

УДК 69.059.28

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ МЕХАНИЗИРОВАННОГО РАЗБОРА ЗАВАЛОВ ПОСЛЕ ОБРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Нежданов К.К., Гарькин И.Н., Кузьмишкин А.А., Мягков Д.А.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,  
Пенза, e-mail: igor\_garkin@mail.ru

Рост числа обрушений промышленных и гражданских зданий (сооружений) влечёт за собой гибель людей, часть из которых гибнет под завалами конструкций. Группа авторов из Пензенского государственного университета архитектуры и строительства активно занимается поиском пути решения проблемы по оперативному извлечению людей из-под завалов. В настоящей статье приводится новый эффективный механизированный метод для спасения людей, находящихся под обломками строительных конструкций. На настоящий момент на рассматриваемую разработку подана заявка на изобретение, а также ведётся работа по её внедрению в производство. Технический результат разработки – ускорение спасения людей, находящихся под завалами, автоматизация и максимальное снижение трудоёмкости разрушения и разборки рухнувших конструкций. Работа над такой важной задачей (спасение людей) будет продолжена и получит своё дальнейшее освещение в следующих статьях и разработках.

**Ключевые слова:** обрушения, разбор завалов, спасение людей, безопасность, строительные конструкции, землетрясения

## MECHANICAL PROMISING WAY ANALYSIS OF DEBRIS AFTER THE COLLAPSE STRUCTURES

Nezhdanov K.K., Garkin I.N., Kuzmishkin A.A., Myagkov D.A.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: igor\_garkin@mail.ru

The growing number of collapses of industrial and civil buildings (structures), entails the loss of life. Some of whom die under the rubble of structures. A group of authors from Penza State University of Architecture and Construction actively seeking ways to address the operational recovery of people from the rubble. This paper presents a new efficient mechanized method for the salvation of people under the rubble of building structures. Currently under consideration in the development of application for the invention, as well as the work is being done on its implementation in production. The technical result of the development – the acceleration of the salvation of people under the rubble, automation and maximum reduction of labor intensity of destruction and dismantling of collapsed structures. Work on such an important theme (the salvation of people) will continue and get his further coverage in the following articles and developments.

**Keywords:** collapse, analysis of debris, rescue people, security, building construction, earthquake

В последнее время участились случаи обрушений строительных конструкций зданий и сооружений [3, 4], приводящие к большим материальным потерям, а главное – к гибели большого количества людей [6]. Учёные Пензенского государственного университета архитектуры и строительства не могли оставаться в стороне от решения этой проблемы. Был разработан механизированный метод разбора завалов для спасения людей, находящихся под обвалившимися конструкциями, например, после землетрясения или аварии (в настоящее время подана заявка на изобретение РФ) [7].

В настоящее время при демонтаже обвалившихся железобетонных конструкций применяют экскаваторы, краны [1], отбойные молотки [2]. Процесс разборки завалов чрезвычайно трудоёмок и длителен, поэтому гибнут люди. Механизированное разрушение завалов от рухнувших строительных конструкций для ускорения процесса разрушения массивных железобетонных кон-

струкций и их быстрого удаления из завалов актуально как некогда.

Известны мощные машины для испытаний на усталость, оснащённые гидроцилиндрами циклического действия [9].

Предельная растяжимость бетона  $\epsilon_{btu} = 0,00015$  в сотни раз ниже предельной растяжимости стальной арматуры [2, 10], поэтому бетон легко разрушается при растяжении и срезе. Прочность бетона при растяжении и срезе в 10...20 раз меньше, чем при сжатии [10]. Срез легко вызвать скручивающими воздействиями.

Динамические же циклические воздействия ускоряют процесс разрушения ещё в несколько раз.

Таким образом, для быстрого разрушения бетона и обнажения арматуры с наименьшими усилиями необходимо вызвать в бетоне сдвиг (срез), растяжение, локальными циклическими воздействиями.

Известны также мощные клепальные скобы [1], применяемые при изготовлении

клепаных конструкций и оснащённые гидравлическими и пневматическими цилиндрами, причём и циклического действия.

Технический результат разработки – ускорение спасения людей, находящихся под завалами, автоматизацией и максимальным снижением трудоёмкости разрушения и разборки рухнувших конструкций.

Перспективный способ разрушения завалов от рухнувших строительных конструкций заключается в следующем.

Механизмы оснащают мощными гидроприводами возвратно-поступательного циклического действия для поддомкрачивания, раздавливания и расклинивания бетона железобетонных колонн и обнажения арматуры, а также устройствами для резки арматуры, например фрикционными дисками.

Оснащают нож бульдозера стальными прочными рогами и парой мощных гидравлических опор, а стреловой кран – тремя телескопическими стрелами, и упомянутые стрелы закрепляют на транспортном средстве с возможностью произвольной ориентации в пространстве.

Оснащают одну из телескопических стрел крана клепальной скобой [9] и мощным домкратом-пульсатором, например МУП-100 (1000...500 кН), приводящим в действие стальной гидроклык, а вторую телескопическую стрелу – гидроклешнёй, приводимой в действие мощным домкратом-пульсатором.

Подгоняют бульдозер к рухнувшей железобетонной конструкции. Анкерят

бульдозер, вдавливая стопоры в грунтовое основание, включают продольный ход рогов и, скользя по грунтовому основанию, подсовывают домкратом-пульсатором рога под рухнувшую железобетонную колонну. Включают циклическую подачу масла в гидроопоры ножа бульдозера и приподнимают рогами ножа рухнувшую колонну на 1...2 метра.

Управляя с пульта, подводят к колонне стрелу с гидроклешнёй, жёстко захватывают стержень, в циклическом режиме дробят бетон стержня рухнувшей колонны и обнажают её арматуру.

При необходимости, управляя с пульта, подводят к колонне вторую стрелу, надевают клепальную скобу на стержень колонны, с пульта включают с пульсацией гидроклык, расклинивают и дробят им бетон и обнажают арматуры колонны.

Управляя с пульта, подводят к обнажённой арматуре колонны третью стрелу, оснащённую фрикционным диском, ножницами для перекусывания стальной арматуры или устройством для кислородной резки её, одним из устройств разрезают обнажённую арматуру, удерживая стержень колонны от падения гидроклешнёй стрелы.

Затем циклы повторяют со вторым, зажатым в завале концом колонны, извлекают и убирают отделённый кусок конструкции из завала в отвал или на транспортное средство, затем циклы повторяют и полностью разбирают завал от рухнувших конструкций.

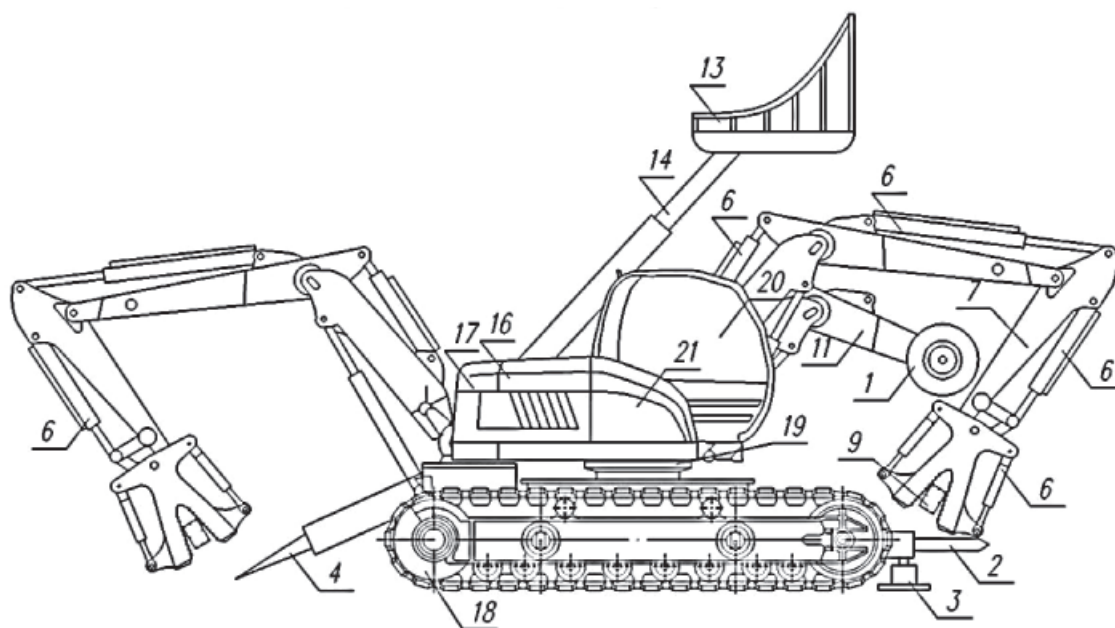


Рис. 1. Устройство для разбора рухнувших конструкций

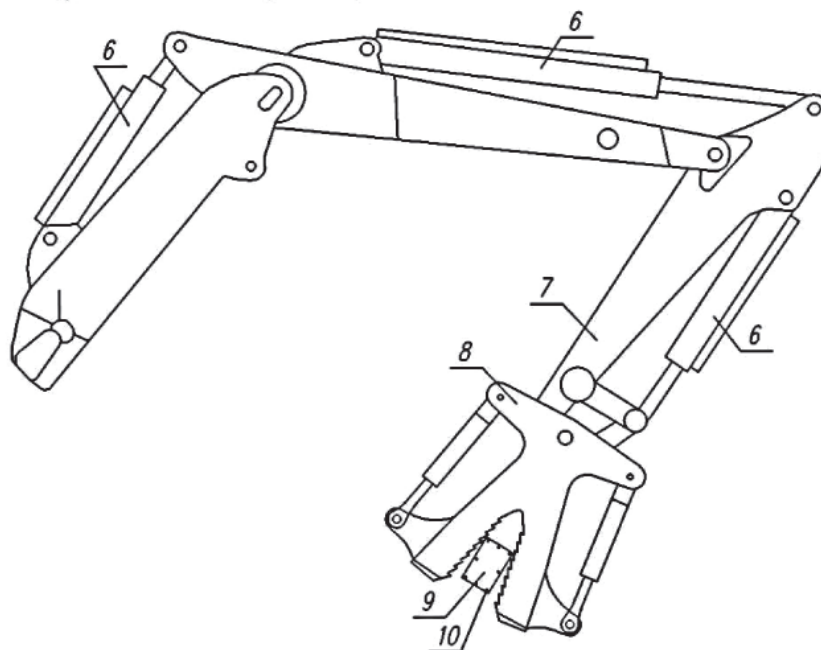


Рис. 2. Гидроклешня

Если перекусывание обнажённой арматуры затруднено, то, поддерживая конструкцию на весу гидроклешней, монтажник подводит свою люльку к обнажённой стальной арматуре и перерезает её газорезкой вручную. При этом машинист крана и монтажник в люлке управляют гидроклешней крана согласованно. Например, гидроклешней одной телескопической стрелы поддерживают извлекаемую из завала конструкцию, а гидроклык другой стрелы дробят бетон и обнажают арматуру для перерезания её.

Или в момент перекусывания или перерезания обнажённой арматуры ножницами телескопической стрелы, или её газорезкой монтажником, извлекаемую конструкцию поддерживают на весу гидроклешней телескопической стрелы. Извлекают отделённый кусок конструкции из завала и транспортируют её на транспортное средство или в отвал.

Телескопические стрелы транспортного средства могут быть установлены, например, на массивном танке.

На центральной стреле закреплена гидравлическая клешня с возможностью ориентации в пространстве. Гидроклешня снабжена гидроприводом и установлена на телескопической стреле с возможностью поворота её вокруг продольной оси вращения на 360° для обеспечения скручивания сечения стержня железобетонной конструкции.

Гидроклешня оснащена гидроцилиндром пульсирующего возвратно-поступательного действия. Гидроклешню соединяют маслопроводами с пульсирующей насосной станцией, установленной на кране.

На клепальной скобе шарнирно закреплена съёмная балка 13 с разрушающим гидроклыком 14, взаимодействующими с железобетонной колонной 15 и приводимыми в действие домкратом-пульсатором. Гидроклык 16 закреплён на гидроклешне 18 зева и взаимодействует с разрушаемой колонной 15. На транспортном средстве 1 на телескопической стреле 2 подвешена люлька 19 с возможностью перемещения в пространстве. В люлке находится газорезчик с резаком или другим оборудованием.

Работа устройства. Бульдозер и кран с устройствами для раздробления обрушившихся железобетонных конструкций своим ходом подъезжают к рухнувшему сооружению.

В первую очередь отделяются железобетонные конструкции 14, грозящие обрушением. Для этого включают гидропривод двух телескопических стрел 2, работающих в паре, и подводят гидроклешню 7.

Захватывают и зажимают нависшую конструкцию гидроклешней с гидроприводом.

Оператор с пульта включает насосную станцию 11 пульсирующего действия и, ориентируя гидроклешней в пространстве, зажимает ей колонну.

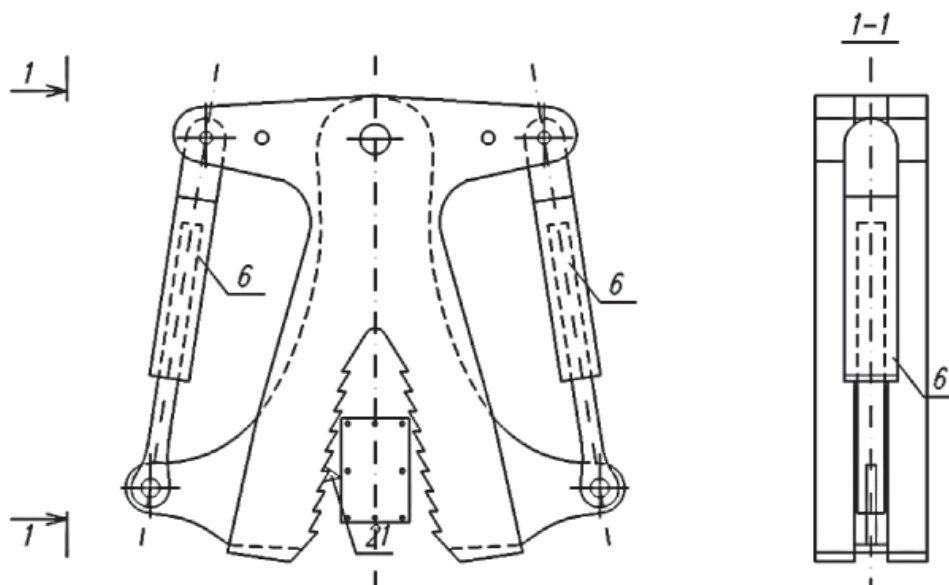


Рис. 3. Гидроклешня (вид 1-1)

Затем на одной из гидроклешней 7 включают гидроцилиндр 9 пульсирующего действия и, постепенно повышая статическую и динамическую составляющую сжимающей гидроклешню 7 усилия, перекусывают или скручивают железобетонную конструкцию 15 (или другую конструкцию), поддерживая её другой гидроклешней от обрушения вниз. Освобождают гидроклешню 7 первой телескопической стрелы 2, переводят стрелу в другое место и вновь зажимают колонну 15, удерживая от обрушения. В случае оставшегося участка неразрушившейся арматуры колонны 15 оператор подводит люльку 19 третьей телескопической стрелы, и газорезчик перерезает арматуру.

Оператор включает гидроклешню 7 на второй телескопической стреле 2, аналогичным образом производит перехват гидравлической клешни в другое место перекусываемой железобетонной конструкции 15 для её удерживания от обрушения, и газорезчик с люлькой 19 перерезает оставшуюся целой арматуру. Оператор, манипулируя одной или другой телескопической стрелой или парой стрел, работающих совместно, извлекает освобождённый кусок конструкции, откладывая его в сторону или на транспортное средство.

Сопоставление разработанного устройства и способа локального раздробления, рухнувших железобетонных конструкций с известными способами показывает следующие существенные отличия, а именно:

➤ в качестве силового оборудования применены мощные гидроцилиндры ци-

лического действия, развивающие значительные усилия [9];

➤ раздробление и скручивание железобетонных конструкций производят гидроклешнями, а также оснащёнными гидроклыками, действующими на неё локально сверху и снизу и создающими в разрушаемом бетоне неблагоприятное напряжённое состояние среза, растяжения, изгиба;

➤ силовые динамические воздействия ускоряют разрушение бетона;

➤ оборудование размещено на телескопических стрелах с гидроприводами и произвольно ориентируется в пространстве;

➤ разрушение железобетонных конструкций оператор производит из кабины, чем достигнута наибольшая производительность по разбору завалов.

#### Список литературы

1. Абаринов А.А. и др. Технология изготовления стальных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1963.
2. Бондаренко В.М. Железобетонные и каменные конструкции: учебник для строительных специальностей вузов. – М.: Высш. шк., 2007, 887 с.
3. Гарькин И.Н., Гарькина И.А. Анализ причин обрушения строительных конструкций промышленных зданий с позиций системного подхода // Альманах современной науки и образования. – Тамбов: Грамота, 2014. – № 5–6 (84). – С. 48–51.
4. Гарькин И.Н., Гарькина И.А. Системные исследования при технической экспертизе строительных конструкций зданий и сооружений // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (дата обращения: 19.05.2014).
5. Гохберг М.М. Справочник по кранам: В 2т. Т.1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с. Т.2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы.

Техническая эксплуатация кранов. – Л.: Машиностроение, 1988. – 559 с.

6. Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н., Забилов А.И. Охрана труда: анализ производственного травматизма (на примере Пензенской области) // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 157–159.

7. Нежданов К.К., Нежданов А.К., Мягков Д.А., Гарькин И.Н. Способ разрушения завалов от рухнувших строительных конструкций после землетрясения роботами Заявка на изобретение № 2011138750 от 27.03.2013.

8. Прохоров А.М. Большой энциклопедический словарь. (БЭС). Главный редактор. – М.: Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 1998. – с. 1456.

9. Серенсен С.В., Гарф М.Э., Козлов Л.А. Машины для испытаний на усталость. Расчёт и конструирование. – М.: Машгиз, 1957. – С. 404.

10. СНИП 2.03.01-84 **Бетонные и железобетонные конструкции** / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 79 с.

### References

1. Abarinov A.A. i dr. Tehnologija izgotovljenja stalnih konstrukcij. M.: Gosstrojizdat, 1963.

2. Bondarenko V.M. Zhelezobetonnye i kamennye konstrukcii: uchebnik dlja stroitelnyh specialnostej vuzov. M.: Vyssh. shk., 2007, 887 p.

3. Garkin I.N., Garkina I.A. Analiz prichin obrushenija stroitelnyh konstrukcij promyshlennyh zdaniy s pozicij sistemnogo podhoda // Almanah sovremennoj nauki i obrazovanija. Tambov: Gramota, 2014. no. 5–6 (84). pp. 48–51.

4. Garkin I.N., Garkina I.A. Sistemnye issledovanija pri tehnicheckoj jekspertize stroitelnyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13139> (data obrashhenija: 19.05.2014).

5. Gohberg M.M. Spravochnik po kranam: V 2t. T.1. Harakteristiki materialov i nagruzok. Osnovy rascheta kranov, ih privodov i metallicheskih konstrukcij. M.: Mashinostroenie, 1988. 536 s. T.2. Harakteristiki i konstruktivnye shemy kranov. Kranovye mehanizmy, ih detali i uzly. Tehniceskaja jekspluatacija kranov. L.: Mashinostroenie, 1988. 559 p.

6. Kuzmishkin A.A. Garkin I.N., Zabirow A.I. Ohrana truda: analiz proizvodstvennogo travmatizma (na primere Penzenskoj oblasti) // Molodoy uchenyj. 2014. no. 20. pp. 157–159.

7. Nezhdanov K.K., Nezhdanov A.K., Mjagkov D.A., Garkin I.N. Sposob razrushenija zavalov ot ruhnuvshih stroitelnyh konstrukcij posle zemletrjasenija robotami Zajavka na izobretienie no. 2011138750 ot 27.03.2013.

8. Prohorov A.M. Bolshoj jenciklopedicheskij slovar. (BJeS). Glavnij redaktor. M.: Nauchnoe izdatelstvo «Bolshaja rossijskaja jenciklopedija», 1998. pp. 1456.

9. Serensen S.V., Garf M.Je., Kozlov L.A. Mashiny dlja ispytaniy na ustalost. Raschjot i konstruirovanie. M.: Mashgiz, 1957. pp. 404.

10. SNIP 2.03.01-84 Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii / Gosstroj SSSR. M.: CИTP Gosstroja SSSR, 1985. 79 p.

### Рецензенты:

Ласьков Н.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза;

Бакушев С.В., д.т.н., профессор кафедры «Механика», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 18.03.2015.