

## Анализ способов демонтажа и сноса железобетонных конструкций объектов военной инфраструктуры

*Н.В. Сорокин, А.Н. Ключев, А.А. Гукин, Н.А. Малахов, В.В. Петров*

*Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева, г. Санкт-Петербург*

**Аннотация:** В настоящей работе проведен анализ существующих способов демонтажа и сноса железобетонных конструкций, а также рассмотрены основные достоинства и недостатки этих способов, возможность и экономическая обоснованность их использования в интересах Министерства обороны Российской Федерации.

**Ключевые слова:** железобетон, железобетонные конструкции, демонтаж, снос, безопасность производства работ, эффективность, военная инфраструктура.

В настоящий момент существует большое количество объектов в различных силовых ведомствах Российской Федерации, требующих реконструкции и сноса [1]. Многие из этих объектов имеют железобетонные элементы, демонтаж которых представляет собой достаточно трудоемкий процесс, требующий особых знаний, опыта и применения специальных способов разрушения [2]. Выбор способа демонтажа какого-либо железобетонного сооружения зависит от нескольких критериев, которые описаны далее [3].

Первый, и возможно самый главный критерий, определяющий метод сноса, это обеспечение безопасности производства работ. Он включает в себя учет специфики и назначения сооружения (конструкции), количество этажей и наличие построек, складов вблизи сооружения. Так же производится оценка возможности вывода из строя находящихся рядом действующих инженерных

сетей, к которым могут быть подключены другие действующие объекты военной инфраструктуры [4].

Второй критерий так же немаловажен и обусловлен экономическими соображениями. Это, прежде всего, эффективность способа в данных условиях работ, необходимая производительность, наличие человеческих и материальных ресурсов, специального оборудования.

Также, при определении метода демонтажа учитывается предельно допустимый уровень шума и запыленности, который меняется в зависимости от условий местонахождения сносимого сооружения. Отметим, что определение способа демонтажа сооружения (конструкции) по данным критериям должно осуществляться только квалифицированным в данной области специалистом после тщательного анализа условий работ, и выбор способа подтвержден документально [5].

Теперь, учитывая вышеперечисленные критерии, проведем анализ основных способов демонтажа железобетонных конструкций и выявим целесообразность их применения в тех или иных условиях. Также попробуем ответить на ряд немаловажных вопросов: «Какой способ является наиболее безопасным, эффективным, экономически выгодным?», «Существует ли такой способ разрушения железобетона, который лишен большинства недостатков, присущих аналогам?»

Первым рассмотрим самый простой способ демонтажа ЖБК – ручной, при котором используются лома, кирки, зубила, кувалды, а также различные простейшие приспособления. Очевидно, что данный метод является наиболее трудоемким, и, естественно, предполагает относительно большое количество человеческих ресурсов. Поэтому его применение целесообразно только при небольших объемах работ или если работы по демонтажу происходят в определенных условиях, при которых не могут быть использованы другие способы (ограниченность пространства, отсутствие энергоресурсов и т.п.) [6].

---

При демонтаже ЖБК самое большое распространение получили механический и полумеханический способы, выполняемые с помощью специальных машин и механизмов. Полумеханический заключается в применении рабочими отбойных молотков, пневматических бетоноломов, механических пил, лебедок, домкратов и др. [7]. Он является более быстрым, в отличие от ручного способа, однако при полумеханизированном способе велик риск травматизма. Этот способ так же является трудоемким, ресурсоемким, сопровождается большой запыленностью и высоким уровнем шума [8].

Механизированный способ выполняется преимущественно строительными машинами: самоходными кранами, экскаваторами с подвешиваемым к стреле приспособлениями – шар-молотом или клин-молотом [9]. Для небольших конструкций или отсеченных частей крупных сооружений применяются трактора и бульдозеры. Этот способ является относительно простым и более безопасным. Однако, и он, в определенной степени, является трудоемким и дорогим, хотя и не требует крупных человеческих ресурсов. К тому же производство работ при этом методе сопряжено с большой запыленностью, вибрацией и шумом. Также при механизированном способе происходит большой износ рабочего инструмента строительных машин, низкая производительность из-за малой энергонасыщенности применяемого рабочего органа. Заметим, что при выборе такого способа необходимо обратить внимание на существенные пространственные ограничения его применения, требуемую организацию подъездов строительных машин, и отсутствие гарантии полного демонтажа сооружения [10].

Буровзрывной способ заключается в направленном использовании энергии, возникающей при детонировании взрывчатых веществ, провоцируемом искрой или ударом. Демонтаж ЖБК или ЖБС при таком способе есть ни что иное, как процесс дробления. Выбор типа и массы заряда определяется в зависимости от размеров конструкций и сооружений - чаще

---

всего, в строительном производстве применяют накладные, шпуровые, скважинные или камерные заряды [11]. Преимуществами такого способа является его экономичность и меньшая трудоемкость. К недостаткам этого способа относятся: сотрясения и возможные деформации грунтов во время взрыва, большой разлет отсеченных кусков бетона, вероятность поражения оборудования и коммуникаций на значительном расстоянии от места взрыва из-за образования взрывной волны, кратковременное, но интенсивное воздействие шума и пыли, значительные затраты на мероприятия по обеспечению безопасности производства работ, и подготовку объекта [12].

Стоит отметить также термический способ резки строительных конструкций, который основан на использовании мощного источника тепла. Он редко применяется при демонтаже сооружений МО РФ, однако заслуживает отдельного упоминания. При таком способе конструкцию разрушают путем воздействия электрической дуги или высокотемпературного газового потока [13]. Чаще всего, для осуществления рассматриваемого способа применяется устройство, которое получило название "кислородное копьё" – с помощью него производство термической резки стен, выполненных из бетона, железобетона, выполняется относительно быстро и продуктивно. Это устройство плавит железобетон продуктами сгорания железа, которые находящейся в направленной струе кислорода [14].

Термический способ обладает следующими недостатками: высокая степень использования ручного труда, высокая площадь разлета образующихся искр и, следовательно, высокая вероятность возникновения пожара. В связи с этим возникает необходимость обеспечения мест для обслуживающего персонала. Этот способ категорически запрещено применять в помещениях с повышенной взрыво- и пожароопасностью, на действующих производствах.

Существуют и другие способы, основанные, например, на применении установок, создающих высокие давления в заранее сделанных шпурах, с

---

помощью токов высокой частоты или специальных расширяющихся составов, а также гидравлических и гидродинамических способов разрушения [15].

Анализ вышеперечисленных способов разрушения железобетонных конструкций выявляет большое количество недостатков и специфических способов их применения. Это трудоемкость, и, как следствие, привлечение больших человеческих ресурсов, большие затраты времени и ресурсов на обеспечение безопасности производства работ, пространственные ограничения, неполный демонтаж конструкций, а также высокий уровень шума, вибраций и запыленности и т.п. [16]

В этой статье мы предлагаем рассмотреть наиболее перспективный, электрогидроимпульсный способ разрушения железобетона, а также возможность его применения при демонтаже ЖБК и ЖБС в МО РФ. По нашему мнению, именно этот способ может стать эффективной заменой вышеперечисленным методам. Электрогидроимпульсный способ разрушения железобетона предполагает применение специальной установки, принцип работы которой описан ниже [17].

Принцип действия электрогидроимпульсной установки основан на целом комплексе электрофизических процессов, возникающих при подаче электрического разряда в жидкость. Однако основой данного метода является процесс трансформации электрической энергии в кинетическую энергию ударной волны [18]. При подаче высокого напряжения на разрядный промежуток, образованный электродом и заземленной арматурой железобетонного изделия, выступающей в роли катода, происходит его пробитие, сопровождающееся появлением токопроводящего канала. Благодаря высокому давлению в канале и быстрому расширению искрового канала формируется ударная волна, которая, захватывая поток жидкости, образовавшийся при расширении парогазовой полости канала разряда, осуществляет разрушение ЖБК [19].

---

Несомненно, электрогидроимпульсный способ, заключающийся в применении этой установки, перспективен и технологичен. К тому же, этот способ приводит к полному разрушению строительных конструкций и изделий из бетона и железобетона.

Однако ему также присущи недостатки, ограничивающие широкое его использование: большая энергоемкость, необходимость в использовании дополнительных источников питания и достаточно мощных (20-60 кВт), надежных и долговечных генераторов сверхвысокочастотной энергии. Также этот способ стационарен, что затрудняет его применение в полигонных условиях. К тому же, к производству способа предъявляются повышенные требования техники безопасности [20].

Таким образом, можно сказать, что электрогидроимпульсный способ разрушения ЖБК в промышленном масштабе в интересах Министерства обороны возможен, т.к. обладает рядом неоспоримых преимуществ перед аналогами. Но для его применения требуется устранение ряда существующих вышеперечисленных недостатков, ключевым из которых является создание установки с мощностью не менее 100 кВт.

### Литература

1. Бундин Ю. И., Бунин М. А., Мухин А. В., Мухин В. И., Петров В. В. Наука и оборонная инфраструктура // Инженерный вестник Дона. 2014. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4526](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4526)
2. Гайнуллин М.М. Анпилов С.М. Жураев З.П. Способ реконструкции и возведения большепролетных монолитных железобетонных перекрытий объектов военной инфраструктуры // Военный инженер. 2019. №3. С. 17-23.
3. Хмара Л. А., Шипилов А. С., Штепа В. П. О проблеме разрушения некондиционных бетонных и железобетонных изделий // Механизация строительства. 1992. №3. с. 9-11.



4. Николаев М.М. Эффективный и безопасный способ разрушения материалов // Промышленное строительство. 1990. №8. с. 17-18.
5. Черноиван В.Н., Леонович С.Н., Черноиван Н.В. Эффективные технологии производства работ по ликвидации не эксплуатируемых производственных объектов // Наука и техника. 2014. №2. С. 95-106.
6. Угли Сайфиддинов Ж.Ж., Фурманов Д.В. Методы разрушения и утилизации железобетонных конструкций // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2014. №1. С. 514-516.
7. Тарасов Д.А. Методы ударного разрушения строительных конструкций // Инновации в науке и образовании - 2010. Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2010. С. 258-260.
8. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Тарасов Д.А. Использование ударного разрушения при сносе строительных конструкций // Известия КГТУ. 2011. №20. С. 48-53.
9. Савушкина Т. Ю., Бродский В. И. Механизация работ при сносе (демонтаже) зданий и сооружений // Инновационные технологии в образовании и науке. Чебоксары: "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2017. С. 70-74.
10. Shweta O. Rathi, P.V. Khandve. Demolition of Buildings – An Overview // International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD). 2014. №1. Pp. 360-367.
11. Кирюшина Е.В., Вокин В.Н., Кадеров М.Ю. Технология и безопасность взрывных работ // Учебное пособие, Сибирский Федеральный Университет. 2018. Красноярск. с.122.
12. Thomsen André, Schultmann Frank & Kohler Niklaus. Deconstruction, demolition and destruction // Building Research & Information. 2011. №39. pp. 327-332.



13. Шукри Б. Способ разрушения железобетона строительных конструкций с применением электрических дуг: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.08. Харьков, 1994. 25 с.
14. Маилян Д.Р., Польской П.П., Ахмад Михуб Вопросы исследования изгибаемых железобетонных элементов, усиленных различными видами композитных материалов // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1674](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1674)
15. Килина И.А., Ефимова Т.Ю. Специальные методы демонтажа зданий // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2019. №2. С. 301-306.
16. Тамразян А. Г. Бетон и железобетон: проблемы и перспективы // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №8. С. 30-33.
17. Ким К.К. Использование электрогидравлического эффекта // Транспорт Российской Федерации. 2006. с. 28-30.
18. Трамбовецкий В.П. Способы разрушения железобетонных изделий // Бетон и железобетон. 1974. №5. с. 46-47.
19. Стельмах И. В., Власов А. В. Электрогидравлическое импульсное устройство для электрогидравлических систем управления // Научно-технические ведомости санкт-петербургского государственного политехнического университета. 2007. №3(51). С. 151-154.
20. Зиновьев Н. Т., Левченко Б. С., Сумкин Б. В. Тамбаев Ж. Г. Утилизация некондиционных изделий электроимпульсным способом // Электронная обработка материалов. 1990. №4. с. 81-83.



## References

- 1 Bundin Ju. I., Bunin M. A., Muhin A. V., Muhin V. I., Petrov V. V., Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4526](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4526)
2. Gajnullin M.M. Anpilov S.M. Zhuraev Z.P. Voennyj inzhener. 2019. №3. pp. 17-23.
3. Hmara L. A., Shipilov A. C., Shtepa V. P. Mehanizacija stroitel'stva. 1992. №3. pp. 9-11.
4. Nikolaev M.M. Promyshlennoe stroitel'stvo. 1990. №8. pp. 17-18.
5. Chernov V.N., Leonovich S.N., Chernov N.V. Nauka i tehnika. 2014. №2. pp. 95-106.
6. Ugli Sajfiddinov Zh.Zh., Furmanov D.V. Modernizacija i nauchnye issledovanija v transportnom komplekse. 2014. №1. pp. 514-516.
7. Tarasov D.A. Innovacii v nauke i obrazovanii. 2010. Kaliningrad: Kaliningradskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet, 2010. pp. 258-260.
8. Velikanov N.L., Naumov V.A., Tarasov D.A. Izvestija kgtu. 2011. №20. pp. 48-53.
9. Savushkina T. Ju., Brodskij V. I. Innovacionnye tehnologii v obrazovanii i nauke. Cheboksary: "Centr nauchnogo sotrudničestva "Interaktiv plus", 2017. pp. 70-74.
10. Shweta O. Rathi, P.V. Khandve International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD). 2014. №1. pp 360-367.
11. Kirjushina E.V., Vokin V.N., Kaderov M.Ju. Tekhnologija i bezopasnost' vzryvnykh rabot [Blasting technology and safety], Sibirskij Federal'nyj Universitet. Krasnojarsk. 2018. p. 122.
12. Thomsen André, Schultmann Frank & Kohler Niklaus. Building Research & Information. 2011. №39. pp. 327-332.
13. Shukri B. Sposob razrushenija zhelezobetona stroitel'nyh konstrukcij s primeneniem jelektričeskikh dug [Method of destruction of reinforced concrete of



building structures using electric arcs]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.23.08. Har'kov, 1994. 25 p.

14. Mailjan D.R., Pol'skoj P.P., Ahmad Mihub. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. №2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1674

15. Kilina I.A. Sovremennye tehnologii v stroitel'stve. Teorija i praktika. 2019. №2. pp. 301-306.

16. Tamrazjan A. G.. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2014. №8. pp. 30-33.

17. Kim K.K. Transport Rossijskoj Federacii. 2006. pp. 28-30.

18. Tramboveckij V.P. Beton i zhelezobeton. 1974. №5. pp. 46-47.

19. Stel'mah I. V., Vlasov A. V. Nauchno-tehnicheskie vedomosti sankt-peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. 2007. №3(51). pp. 151-154.

20. Zinov'ev N. T., Levchenko B. S., Sumkin B. V. Tambaev Zh. G. Jelektronnaja obrabotka materialov. 1990. №4. pp. 81-83.