

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 409 (2015), 85 – 91

**DEVELOPMENT OF GAS GENERATOR CHEMICAL CARTRIDGES
WORKING IN A MODE OF DEFLAGRATION COMBUSTION
AND NON-EXPLOSIVE DESTROYING MIXTURE****D. A. Baiseitov, M. I. Tulepov, Yu. V. Kazakov,
Sh. E. Gabdrashova, S. Tursynbek, Z. A. Mansurov**Kazakh National University named after al-farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: tulepov@rambler.ru

Key words: gas generator chemical cartridge (GSS), gas generator composition, non-explosive destroying mixture.

Abstract. In the results of investigation the composition of non-explosive destroying mixture based on local materials promoting expansion force in the closed volume 30 MPa was developed. Gas generator composition for destroying reinforced concrete structures was developed. Developed technologies will allow to carry out gentle blasting when destroy concrete brick structure in a dense housing. It was found, that range of fragments of concrete depends on the amount of gas generator composition and its chemical composition.

УДК 544.46:665.75:662.7

**РАЗРАБОТКА ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПАТРОНОВ
РАБОТАЮЩИХ В РЕЖИМЕ ДЕФЛАГРАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ
И НЕВЗРЫВЧАТОЙ РАЗРУШАЮЩЕЙ СМЕСИ****Д. А. Байсейтов, М. И. Тулепов, Ю. В. Казаков,
Ш. Е. Габдрашова, С. Тұрсынбек, З. А. Мансуров**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: газогенераторный химический патрон (ГХП), газогенераторный состав, невзрывчатая разрушающая смесь.

Аннотация. В результате исследований разработан состав невзрывчатой разрушающей смеси на основе местных материалов развивающее усилие расширения в замкнутом объеме 30 МПа. Разработан газогенераторный состав разрушающий железобетонные конструкции. Разработанные технологии позволят проводить щадящее взрывание при разрушении бетонных кирпичных строений в условиях плотной застройки. Выяснилось, что дальность разлета осколков бетона зависит от количества газогенераторного состава и от химического состава.

При добыче блочного камня, прокладке различных коммуникаций, при разрушении бетонных кирпичных строений в условиях плотной застройки вопросы эффективности и безопасности проведения работ зачастую находятся в противоречии. Так, повышение эффективности разрушения (получение транспортабельных кусков), как правило, сопровождается увеличением количества и дальности разлета мелких осколков, ростом интенсивности ударной воздушной и сейсмозврывных волн. Для снижения вредного действия при щадящем взрывании применяют различные методы и средства, например: заряды рыхления с пониженными удельными расходами

взрывчатых веществ; конструкции зарядов мягкого нагружения с воздушными, водяными зазорами и промежутками, заполненными инертными средами. В последнее время при добыче блочного камня стараются использовать вещества, создающие давление в шпуре за счет реакции горения в дефлаграционном режиме, то есть в режиме горения, либо в режиме низкоскоростной детонации [1].

В Институте проблем горения разработаны углеродсодержащие наноструктурированные материалы на основе минерального и растительного сырья. Эти материалы идеально подходят для производства газогенераторных химических составов [2].

Применение газогенераторных химических патронов (ГХП) имеет определенные ограничения: обязательно требуется плотная забойка шпура песком (гранитным отсевом) и достаточная глубина шпура. Первое связано с тем, что давление, развиваемое при горении композиции газогенератора, может развиваться только в замкнутом объеме. Второе условие связано как с величиной давления, развиваемого при горении, так и с темпом его роста и определяется силой трения забойки о стенки шпура. Поэтому, прежде чем начинать основные работы, приходится проводить настроечные испытания для определения этих условий, особенно при разрушении объектов с неизвестной структурой арматуры.

В настоящее время разрушение массива горной породы осуществляется, в основном, буровзрывным способом. Взрывной способ является причиной больших потерь минерального сырья, негативно влияет на устойчивость законтурного массива горных пород и геоэкологию [3].

Одним из перспективных способов, обеспечивающих улучшение экологии окружающей среды от вредных воздействий взрывных газов и охрану природных ресурсов, снижение себестоимости добычи руды и энергоемкости горных работ и повышение безопасности их ведения, является использование невзрывчатой разрушающей смеси на основе газогенераторных химических патронов.

Невзрывчатое разрушающее вещество (НРБ) представляет собой негорючий порошок. Герметически упакованный, он может храниться длительное время. Изготавливают НРБ на основе карбонатных пород и различных добавок, вводимых при обжиге, либо при помоле [4].

Экспериментальная часть

Разработка ГХП в режиме дефлаграционного горения. Разработаны быстротвердеющие смеси для создания замкнутого объема.

Проводились полигонные испытания составов ГПХ -1 и состав ГПХ-2.

Состав ГХП-1

Масс, %

Технический углерод 10

Сера 10

Окислитель 80

Состав ГПХ-2

Масс, %

Технический углерод 10

Сера 10

Окислитель (NH_4NO_3) 70

Нитроциллюлозные твердые топлива 10

Основная функция нитроциллюлозного твердого топлива (НТП) - регулировать более-менее постоянное давление и довести давление в разрушаемом устройстве до 900-1000 кгс/см².

Предварительно готовились бетонные блоки из высококачественного бетона. Время твердения составляло 60 суток. В бетонном блоке 50x70x60 см. Отверстие (шпур) диаметром 32 мм. Глубиной 30 см. (рисунок 1).

В шпуры водились газогенераторные патроны различного состава и различных весовых соотношений. С целью создания замкнутого объема устье шпура герметично заделывалось быстротвердеющими смесями. Время твердения 15–20 мин. Прочность на раздавливание быстротвердеющих смесей составило от 15 – до 20 МПа.

Иницирование заряда проводилось при помощи инициаторов разработанных в Институте проблем горения.

Дальность разлета кусков бетона измерялась после каждого взрыва.

Разработка ГХП в режиме невзрывчатой разрушающей смеси. В лаборатории энергоемких материалов разработаны быстротвердеющие составы для создания замкнутого объема в шпурах.

Цементный камень при соотношении вода цемент (В:Ц) исходного раствора равном 0,4 и добавкой модификатора химического компонента (ХК – CaCl_2) в первые 15 мин. имеет скорость твердения 8 МПа/час. Максимальный уровень прочности цементного камня за 30 мин. в возрасте твердения достигает 23 МПа. Для разработки технологии приготовления быстротвердеющей смеси исследовали характер действия ускорителя твердения в зависимости от точки подачи его в процесс приготовления цементного раствора.

Результаты и их обсуждение

Разработка ГХП в режиме дефлаграционного горения. Максимальная дальность разлета куска бетона при инициировании газогенераторных составов №1 составило от 60 см до 2 м.

Максимальная дальность куска бетона при инициировании газогенераторных составов ГХП-2 составило от 1 до 3 метров.

Данные полигонных испытаний сведены в графики.

Проводились исследования разрушения бетонных блоков закрытыми броневой оболочкой (рисунок 1, а). Разлета кусков бетона не наблюдалось (рисунок 1, б).



Рисунок 1 – Разрушения бетонных блоков закрытыми броневой оболочкой:
а – монолитный бетонный блок; б – монолитный бетонный блок разрушенный ГХП

На рисунке 2 и 3 представлены зависимости разлета кусков бетона от массы составов ГХП-1 и ГХП-2 видно, что с увеличением массы состава газогенераторных химических патронов увеличивается дальность куска бетона.

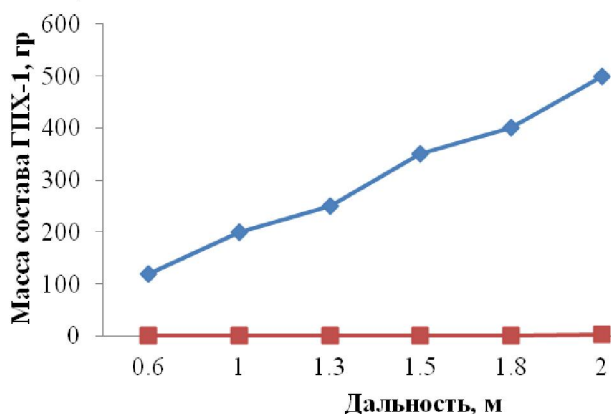


Рисунок 2 – Определение метательных свойств газогенераторных составов ГХП-1 в зависимости от массы пиротехнического состава

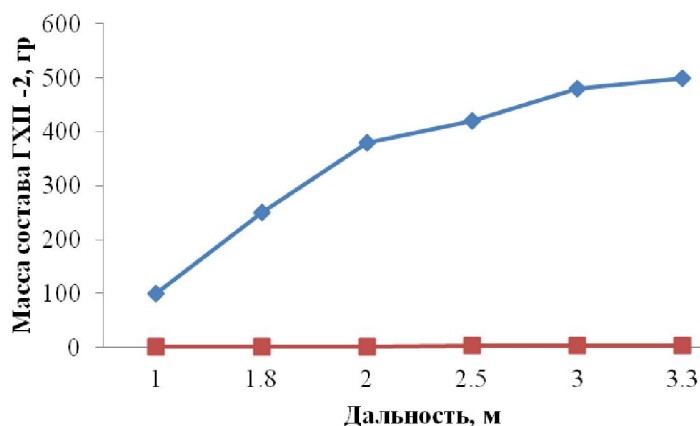


Рисунок 3 – Определение метательных свойств газогенераторных составов ГХП-2 в зависимости от массы пиротехнического состава

Из приведенных зависимостей (рисунок 2 и 3) видно, что в случае увеличения массы пиротехнического состава от 100 до 500 гр наблюдается прямолинейная зависимость увеличения дальности полета кусков бетона. Однако состав с ГХП-2 имеет в 1,65 раза большую дальность разлета бетонного куска. Эта особенность ГХП-2 объясняется присутствием в составе нитроциллюлозного твердого топлива, которое изначально регулирует более-менее постоянное давление, но при этом может довести давление в разрушаемом устройстве до 900-1000 кгс/см², и в следствие этого увеличивается дальность разлета бетонных кусков.

Приведенные данные на рисунках 2 и 3 показали, что оптимальный состав для максимального разлета кусков бетона составляют составы массой 300-350 г исходного пиротехнического состава.

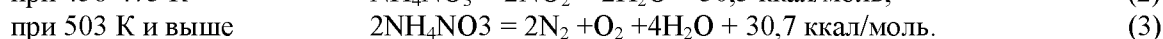
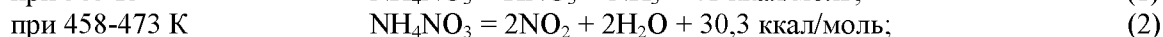
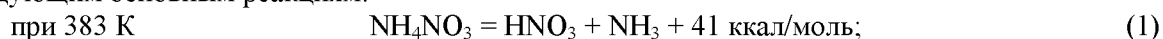
В связи с этим исследовалось каково влияние исходных компонентов влияния серы, технического углерода, окислителя и нитроциллюлозного твердого топлива.

В таблице исследовалось влияния варьирования исходных компонентов на дальность разлета бетонных кусков. Из таблицы видно, что в составе ГХП-1 (№1 образец) при постоянном содержании NH₄NO₃ (80 %), при уменьшении содержания серы и при увеличении содержания ТУ, дальность куска бетона уменьшается. Это объясняется тем, что сера хорошо взаимодействует с аммиачной селитрой, и увеличивает скорость термического разложения аммиачной селитры, вследствие чего реакция проходит более полно, поэтому дальность разлета куска с увеличением соотношения серы возрастает. Интенсивное разложение аммиачной селитры происходит в интервале температур 483-613 К.

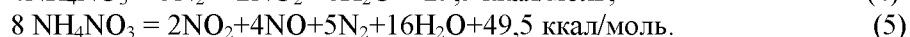
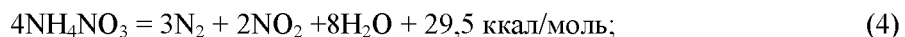
Дальность разлета бетонных кусков от состава компонентов ВВ

Исходные компоненты ГХП-1, %			Дальность, м	Исходные компоненты ГХП-2, %				Дальность, м
ТУ	S	NH ₄ NO ₃		ТУ	S	НТП	NH ₄ NO ₃	
№1 образец				№1 образец				
10	10	80	1	10	10	10	70	2,5
8	12	80	1,3	8	8	14	70	2,6
6	14	80	1,4	6	6	18	70	2,8
4	16	80	1,5	4	4	22	70	2,3
№2 образец				№2 образец				
10	8	82	1,4	10	8	12	70	2,6
10	6	84	1,5	10	6	10	74	2,3
10	4	86	1,5	10	4	8	78	2,6
10	2	88	1,4	10	2	6	82	1,6

Разложение аммиачной селитры в зависимости от температуры может происходить по следующим основным реакциям:



При температуре выше 673 К разложение аммиачной селитры протекает со взрывом по одной из следующих реакций:



Термическую стойкость селитры понижают органические вещества, содержащие углеводы: крахмал, сахараиды и глюкоза. Целлюлозу содержащие вещества: бумага, картон, древесина, хлопчатобумажные и льносодержащие ткани также понижают термическую стойкость. С нитратом аммония легко взаимодействуют сера и сульфиды (сульфидные руды), азотная кислота и окислы азота, серная и фосфорная кислоты, многие металлы (особенно в виде порошков) - цинк, медь, кадмий, никель, магний, висмут. Особенно сильно влияют на термическую стойкость аммиачной селитры азотная кислота и нитритные соли.

А в другом составе ГХП-1 (№2 образец) наблюдается, что при увеличении массы аммиачной селитры и при уменьшении массы серы, дальность разлета куска бетона почти не изменяется, это говорит о том, что изменения содержания аммиачной селитры значительно не влияет на дальность разлета куска бетона. В составе ГХП-2 (№1 образец) при постоянном содержании аммиачной селитры (70 %), при увеличении содержания НТП, дальность разлета куска бетона растет, это объясняется тем, что НТП изначально регулирует более-менее постоянное давление, но при этом может довести давление в разрушаемом устройстве до 900-1000 кгс/см², и в следствие этого увеличивается дальность разлета бетонных кусков. А в другом составе ГХП-2 при увеличении содержания аммиачной селитры, при уменьшении содержания серы и НТП, дальность разлета куска бетона падает, это связано, как упомянулось выше, с содержаниями серы и НТП, их малая доля в составе отрицательно влияет на дальность разлета куска бетона.

Разработка ГХП в режиме невзрывчатой разрушающей смеси. В результате экспериментов установлено, что наиболее эффективно проявляются свойство ускорителя твердения при введении его в виде химического раствора в готовую цементную смесь. Полученные результаты сведены в рисунках 4–6.

В лаборатории был разработан газогенератор, работающий в режиме низкоскоростной детонации, в составе имеются следующие компоненты: окислитель (NH₄NO₃) – 60%; технический углерод – 20%; магний – 10%; бездымный порох – 10%.

Состав обладает большой разрушительной силой позволяющей разрушать железобетонные конструкции (рисунок 6).

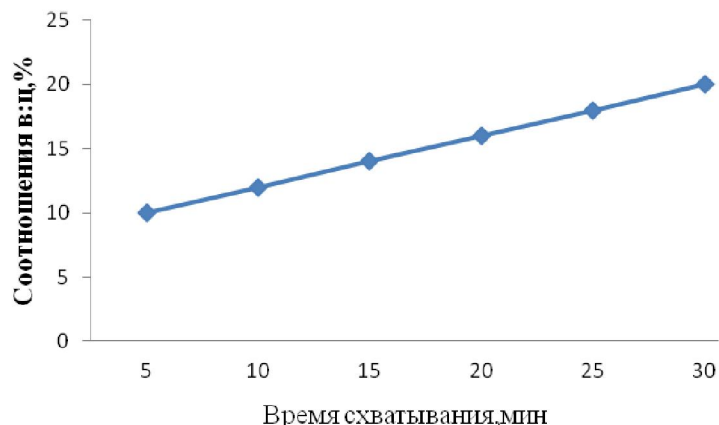


Рисунок 4 – Зависимость времени схватывания цементного камня от соотношения В:Ц

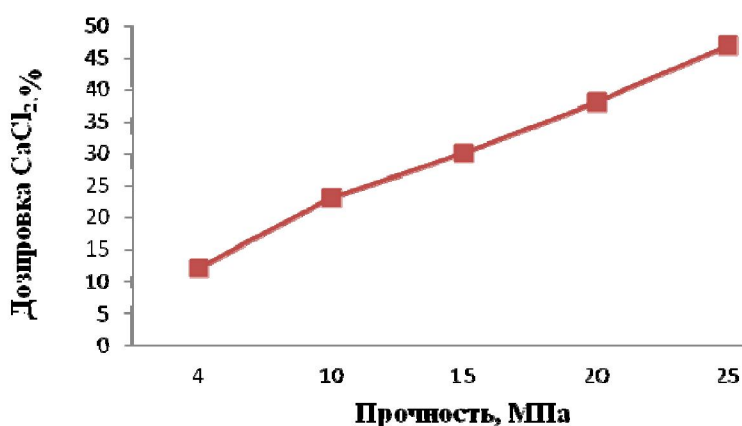


Рисунок 5 – Зависимость прочности от дозировки ускорителя твердения



Рисунок 6 – Железобетонная колонна с 2-мя шпурами для ввода газогенератора, работающего в режиме низкоскоростной детонации и невзрывчатой расширяющейся смеси

Полигонные исследования. После ввода невзрывчатой расширяющейся смеси шпур герметизировался быстротвердеющей забойкой. Для подачи жидкости оставлялось отверстие в виде трубки. Затем вводился газогенератор и так же герметизировался в шпуре. После подачи жидкости в шпур произошло разрушение железобетонной колонны (рисунок 7).

Таким образом, в результате исследований получены химические составы содержащие углеродные наноматериалы. Разработаны быстротвердеющие смеси время твердения составило 15–20 мин. прочность на раздавливание, которых равна 15 – до 20 МПа. Разработанные технологии позволят проводить щадящее взрывание при разрушении бетонных кирпичных строений в условиях плотной застройки.

В результате проведенных исследований выяснилось, что дальность разлета осколков бетона зависит от количества газогенераторного состава и от химического состава.

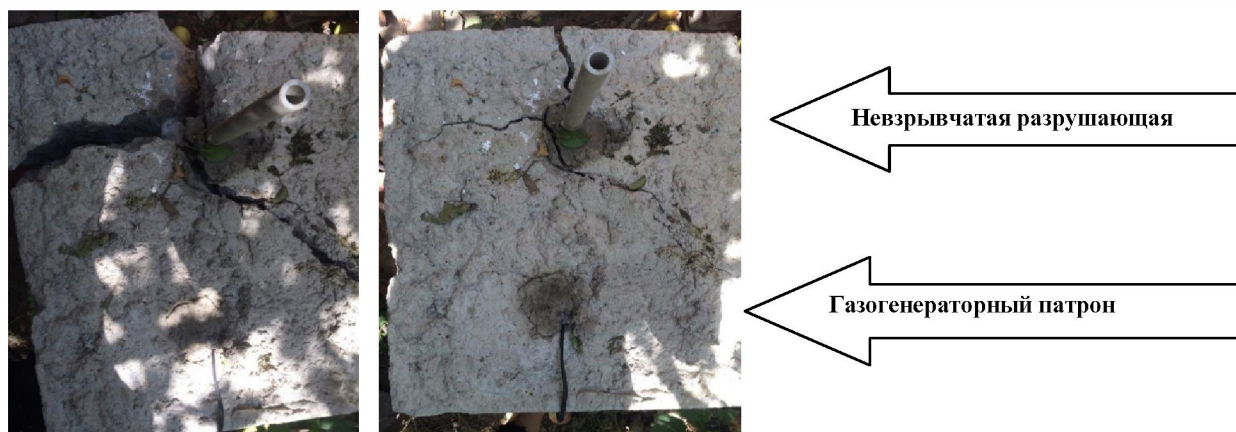


Рисунок 7 – Разрушение железобетонной колоны невзрывчатой разрушающей смеси

На основе экспериментальных данных разработан состав невзрывчатой разрушающей смеси на основе местных материалов развивающее усилие расширения в замкнутом объеме 30 МПа. Разработан состав быстротвердеющей смеси имеющей скорость твердения 8 МПа/ч. Максимальный уровень прочности цементного камня за 30 мин. в возрасте твердения достигает 23 МПа.

Разработан газогенераторный состав разрушающий железобетонные конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лиготский Д.Н. Потери гранита при добыче и обработке // "Проблемы теории проектирования карьеров" межвуз. сб. науч. тр. – СПб., 1995. – С. 75-76.
- [2] Казаков Ю.В., Алипбаев А.Н., Мансуров З.А. Углеродные материалы (отходы производства) в составе дымных порохов // Матер. VI междунар. симп. «Горение и плазмохимия». – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – С. 181-184.
- [3] Агафонов Н.Н. Щадящие технологии добычи ценного кристалло-сырья: Учебное методическое пособие. – М.: Недра, 1993.
- [4] Казаков Ю.В. Разработка технологии проведения горных выработок с экранированием обнажений неустойчивого массива от действия взрыва: Дис. ... канд. техн. наук.

REFERENCES

- [1] Ligotski D.N. Loss of granite mining and processing. Problems of of the theory of designing quarries. Interuniversity collection of scientific works, St.Petersburg, **1995**, 75-76 (in Russ.).
- [2] Kazakov Y.V., Alipbaev A.N., Mansurov Z.A. Carbon materials (wastes of production) in the composition of black powder. Materials of VI international symposium- Combustion and plasma chemistry. Almaty: Kazakh University, **2011**, 181-184 (in Russ.)
- [3] Agafonov N.N. Sparing technologies of extraction of valuable raw crystal. Teaching materials. M.: Nedra, **1993** (in Russ.).
- [4] Kazakov Y.V. Development of technologies of carrying out of mine works with shielding outcrop with unstable array from explosive action: Dis. ... candidate of chemical sciences. (in Russ.).

ДЕФЛАГРАЦИОНДЫ ЖАНУ ЖӘНЕ ЖАРЫЛМАЙТЫН ТАЛҚАНДАҒЫШ ҚОСПА РЕЖИМІНДЕ ЖҰМЫС ЖАСАЙТЫН ГАЗОГЕНЕРАТОРЛЫҚ ХИМИЯЛЫҚ ПАТРОНДАРДЫ ЖАСАУ

Д. А. Байсейтов, М. И. Тулепов, Ю. В. Казаков, Ш. Е. Габдрашова, С. Тұрсынбек, З. А. Мансуров

Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: газогенераторлық химиялық патрон (ГХП), газогенераторлық құрам, жарылмайтын талқандағыш қоспа.

Аннотация. Зерттеу нәтижесінде жергілікті материалдар негізіндегі 30 МПа тұйық көлемдегі ұлғаю әсерін күшейтетін жарылмайтын талқандағыш қоспа құрамы жасалынды. Темірбетонды конструкцияларды талқандайтын газогенераторлық құрам жасалды. Жасалған технологиялар тығыз құрылыс жағдайында бетондық кірпіш құрылымдарды талқандау кезінде жұмсақ жарылысты жүргізуге мүмкіндік береді. Бетон сынығының ұшу ұзақтығы газогенераторлық құрамның мөлшері мен химиялық құрамына байланысты екендігі анықталды.

Поступила 05.02.2015г.