УДК 541.127:541.129:622.235:622.272

Г.П.ПАРАМОНОВ, Ю.В.ВИНОГРАДОВ, О.Н.КИРСАНОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ НЕВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДОБЫЧЕ БЛОЧНОГО КАМНЯ И ЩАДЯЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Представлены результаты исследований в атмосферных условиях и в манометрической бомбе скорости горения композиций на основе хлората натрия с полиэтиленом, а также натурных испытаний газогенераторов, изготовленных на основе этих композиций при отбойке гранитных блоков и дробления валунов.

Experimental and settlement data on research are presented under atmospheric conditions and in a manometrical bomb of speed of burning of compositions on the basis of chlorate of sodium with polythene, and results natural tests gas generators in career at breaking granite blocks and crushing of boulders.

При добыче блочного камня, строительстве и реконструкции зданий, инженерных сооружений, прокладке различных коммуникаций, при разрушении бетонных и железобетонных конструкций и других инженерных объектов в условиях плотной застройки возникает ряд проблем, трудно разрешимых традиционными средствами и технологиями. Вопросы эффективности и безопасности проведения таких работ зачастую находятся в противоречии между собой. Так, повышение эффективности разрушения (получение кусков нужных размеров), как правило, сопровождается ростом количества трещин и мелких осколков, дальности их разлета, интенсивности ударной воздушной и сейсмовзрывных волн (УВВ и СВВ). Для снижения вредного действия взрыва при щадящем взрывании используются различные методы и средства, например, заряды рыхления с пониженными удельными расходами ВВ, конструкции зарядов мягкого нагружения с воздушными радиальными зазорами и зазорами заполненными инертными средами.

С целью исключения бризантного действия взрыва при разрушении массива горных пород были созданы устройства (газогенераторы) на основе композиций хлората натрия с полиэтиленом. Физико-химическое превращение в этих устройствах происходит не в детонационном режиме как у обычных ВВ, а в дефлаграционном [2]. Такой режим горения резко снижает бризантное (дробящее) действие, практически исключает УВВ и СВВ. Применение газогенераторов накладывает определенные ограничения на их использование: обязательное наличие плотной забойки шпура песком (гранитным отсевом) и обеспечение при бурении такой глубины шпура, при которой продукты горения удерживаются в полости шпура. Первое связано с тем, что давление, развиваемое при горении композиции газогенератора, может развиваться только в замкнутом объеме. Величина этого давления зависит в основном от состава и массы заряда газогенератора, а также от прочности разрушаемого материала. Второе условие связано как с величиной давления, развиваемого при горении, так и с темпом его роста, и определяется величиной сил трения забойки о стенки шпура. Для оценки границ использования газогенераторов проведены исследования времени нарастания давления и полноты процесса горения композиций в зависимости от состава.

Ниже представлены основные результаты этих исследований в манометрической

бомбе: масса заряда, коэффициент избытка окислителя α, время сгорания t_{max} до максимального давления P_{max}, развиваемого при горении следующих составов – черный порох (ЧП), хлорат натрия плюс полиэтилен в виде порошка (ХН + ПЭП), хлорат натрия плюс дизельное топливо (ХН + ДТ), хлорат натрия плюс полиэтилен в виде трубок – слоевая система (ХН + ПЭТ):

Состав	ЧП	ХН + ПЭП	ХН + ДТ	ХН + ПЭТ
Масса, г	40	60	48,6	68,7
α		1,0	1,0	1,02
P_{max}, МПа	55	127	91	121
t_{max}, с	0,016	0,010	0,036	0,34

На рис.1 представлены совмещенные осциллограммы записи приведенного к максимальному давления в манометрической бомбе после машинной обработки для исследуемых составов на основе хлората натрия.

Для ЧП, ХН + ПЭП и ХН + ДТ как горящих с наибольшей скоростью, была проведена качественная оценка величины удельной работоспособности продуктов сгорания *RT* применительно к условиям используемой бомбы. Для черного пороха она

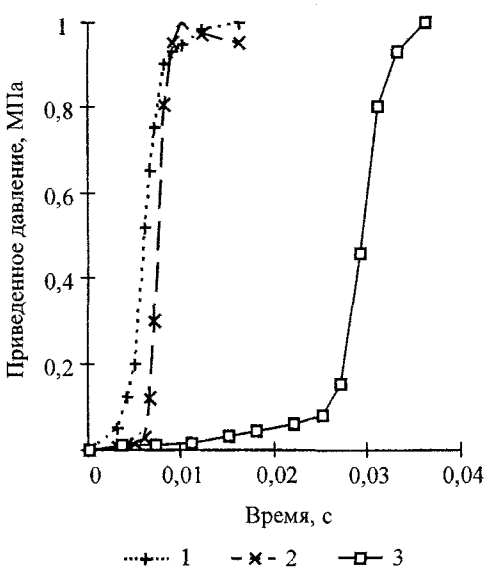


Рис.1. Зависимость полноты процесса при горении в манометрической бомбе во времени от состава

1 – экспериментальные данные для композиции хлората натрия с полиэтиленом в виде порошка; 2 – экспериментальные данные для композиции хлората натрия с дизельным топливом; 3 – экспериментальные данные для композиции хлората натрия с полиэтиленом в виде трубок

составила около 392,7 кДж/кг, для ХН с порошком ПЭ примерно 626,5 кДж/кг. При этом принималось, что NaCl в продуктах сгорания находится в парообразном состоянии, так как критическая температура для NaCl составила 2933 К по методу Лидерсена [3] по температуре кипения из [1], равной 1440 °С (1773 К), а расчетная температура процесса – 3357 К. В этом случае полнота процесса для ХН с порошком ПЭ не превышает 0,87.

Из анализа осциллограмм (рис.1) видно различие в темпе нарастания давления в бомбе. Для черного пороха и смеси дизельного топлива с ХН или с порошком ПЭ основной процесс горения длится от миллисекунд до сотых долей секунды, для слоевой системы (ХН плюс трубки ПЭ) он на порядок – полтора больше. Все это говорит о том, что процессу горения слоевой системы присущ недетонационный характер и это позволяет выбрать слоевую систему композиций хлората натрия с полиэтиленом в качестве основы для создания устройств, которые необходимы для добычи блочного камня и щадящего разрушения различных объектов.

Для выбора оптимальных параметров газогенераторов были проведены исследования затрат энергии на отрыв и перемещение блоков габбро-диабаза.

При технологии добычи блоков с тремя свободными поверхностями была проведена оценка усилий, необходимых для отрыва от массива и перемещения блоков естественного камня различных размеров. Вертикальный подъем блока (перемещение) необходим для последующей визуальной оценки качества добытого блока. Подбрасывание и последующее падение блока на подошву позволяет раскрыть существующие трещины. Обычно высота такого подбрасывания блока не превышает 0,5 м. При расчетах время действия импульса силы от продуктов реакции было принято таким же, как время сгорания подобных составов в манометрической бомбе. Для композиции хлорат натрия плюс углеводород оно находилось в диапазоне 0,01-0,05 с. Ниже приведены расчеты времени подъема и начальной ско-

рости перемещения блока в вертикальной плоскости в зависимости от принимаемой величины подъема блока:

h_i, м	t_i, с	V_i, м/с
0,1	0,143	1,4
0,15	0,175	1,715
0,2	0,202	1,98
0,25	0,226	2,214
0,3	0,247	2,425
0,35	0,267	2,619
0,4	0,286	2,8
0,45	0,303	2,97
0,5	0,319	3,13

На рис.2 показана зависимость усилия, необходимого для отрыва блока от массива, как функция ширины уступа (глубины бурения) при следующих исходных данных: предел прочности габро-диабаза 13,2 МПа, шаг между шпурами 0,4 м. Из представленного графика видно, что для рассмотренных случаев (при изменении массы блока от 1,2 до 50,4 т и ускорения от 18 до 615 м/с^2) величина усилия, необходимого для отрыва блока указанных размеров от массива, выше, чем усилие, затрачиваемое для подбрасывания блока вверх на указанные высоты с приведенными ускорениями. Если ограничить высоту подъема блока величиной 0,3 м и ускорением ниже 100 м/с^2, то этим усилием можно пренебречь, что приведет к сокращению расхода горючей композиции при добыче.

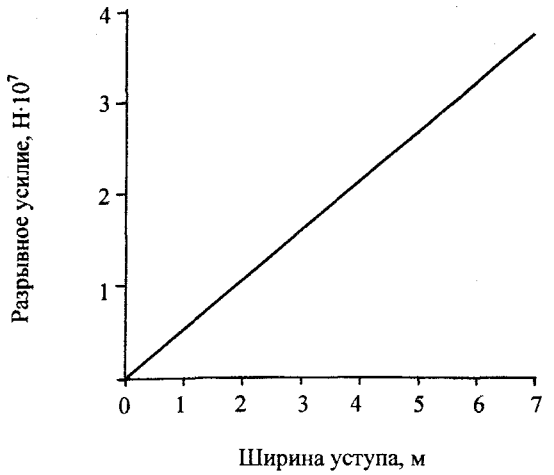


Рис.2. Зависимость разрывного усилия отрыва блока габбро-диабаза от ширины уступа

Приняв возможную высоту блока от 1 до 7 м (шаг бурения 0,4 м), ширину уступа – глубину бурения от 1 до 6 м (с тем же шагом) при плотности габбро-диабаза 3000 кг/м^3, получим массу блока от 1,2 до 50,4 т. Чтобы поднять (импульсно) на указанную высоту блок габбро-диабаза, необходимо затратить усилие, определяемое массой и величиной ускорения, сообщенного ему при отрыве от массива.

Рассчитанные таким образом газогенераторы на основе композиций хлората натрия и полиэтиленовых трубок были испытаны при отбойке гранитов и разрушении гранитных валунов.



Рис.3. Блок после срабатывания газогенераторов

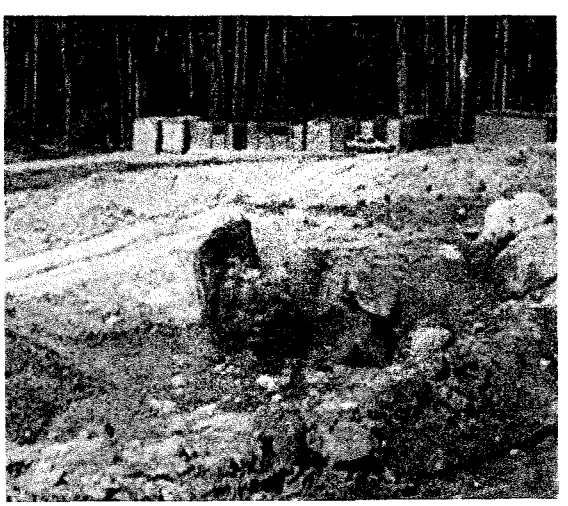


Рис.4. Дробление валуна после срабатывания газогенераторов

На рис.3 представлена фотография блока гранита после отбойки (карьер «Терваярви» – глубина шпуров 3,5 м, расстояние между шпурами 0,15-0,25 м, газогенераторы размещались в шпурах через один шпур, размеры блока 3,8 × 5 × 7 м).

На рис.4 представлена фотография дробления валуна при строительстве нефтяного терминала в г.Приморске.

Выполненные исследования и опытные промышленные испытания показали высокую эффективность применения газогенерирующих составов на основе хлората натрия и полиэтилена (слоевая система) как для отбойки блочного камня, так и для разрушения валунов и других искусственных объектов. Во всех случаях не наблюдалось разброса кусков породы, формирования и распространения ударных воздушных волн, выброса ядовитых газов и продуктов сгорания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гороновский И.Т.* Краткий справочник по химии / И.Т.Гороновский, Ю.П.Назаренко, Е.Ф.Некряч. Киев: Изд-во АН УССР, 1962. 659 с.

2. *Парамонов Г.П.* Композиция на основе хлората натрия для отбойки камня / Физические проблемы разрушения горных пород: Сборник трудов Третьей Международной научной конференции / Г.П.Парамонов, Ю.И.Виноградов, О.Н.Кирсанов. Новосибирск: Наука, 2003. С.265-270.

3. *Рид Р.* Свойства газов и жидкостей / Р.Рид, Т.Шервуд. Л: Химия, 1971. 704 с.