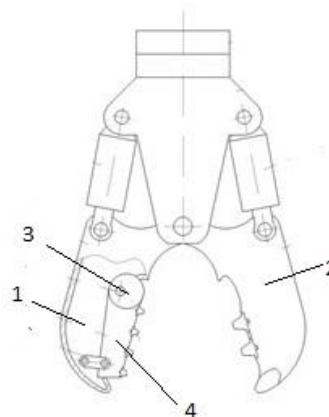


Рис.1 Гидроразрыватели с эксцентриковым механизмом / Hydraulic shears with an eccentric mechanism

Принцип работы гидроразрывателя: эксцентриковый вал 3 воздействует на подпружиненную дробильную плиту 4, придавая ей колебательное движение.

Плита с зубьями 4 воздействует на разрушаемый элемент, который сжимается челюстями 1, 2 и дополнительно оказывает динамическое воздействие. Это должно способствовать более эффективному разрушению.

Описание предложенной конструкции гидроразрывателя с эксцентриковым интенсификатором.

На рис.2 представлена предложенная кинематическая схема гидроразрывателя, в которой применен допол-

нительный эксцентриковый интенсификатор 3. Применение эксцентрикового интенсификатора обеспечивает более эффективное дробление бетона за счет придания кроме статической энергии сжатия дополнительных динамических нагрузок, что позволит повысить эффективность и производительность оборудования.

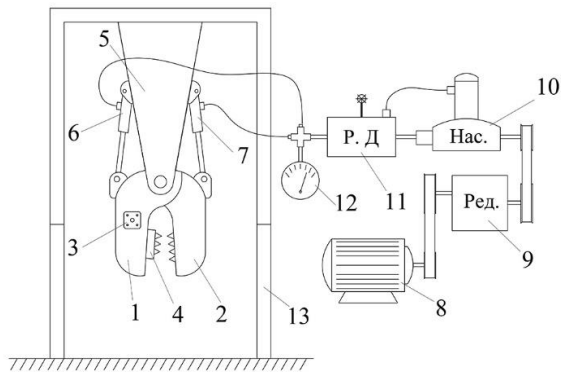


Рис. 2. Кинематическая схема гидрожниц с эксцентриковым интенсификатором/ Kinematic scheme of hydraulic shears eccentric intensifier

На раме 13 жестко закреплена рукоять 6, на которой шарнирно закреплены челюсти 1, 2, управляемые гидроцилиндрами 6, 7.

На валу электродвигателя 9 установлен шкив ременной передачи, соединенный со шкивом зубчатого редуктора 9. На выходном валу зубчатого редуктора установлен шкив ременной передачи, соединенный со шкивом гидронасоса 10. Гидронасос 10 соединен с гидравлическим редуктором 11 с вентилем управления. В гидросистему вмонтирован манометр 12. В одну из челюстей гидрожниц вмонтирован эксцентриковый интенсификатор 3 (рис. 4) с приводом от дополнительного электродвигателя.



Рис. 3 Гидрожницы с эксцентриковым интенсификатором/ Hydraulic shears with an eccentric mechanism

Дробление контрольных образцов происходит за счет статической энергии сжатия челюстей и дополнительной динамической энергии от эксцентрикового интенсификатора. За счет многократного мгновенного воздействия динамических нагрузок также снижается расстояние разлета элементов разрушаемой конструкции. Это позволяет уменьшить опасную зону и повысить безопасность работ.

Моделирование процесса разрушения бетона.

В соответствии с кинематической схемой была создана физическая модель гидрожниц с эксцентриковым интенсификатором в масштабе 1:5 (рис. 3).

На данной модели были проведены эксперименты по разрушению материала. В процессе эксперимента в качестве материала имитирующие бетон использовались пенобетон и силикатный кирпич. Размер контрольных образцов 30\*60\*80 мм.

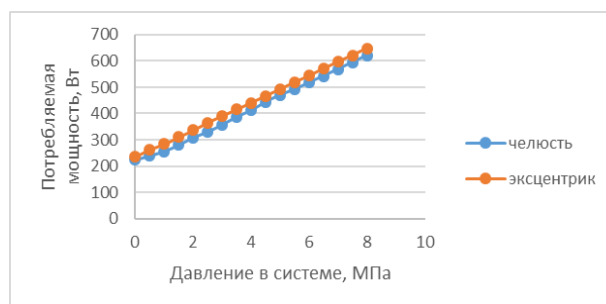


Рис. 4 Потребляемая мощность установки/ Power consumption of the machine

При этом затрачиваемая энергия с включенным интенсификатором в среднем на 10 % больше. Однако разрушение контрольных образцов происходит при среднем давлении и энергозатратах:

- без интенсификации –  $P_1= 5,17$  МПа,  $W_1=480$  Вт;
- с интенсификацией –  $P_2= 2,6$  МПа,  $W_2=365$  Вт, что на 24 % меньше.

При разрушении десяти контрольных образцов затрачено:

- без интенсификации – 16 Вт;
- с интенсификацией 13 Вт – на 18,75 % меньше, что подтверждает показания графика.

На рис. 5 изображен график, показывающий изменение усилия на челюстях при изменении давления в гидросистеме с интенсификацией и без.

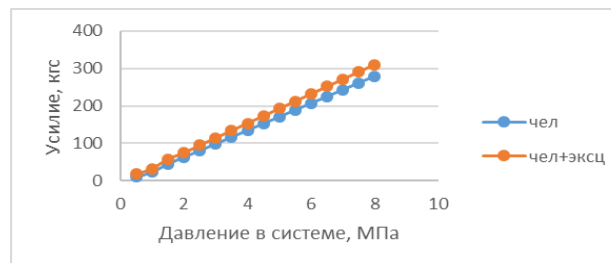


Рис. 5 Усилие на челюстях гидрожниц/ The force on the jaws hydraulic shears

При включении интенсификатора усилие на челюсти возрастает примерно на 12 % при неизменном давлении в гидросистеме.

На рис. 6 изображен график, показывающий давление, при котором происходит разрушение контрольных образцов.

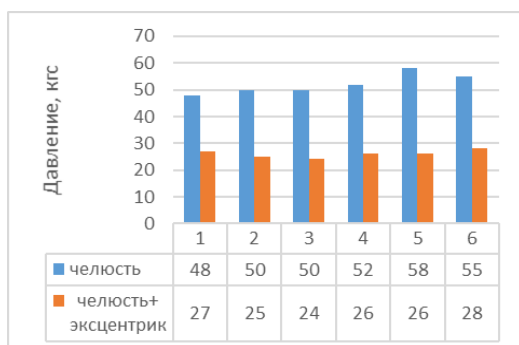


Рис. 6 Давление, при котором происходит разрушение контрольных образцов/ The pressure of breakdown occurs of control samples

Среднее значение, при котором разрушается контрольный образец:

- без интенсификации – 5,17 МПа;
- с интенсификацией – 2,6 МПа, что на 49,7 % меньше.

Одним из существенных параметров, влияющим на процесс интенсификации гидроразрушения является значение хода интенсификатора. При значении эксцентриситета до 2 мм производительность процесса разрушения возрастает, но незначительно. Также производительность не значительно возрастает при значении эксцентриситета более 6 мм, то есть при ходе сжатия 12 мм. Кроме того, с увеличением эксцентриситета увеличивается и потребляемая мощность рис. 7.



Рис. 7 Изменение потребляемой энергии в зависимости от эксцентриситета/ Changes in energy consumption depending on the eccentricity

Поэтому предлагается использовать значение эксцентриситета 6 мм, что соответствует ходу сжатия 12 мм.

Применение эксцентрикового интенсификатора в конструкции гидроразрушителей для разрушения бетона позволит:

- снизить энергозатраты примерно на 20%;
- снизить давление в гидросистеме почти на 50 %.

Применение в системе более низкого давления приведет к увеличению долговечности агрегатов гидросистемы [10]. Чем меньше давление (от номинального) – тем больше увеличивается срок службы гидроагрегатов и уменьшаются требования к чистоте рабочей жидкости. Благодаря этому уменьшаются эксплуатационные расходы, увеличивается КПД системы и повышается долговечность гидронасоса и гидросистемы в целом.

### Научная новизна и практическая значимость

Известное оборудование для разрушения бетона имеет общий недостаток – они работают только на сжатие. Существует необходимость совершенствования известного и создания нового оборудования для разрушения бетона при сносе зданий и сооружений. Предложенное оборудование позволит повысить производительность. Предложенное оборудование для разрушения бетона с интенсификацией позволит повысить эффективность процесса разрушения бетона при сносе зданий и сооружений и при этом снизить энергозатраты и увеличить ресурс гидрооборудования.

### Выводы

Применение эксцентрикового интенсификатора в конструкции гидроразрушителей для разрушения бетона позволит повысить эффективность процесса разрушения, снизить рабочее давление в гидросистеме, увеличить срок службы гидрооборудования, уменьшить размер опасных зон и тем самым повысить уровень безопасности работ.

Таким образом, по результатам моделирования процесса разрушения бетонных элементов можно сделать вывод о работоспособности и экономичности установки и возможности внедрения ее в производство.

В настоящее время продолжается исследование работы гидроразрушителей с интенсификатором и планируется анализ влияния частоты вращения вала интенсификатора и формы зубьев на процесс разрушения бетона.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беликов А. С., Кожушко А. П., Сафонов В. В., Чесанов В. Л., Капленко Г. Г., Касьян А. И., Шлыков Н. Ю., Коструб В. А., Харачих Г. И., Сорока К. Ю. / Охрана труда на предприятиях строительной индустрии. Днепропетровск: «Федорченко А. А.», 2010. – 528с.
2. Диденко Л. Д. Эффективность мероприятий по безопасности труда при реконструкции жилых зданий. / Л. Д. Диденко, Е. А. Рыбалка. // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. трудов. Дн-вск., ГВУЗ ПГАСА, 2011. – Вып. 62 – С. 320-231.
3. Девятова Г. В. Технология реконструкции и модернизации зданий: [учебн. пособ.] / Г. В. Девятова. – Москва: ИНФА, 2006. – 250 с.

4. Мелашич В. В. Повышение безопасности ведения работ при реконструкции зданий и сооружений / В. В. Мелашич, М. С. Красноперов // Научно-технический сборник, 2011. – С. 44-45.  
[http://eprints.kname.edu.ua/21594/1/43-50\\_%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B8%D1%87\\_%D0%92%D0%92.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/21594/1/43-50_%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B8%D1%87_%D0%92%D0%92.pdf)
5. Патент на корисну модель № 61687 Спеціальне робоче обладнання екскаватора, В. В. Мелашич, І. М. Січко. 25.07.2011.
6. Проблемы обеспечения охраны труда в строительной отрасли / Н. В. Волкова, Е. И. Ефимова. Интернет-журнал Наукоедение. Выпуск №1(14) / 2013
7. Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве: учеб. [для строит. вузов и фак.] / Пчелинцев В.А., Коптев Д.В., Орлов Г.Г. – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.
8. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий / В. Л. Вольфсон, В. А. Ильяшенко, Р. Г. Комисарчик. – 2-е изд. Репринт. – М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2004. – 252 с.
9. Code of practice for demolition of buildings, 2004 [http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition\\_e2004.pdf](http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition_e2004.pdf)
10. Demolition Planning / Richard Diven and Michael R. Taylor, CAE. The Architect's Handbook of Professional Practice, 2006. <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab089227.pdf>
11. Green Demolition and Sustainable Deconstruction / Lawrence L. Fieber, Burns & McDonnell Engineering? 2009. [http://www.burnsmcd.com/Resource\\_PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf](http://www.burnsmcd.com/Resource_PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf)

## REFERENCES

1. Belikov A. S., Kozhushko A. P., Safonov V. V., Chesanov V. L., Kaplenko G. G., Kasian A. I., Shlikov N. Y., Kostrub V. A., KHARACH A. I., Soroka K. Y. / labor protection in enterprises of the construction industry. Dnepropetrovsk: "Fedorchenko A. A.", 2010. – 528p.
2. Didenko L. D. Efficiency measures for safety during the reconstruction of residential buildings. / LD Didenko, EA Fishing. // Construction, materials science, mechanical engineering. Coll. scientific. works. Dn-Sun., SHEI PGASA, 2011. - Vol. 62 - S. 320-321.
3. Devyataeva G. V. Technology renovation and modernization of buildings: [Teaching. Collec.] / Galina Devyataeva. - Moscow: INFA, 2006. - 250 p.
4. Melashich V. V. Improving safety of work in the reconstruction of buildings and structures / V. V. Melashich, M. S. Krasnopyorov // Naukovo- technologichniy zbirnik, 2011. - pp. 44-45.  
[http://eprints.kname.edu.ua/21594/1/43-50\\_%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B8%D1%87\\_%D0%92%D0%92.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/21594/1/43-50_%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%88%D0%B8%D1%87_%D0%92%D0%92.pdf)
5. Патент на корисну модель № 61687 Спеціальне робоче обладнання екскаватора, В. В. Мелашич, І. М. Січко. 25.07.2011.
6. Problems of labor protection in the construction industry / N. V. Volkova, E. I. Efimova. Internet magazine Naukovedenie. Issue №1 (14) / 2013
7. Pchelintcev VA Labour safety in construction: Proc. [for the building. universities and facts.] / Pchelintcev VA, Koptev DV Orlov GG - M.: Wisshaya shkola, 1991. - 272 p.
8. Reconstruction and repair of residential and public buildings / V. L. Wolfson, V. A. Pyashenko, R. G. Komisarchik. - 2nd ed. Reprint. - M.: "OAO Publisher" Stroyizdat ", 2004. - 252 p.
9. Code of practice for demolition of buildings, 2004 [http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition\\_e2004.pdf](http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition_e2004.pdf)
10. Demolition Planning / Richard Diven and Michael R. Taylor, CAE. The Architect's Handbook of Professional Practice, 2006. <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab089227.pdf>
11. Green Demolition and Sustainable Deconstruction / Lawrence L. Fieber, Burns & McDonnell Engineering? 2009. [http://www.burnsmcd.com/Resource\\_PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf](http://www.burnsmcd.com/Resource_PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf)

Статья поступила в редколлегию 20.09.2016