

УДК 662.16:662.251.23:69.059.62

ГДШ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Березуев Ю.А., генеральный директор, Евграфов Л.В., ведущий специалист, Кундышев М.В., главный технолог

Научно-производственный коллектив "Контех"

Россия, 188531, п. Большая Ижора, Ломоносовского района Ленинградской области, ул. Астанина 5.

E-mail: kontech@MK8104.spb.edu

Описується оптимізація під будівельно-демонтажні роботи газогенератора тиску шпурового (ГТШ). Показано, що застосування ГТШ дозволяє проводити унікальні демонтажні роботи з мінімальним розльотом уламків і поліпшеним дробленням. Ефективність ГТШ демонструється на прикладах робіт із демонтажу складних об'єктів.

Ключові слова: газогенератор тиску шпурового (ГТШ), демонтаж, розльот уламків.

The optimization under building-dismantling operations of the blasthole gasgenerator of pressure (BGP) is presented. It is shown, that application BGP allows to carry out the unique dismantling operations with the minimal scatter of fragments and the improved crushing. Efficiency of BGP is shown on instances of operations on disassembly of difficult installations.

Key words: gasgenerator (BGP), dismantling operations, scatter of fragments.

Введение. Повышение объемов строительных работ в России в последние годы в условиях "уплотнительной" застройки вызывает необходимость во внедрении "тихий", сейсмичных технологий разборки старых железобетонных конструкций, обрубки свай, дробления валунов и т.д. Особенно важным является внедрение таких технологий при ведении строительных и дорожных работ в особо охраняемых зонах и местах исторической застройки, когда воздействие сейсмических или воздушных ударных волн, присущих промышленным взрывчатым веществам, сопровождающееся выбросами токсичных газов, недопустимо.

В связи с этим в ООО "НПК "Контех" последние годы проводились поисковые работы по внедрению новых, недетонационных средств разрушения бетона и гранита. Результатом этих работ является создание конструкций и составов газогенераторов давления шпуровых (ГДШ), которые успешно применяются для проведения сложных демонтажных работ.

Анализ предыдущих исследований. Применение для мягкого разрушения различных преград механических средств и расширяющихся цементов типа НРС известно давно и, зачастую, малоэффективно. НРС работает только при умеренно положительных температурах, достаточной глубине шпуров для его заливки и обеспечивает незначительное смещение отколотых фрагментов преграды. В условиях работ по демонтажу железобетонных конструкций этого оказывается совершенно недостаточно – даже если возникают трещины в бетоне, вся конструкция остается жестко связанной арматурной сеткой.

Ударно-механические средства демонтажа, как правило, малопроизводительны, создают постоян-

ный повышенный шумовой фон и значительное количество пылевых загрязнений. Исключением, пожалуй, является резка бетона алмазными канатами с орошением, но при необходимости демонтировать армированные конструкции, в которых при изготовлении бетон был некачественно "провибрирован", и к арматурным стержням примыкают пустоты, зачастую происходит зажимание и разрывы канатов. При этом метод весьма дорог и малопроизводителен.

Последнее время появились разработки недетонационных пиротехнических средств для разрушения горных пород и искусственных преград – заряды *Rockcracker* фирмы *RockTek*, патроны *NoneX* одноименной фирмы. В этих зарядах используются взрывчатые вещества в смеси с окислителем (для *NoneX* – это смесь бездымного пороха с аммиачной селитрой). Соответственно, им присвоен класс опасности 1.4S. Процесс использования этих зарядов представляет собой не детонацию, а дефлаграцию, не создающую дробления и ударных волн. Но содержащиеся в этих изделиях взрывчатые компоненты и соответствующий класс опасности предъявляют серьезные требования к приобретению, хранению и перевозке их, препятствующие широкому применению этих технологий.

Цель работы. Выбор технологии, обеспечивающей возможность разрушения различных строительных объектов без создания ударных, сейсмических волн, разлета осколков, образования пыли, сопутствующей детонационному дроблению, с минимальным выбросом вредных веществ и максимально безопасной.

Материалы и результаты исследований. Ранее авторами были разработаны конструкция и состав

газогенераторов давления шпуровых (ГДШ) [1], которые хорошо зарекомендовали себя при добыче блочного камня, повышая производительность работ и сохраняя высокие декоративные свойства добываемого гранита, кварцита, габбро и т.п. Так же, как и зарубежные аналоги, технология ГДШ использует дефлаграционный, бездетонационный режим разложения снаряжения газогенератора. Но, в отличие от них, ГДШ не содержит в своем составе взрывчатых веществ, более того, пиротехнический состав ГДШ является своего рода "бинарной" смесью, изготавливаемой непосредственно на месте использования путем заливки необходимого количества горючего в окислительную композицию патрона. Этим ГДШ выгодно отличается других недетонационных пиротехнических систем, например газогенератора хлоратного патронированного (ГХП), в котором окислитель заранее смешан с углеводородным твердым горючим в виде порошка, тонкостенных трубок, пленок и т.д. Кроме того, что содержимое ГХП уже при перевозке и хранении представляет из себя готовую пиротехническую смесь [2], применение вышеуказанных типов горючего в нем определяет низкие скорости горения состава и главное, замедленное воспламенение (сгорание отдельного патрона длится до 0,3 с в условиях шпура). Меньшей скорости горения сопутствует, обычно, больший (в абсолютных цифрах) разброс по времени срабатывания и, соответственно, по скорости нарастания давления в отдельных шпурах, что может привести к непрогнозируемому разлому в случае группового инициирования зарядов при разрушении железобетонных конструкций. Тем не менее, состав ГДШ разрабатывался и оптимизировался под определенную задачу - дезинтеграцию массивов блочного камня, откол больших монолитов, где глубина шпуров достигает до 6-8 метров и требуется максимальная работоспособность состава для придания возможно большего импульса горной массе с целью ее вывала и облегчения дальнейшей разборки. Для решения же поставленной задачи требуется максимально синхронно создать в строительной конструкции поле напряжения от срабатывания нескольких (как правило) зарядов, при этом придание значительной энергии образующимся фрагментам конструкции совершенно нежелательно.

Таким образом, определилось направление работы – необходимо повысить скорость воспламенения и горения состава ГДШ, обеспечив, по возможности, меньшую передачу энергии фрагментам разрушающегося объекта.

В первую очередь были проведены исследования по оптимизации набора катализаторов, вводимых в окислительную композицию ГДШ, и введению дополнительно добавки, растворяющейся в горючем - дизельном топливе. Скорость горения была повышена, но недостаточно – на 15-30%, в зависимости от давления, при котором она измерялась. Время же воспламенения при этом практически не изменилось. Тогда было решено использовать одно из основных преимуществ ГДШ – возможность гибкого и

оперативного изменения характеристик состава путем изменения количества вводимого жидкого горючего. По ТУ 7275-002-46242932-2002 оптимальное по работоспособности и давлению в шпуре содержание дизельного топлива составляет 12,5-13,5% масс. Были проведены эксперименты по уменьшению вводимого горючего и влиянию этого на давление и температуру. Испытания по имитации срабатывания ГДШ в замкнутом объеме (шпуре) проводились совместно с Российским федеральным ядерным центром - Всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ г. Саров). Для имитации замкнутого шпура использовалась установка "искусственный шпур", представляющая собой герметичный канал диаметром 33 мм и длиной 2 м в прочном стальном корпусе. В этом канале, снабженном предохранительной разрывной мембраной, размещался испытываемый газогенератор. При этом измерялась скорость нарастания давления до значений разрыва предохранительной мембраны (около 100 МПа). Максимально развиваемое давление и температура рассчитывались из условия плотности заряжения смеси в шпуре 1 г/см³. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры испытания по имитации срабатывания ГДШ

Содержание горючего, % масс.	Относительное время до разрыва мембраны	Макс. расчетное давление, МПа	Макс. расчетная температура К
13	100	762	3363
11	90	713	3365
10	79	647	3085
9	58	571	2746
8	40	528	2550
7	29	493	2393
6	21	457	2231
5	28	351	2063

Из таблицы видно, что скорость нарастания давления с уменьшением содержания горючего в смеси значительно увеличивается, притом, что максимально достижимое давление уменьшается вместе с температурой. Это вполне можно объяснить повышением пористости заряда и усилением фильтрационного горения, а также более быстрым прогревом и термораспадом более тонких пленок горючего. Уменьшение скорости нарастания давления при снижении содержания горючего ниже 6% объясняется, по видимому, значительным спадом температуры горения и приближением ее к равновесной по давлению температуре кипения NaCl, являющегося одним из основных продуктов реакции. В этих условиях значительно снижается содержание NaCl в газовой фазе, резко снижая давление.

Полученные данные проверялись нами на практике. В качестве объекта испытаний были выбраны железобетонные опоры – кубы с гранями примерно 1,1 м, в которых в одинаково пробуренных шпурах

размещались по три заряда ГДШ. В результате испытаний была выявлена зависимость дробления кубов и степени разлета их фрагментов от содержания горючего в составе ГДШ. Выяснилось, что более равномерное дробление при незначительном разлете фрагментов происходило при содержании горючего 5,5-6,5%, то есть в два раза меньше оптимального по энергетике. Очевидно, это вызвано тем, что при большей скорости нарастания давления заряды работают более синхронно, и дробление осуществляется по более сложному сочетанию полей напряжения от всех зарядов. Снижение же максимального возможного давления на этот процесс никак не сказывается, так как прочность бетона, да и камня на разрыв на порядки меньше этих величин. Минимальный же разлет объясняется, по-видимому, тем, что при близости температуры реакции с равновесной температурой кипения NaCl, расширение продуктов сгорания при образовании трещин вызывает ускоренную конденсацию паров NaCl и, как следствие, более резкий спад давления. Количество энергии, передаваемой разлетающимся фрагментам при этом тоже резко уменьшается.

Конечно, не мог не интересовать нас и экологотоксикологический аспект изменения кислородного баланса смеси ГДШ. Для обычных азотсодержащих взрывчатых веществ и топлив изменение баланса от слабо отрицательного к сильно положительному приводит к значительному увеличению содержания в продуктах реакции окислов азота, проявляющихся при массовых взрывах в виде "лисы хвостов". В нашем же случае, ввиду практического отсутствия в составе азота изменение баланса привело только к уменьшению равновесного СО и непрореагировавших углеводородов [3], и появлению свободного кислорода. Это было подтверждено и лабораторными исследованиями. Таким образом, нам удалось, используя возможности оперативной коррекции свойств ГДШ, повысить качество дробления с его помощью железобетонных конструкций, снизить интенсивность разлета откалываемых фрагментов, не ухудшив, а даже улучшив его экологические характеристики.

Полученные экспериментальные данные были с успехом применены нами на практике. Испытания ГДШ нашими специалистами выполнялись в самых сложных и жестких условиях. Под Кингисеппом в действующем цеху проведено без остановки производственного цикла разрушение старых железобетонных фундаментов. На острове Валаам, на территории действующего Спасо-Преображенского монастыря, выполнено углубление скального основания в трапезной для устройства подвала. На Волге с использованием ГДШ выполнялись подводные дноуглубительные работы с буровой платформы, с целью проходки траншей на глубине до 35 м для укладки новой нитки нефтепровода "Дружба" рядом с существующей. Применение взрыва в этом случае исключалось из экологических и ихтиологических соображений. В пос. Мейери Сортавальского р-на Республики Карелия совместно с ФГУП "Карель-

ское МРСУ" проводилась выемка "корыта" в гранитной скале с целью спрямления участка шоссе федерального значения с выводом его на новый мост. Работа проводилась в непосредственной близости от действующего участка шоссе, электрической и телеграфной линий и жилых построек. В поселке "Агалатово" совместно с МЧС на территории одного из участков, окруженного уже построенными коттеджами, был демонтирован железобетонный дот. На площади Конституции в Санкт-Петербурге проведено разрушение специального железобетонного фундамента повышенной прочности. Это лишь несколько примеров эффективного использования технологии ГДШ по новому назначению. Везде ГДШ с оптимизированным под задачу составом показали себя с лучшей стороны. Зачастую объекты, подлежащие сносу, находятся в аварийном состоянии. В этих условиях применять механические средства разборки или разрушения слишком опасно или долговременно. ГДШ в таких случаях обеспечивает быстрое и безопасное выполнение работ. Такое средство, помимо всего, довольно автономно, - нет необходимости в сложной, дорогостоящей технике, достаточно любого перфоратора для бурения шпуров диаметром 20-40 мм в демонтируемой преграде. Нет необходимости и в сложных устройствах для улавливания и гашения ударной волны - ее просто нет. Все это делает применение ГДШ экономически весьма выгодным в сравнении с взрывным и механическими методами разрушения преград в ходе демонтажа.

Выводы. 1. Оптимизирована под демонтажно-строительные задачи рецептура снаряжения газогенератора ГДШ, выбраны катализаторы горения. Установлена концентрация горючего в смеси 5,5-6,5%, что привело к снижению разлета фрагментов демонтируемых конструкций и улучшению их дробление.

2. Улучшен состав продуктов горения снаряжения газогенератора ГДШ.

3. Производственно-экономическая эффективность применения доказана на практике в ходе выполнения многочисленных работ по демонтажу сложных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газогенератор давления шпуровой ТУ 7275-002-46242932-2002, С-Пб., НПК "Контех", 2002.

2. Газогенератор хлоратный патронированный ТУ7275-001-55254696-2003, М., АНО "НОИВ", 2003.

3. Заключение по результатам химико-аналитической и токсиколого-гигиенической оценки продуктов сгорания при использовании газогенератора давления шпурового" - СПб. -ФГУП "НИИ Гигиены, профпатологии и экологии человека", 2004.

Статья поступила 1.10.2007
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Комиrom В.М.