

УДК 331.45

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРОНОЖИЦ С ЭКСЦЕНТРИКОВЫМ ИНТЕНСИФИКАТОРОМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ

БЕЛИКОВ А. С.^{1*}, *д.т.н., проф.*,
КИРНОС К. А.^{2*}, *к.т.н.*,
СИЧКО И. Н.^{3*}, *соискатель*,
ШАРАНОВА Ю. Г.^{4*}, *ст. преп.*

^{1*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38(056)7563457, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет», ул. Сергея Ефремова, 25, 49600, м. Днепро, Украина, тел. +38(067)6353602, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

^{3*} Кафедра реконструкции и управления в строительстве, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38(067)1800830, e-mail: igorsichkot@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2210-8333

^{4*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, г. Днипро, Украина, 49600, тел. +38 (0562) 47-16-01, e-mail: Sharanova2017@gmail, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

Аннотация. *Цель.* Существует большое количество различного оборудования для разрушения бетона при проведении реконструкции или сноса. Общим недостатком большинства из этого оборудования является то, что они осуществляют процесс разрушения только за счет сил сжатия. Как известно, бетон хорошо работает на сжатие, и, следовательно, для его разрушения необходимо большое усилие. 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. *Методика.* Исследование работы оборудования осуществлялось методом физического моделирования процесса разрушения бетона. *Результаты.* По результатам исследования процесса разрушения бетона установлены рациональные параметры работы гидронажниц с интенсификатором. Усовершенствование оборудования для сноса позволит разрушать бетон с большей производительностью и экономичностью, обеспечивая при этом высокий уровень безопасности. *Научная новизна.* 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. *Практическая значимость.* Применяя оборудование для разрушения бетона с интенсификацией можно повысить эффективность процесса разрушения бетона при сносе зданий и сооружений, при этом снизить энергозатраты и увеличить ресурс гидрооборудования.

Ключевые слова: снос зданий и сооружений; интенсификация; эксцентриковый интенсификатор; разрушение бетона; реконструкция; повышение безопасности

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ГІДРОНОЖИЦЬ З ЕКСЦЕНТРИКОВИМ ІНТЕНСИФІКАТОРОМ З ЦІЛЛЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ

БЕЛІКОВ А. С.^{1*}, *д.т.н., проф.*,
КІРНОС К. А.^{2*}, *к.т.н.*,
СІЧКО І. М.^{3*}, *здобувач*,
ШАРАНОВА Ю. Г.^{4*}, *ст. викл.*

^{1*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38(056)7563457, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Кафедра безпеки життєдіяльності Державний вищий навчальний заклад «Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет», вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро, Україна, тел. +38(067)6353602, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264

³ * 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: igorsichkot@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2210-8333

⁴* Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, м. Дніпро, Україна, 49600, тел. 067 995-38-77, e-mail: Sharanova2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

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 гідроножниць 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

MODELLING OF HYDRAULIC SHEARS OPERATION WITH AN ECCENTRIC INTENSIFIER IN ORDER TO INCREASE EFFICIENCY AND DECREASE ENERGY COSTS

BELIKOV A. S. ^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
KIRNOS K. A. ^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.)*,
SICHKO I. N. ^{3*}, *Competitor*,
SHARANOVA U. G. ^{4*}, *Sen. Teach.*

^{1*} Department of Life Safety, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine. tel.+38(056)7563457, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

^{2*} Department of Life Safety, State Higher Education Establishment "Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, 25, S.Yefremov str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel +38(067)6353602, e-mail: kat140379@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6410-5264.

^{3*} 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: igorsichkot@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2210-8333

^{4*} Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-57, Sharanova2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4626-0327

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 производственного травматизма указывает, что уровень травматизма в строительстве является одним из самых высоких. Одним из способов его снижения может быть применение нового или усовершенствованного специального оборудования для выполнения строительных работ, а именно работ по реконструкции (разрушению) зданий и сооружений. Специальное оборудование позволит выполнять реконструкцию с большей эффективностью и производительностью. Применение интенсификации оборудования позволит также снизить энергозатраты на выполнение работ при сносе и повысить уровень безопасности при выполнении данного вида работ.

Повышение эффективности и производительности реконструкционных работ с обеспечением безопасности труда являются актуальной научной задачей. Решение этой задачи может быть реализовано путем использования механизмов интенсифицирующего действия. Данная статья является продолжением нашей работы [1], в которой мы проводили исследования параметров работы гидророжниц, а именно: потребляемая мощность, давление в гидросистеме, усилие на челюстях, значение эксцентриситета.

Цель

Множество зарубежных фирм занимаются разработкой и созданием специализированного строительного оборудования в частности оборудования для разрушения бетонных и железобетонных конструкций. В Украине такое оборудование не производится. Необходимо создание специального оборудования для разрушения бетонных конструкций при сносе зданий и сооружений для повышения эффективности процесса сноса с учетом безопасности ведения работ.

Разрушение бетонных и железобетонных зданий и сооружений чаще всего выполняют гидроэкскаватором с гидророжницами, навешенными вместо ковша экскаватора или при помощи гидро- (пнеumo-) молотов. Зарубежом существует большое разнообразие гидророжниц для разрушения бетона [9], разных по размеру, конструкции, назначению. Применение ударного способа сноса имеет следующие недостатки: низкая производительность, повышенный уровень шума и возможные значительные динамические нагрузки на разрушаемое и соседние здания. Недостатком известных конструкций гидророжниц является то, что разрушение материала происходит только за счет силы сжатия [5]. Следовательно, для разрушения высокопрочного бетона необходимо повышать давление в гидросистеме, что снижает ее долговечность работы.

Предлагается конструкция, позволяющая повысить производительность разрушения бетона без повышения давления гидросистемы. Это достигается при помощи интенсификации процесса разрушения эксцентриковым механизмом (рис. 1). Эксцентриковый интенсификатор оказывает на разрушаемый элемент дополнительные динамические нагрузки, что обеспечивает разрушение элементов конструкции при меньших усилиях.

Дополнительные динамические нагрузки интенсификатора не вызывают значительное увеличение уровня шума и не передают вибрацию на соседние здания и сооружения. На предложенную конструкцию получен патент на полезное изобретение [7].

Методика

Для исследования работы оборудования была создана физическая модель гидророжниц в масштабе 1:5. Исследование осуществлялось методом физического моделирования процесса разрушения бетона.

Конструкция гидророжниц с эксцентриковым механизмом приведена на рис. 1

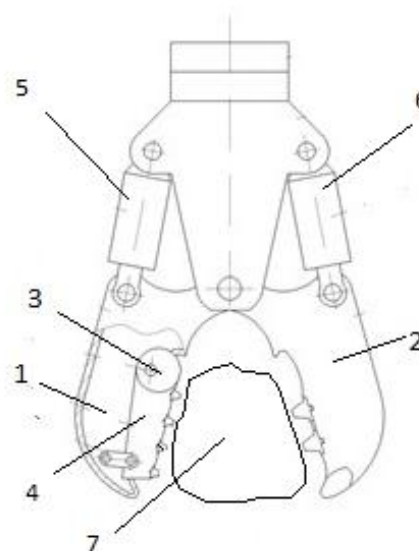


Рис.1 Гидророжницы с эксцентриковым механизмом / Hydraulic shears with an eccentric mechanism

Принцип работы гидророжниц: разрушаемый элемент 7 попадает между челюстями 1 и 2. Под воздействием гидроцилиндров 5 и 6 челюсти 1 и 2 сжимаются и оказывают силу сжатия на разрушаемый элемент 7. Если усилия сжатия недостаточно для разрушения, то в работу включается эксцентриковый интенсификатор 3, который воздействует на подпружиненную дробильную плиту 4, придавая ей колебательное движение. Плита с зубьями 4 воздействует на разрушаемый элемент 7, который сжимается

челюстями 1, 2 и дополнительно оказывает динамическое воздействие. Это способствует более эффективному разрушению.

Разрушение бетона происходит за счет статической энергии сжатия челюстей и дополнительной динамической энергии от эксцентрикового интенсификатора.

При воздействии на бетон сил сжатия процесс разрушения сопровождается разлетом осколков, которые образуются непосредственно в момент разрушения за счет большого усилия. Многократное же мгновенное воздействие динамических нагрузок способствует снижению усилия, необходимого для разрушения бетона, следовательно, расстояние разлета обломков уменьшается. Это позволяет уменьшить опасную зону и повысить безопасность работ.

Моделирование процесса разрушения бетона.

Для анализа параметров разрушения бетона была создана физическая модель гидроразрушителя для разрушения бетона с эксцентриковым интенсификатором в масштабе 1:5 (рис. 2).



Рис. 2 Гидроразрушитель с эксцентриковым интенсификатором/ Hydraulic shears with an eccentric mechanism

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

Ранее [1] на данной модели исследовались параметры работы гидроразрушителя, а именно: потребляемая мощность, давление в гидросистеме, усилие на челюстях, значение эксцентриситета. Исследование показало, что применение интенсификатора позволило повысить эффективность и производительность работ,

снизить энергозатраты, давление в гидросистеме и, следовательно, увеличить срок службы гидрооборудования.

Одним из параметров, влияющих на производительность работы оборудования является частота вращения вала эксцентрикового интенсификатора. Практически установлено, что контрольные образцы разрушаются после 3-4 циклов (оборотов) вала эксцентрика. Предлагается проводить эксперимент в диапазоне от 30 до 250 оборотов в минуту. Минимальное значение (30 об/мин) выбрано так как при меньшей частоте вращения эффективность интенсификатора значительно снижается (определено экспериментально) и увеличивается время разрушения контрольного образца. При такой частоте время разрушения контрольного образца составляет 6-8 сек.

Максимальное значение (250 об/мин) выбрано, так как при большей частоте вращения увеличивается вибрация, которая передается на конструкцию и увеличиваются нагрузки на эксцентрик. Также схожая частота вращения вала применяется в щековых дробилках с эксцентриковым механизмом.

Исследование показало, что при воздействии на бетон сил сжатия процесс разрушения сопровождается разлетом осколков на значительное расстояние, которые образуются непосредственно в момент разрушения за счет большого усилия. Это влияет на увеличение опасной зоны. Применение эксцентрикового интенсификатора приводит к многократному мгновенному воздействию динамических нагрузок на разрушаемый элемент, что способствует снижению усилия, необходимого для разрушения бетона, следовательно, расстояние разлета обломков уменьшается. Это позволяет уменьшить опасную зону и повысить безопасность выполнения работ.

Научная новизна и практическая значимость

В Украине не производится специальное оборудование для разрушения бетонных зданий и сооружений. Известное зарубежное оборудование для разрушения бетона имеет общий недостаток – оно воздействует на разрушаемый элемент только силами сжатия. Существует необходимость создания нового оборудования для разрушения бетона при сносе зданий и сооружений. Предложенное оборудование для разрушения бетона с интенсификацией позволит повысить эффективность и производительность процесса разрушения бетона при сносе зданий и сооружений, при этом снизить энергозатраты, увеличить ресурс гидрооборудования и уменьшить размер опасной зоны.

Выводы

Интенсификация конструкции гидроразрушителя для разрушения бетона эксцентриковым механизмом

позволит улучшить показатели работы оборудования: повысить эффективность и производительность процесса разрушения, увеличить срок службы гидрооборудования, уменьшить размер опасных зон и тем самым повысить уровень безопасности работ.

Таким образом, по результатам исследования результатов, полученных 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 гидроножниц с интенсификатором.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беликов А. С. Исследование параметров работы гидроножниц с эксцентриковым интенсификатором с целью повышения эффективности и понижения энергозатрат / А. С. Беликов, В. В. Мелашич, И.Н. Сичко // Строительство, материаловедение, машиностроение – Днепропетровск: ПГАСА, 2016. – Вып. 93. – С. 281-285.
2. Волкова Н.В. Проблемы обеспечения охраны труда в строительной отрасли / Н. В. Волкова, Е. И. Ефимова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2013. – №1 (14).
3. Вольфсон В. Л. 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.
4. Девятаева Г. В. Технология реконструкции и модернизации зданий / Г. В. Девятаева. – М.: ИНФА, 2006. – 250 с.
5. Мелашич В. В. Повышение безопасности ведения работ при реконструкции зданий и сооружений / В. В. Мелашич, М. С. Красноперов // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. – Х.: ХНАМГ, 2011. – Вип. 99. – С. 447 – 450.
6. Охрана труда на предприятиях строительной индустрии / [А. С. Беликов, А. П. Кожушко, В. В. Сафонов и др.]; под ред. А. С. Беликова. – Днепропетровск: «ФЕДОРЧЕНКО А. А.», 2010. – 528с.
7. Спеціальне робоче обладнання екскаватора : пат. 61687 Україна, МПК E02F 3/ 28 (2006.01). / Мелашич В.В., Сичко І. М.; заявник і власник патенту ДВНЗ «ПДАБА». – № u201100177; заяв. 04.01.11; опубл.25.07.11. Бюл № 14.
8. Code of practice for demolition of buildings, 2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition_e2004.pdf. Загл. с экрана. – Перевірено: 27.09.2017
9. Demolition Planning / Richard Diven and Michael R. Taylor, CAE. The Architect's Handbook of Professional Practice, 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia089227.pdf>. Загл. с экрана. – Перевірено: 25.09.2017
10. Green Demolition and Sustainable Deconstruction / Lawrence L. Fieber, Burns & McDonnell Engineering, 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.burnsmcd.com/Resource/PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf>. Загл. с экрана. – Перевірено: 27.09.2017

REFERENCES

1. Belikov A.S., Melashich V.V. and Sichko I.N. *Issledovaniye parametrov raboty gidronozhnits s ekstsentrikovym intensifikatorom s tseliu povysheniia effektivnosti i ponizheniia energozatrat* [Researching of parameters of hydraulic shears with an eccentric intensifier in order to increase efficiency and decrease energy costs]. *Stroitelstvo, materialovedeniye, mashinostroeniye* [Construction, material science, mechanical engineering]. 2016, no. 3, pp. 281-285. (in Russian).
2. Volkova N. V., Efimova E. I. *Problemy obespecheniya okhrany truda v stroitelnoy otrasli* [Problems of labor protection in the construction industry]. *Internet-zhurnal «Naukovedeniye»* [Internet magazine Naukovedenie.] Vypusk no. 1 (14). 2013. (in Russian).
3. Volfson V.L., Iliashenko V.A. and Komisarchik R.G. *Rekonstruktsiia i kapitalnyy remont zhilykh i obschestvennykh zdaniy* [Reconstruction and repair of residential and public buildings]. – 2-e izd. Reprint. – Moscow: Stroyizdat Publ., 2004, 252 p. (in Russian).
4. Devyataeva G. V. *Tekhnologiya rekonstruktsii i modernizatsii zdaniy* [Technology renovation and modernization of buildings]. [Teaching. Collec.], Moscow: INFA, 2006, 250 p. (in Russian).
5. Melashich V.V. and Krasnoperov M.S. *Povysheniye bezopasnosti vedeniia rabot pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy* [Improving safety of work in the reconstruction of buildings and structures]. *Naukovo-tekhn. zbirnyk* [Naukovo- technologichnyi zbirnyk], 2011, pp. 44-45. (in Russian).
6. Belikov A.S., Kozhushko A.P. and Safonov V.V. *Okhrana truda na predpriatiakh stroitelnoy industrii* [labor protection in enterprises of the construction industry]. Dnepropetrovsk: Fedorchenko A. A. Publ., 2010, 528 p. (in Russian).
11. *Spetsialne roboche obladnannia ekskavatora* [Specially not only the owner of the excavator]. Patent 61687., Ukraine), МПК E02F 3/ 28 (2006.01). / Melashich V.V. and Sichko I.M. zaiavnyk i vlasnyk patentu DVNZ «PDABA». – № u201100177; zayavl. 04.01.11; opubl. 25.07.11. Bul № 14. (in Ukrainian).
7. *Code of practice for demolition of buildings*, 2004. Available at: http://www.bd.gov.hk/english/documents/code/Demolition_e2004.pdf
8. *Demolition Planning* / Richard Diven and Michael R. Taylor, CAE. *The Architect's Handbook of Professional Practice*, 2006. Available at: <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia089227.pdf>
9. *Green Demolition and Sustainable Deconstruction* / Lawrence L. Fieber, Burns & McDonnell Engineering, 2009. Available at: http://www.burnsmcd.com/Resource/_PressRelease/1452/FileUpload/GreenDemolition-Fieber.pdf