

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 6, Number 414 (2015), 61 – 67

**CHEMICAL GAS-GENERATORS (CG) WITH ZERO OXYGEN
BALANCE FOR DESTRUCTION OF ROCK
IN UNDERGROUND MINES**

**Z. A. Mansurov, M. I. Tulepov, Y. V. Kazakov, A. N. Djubanshkalieva,
D. A. Baiseitov, S. Tursynbek, F. Y. Abdراكova, G. A. Esen, K. K. Munasbayeva**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: dauren_b91@mail.ru; dauren_b91@mail.ru

Keywords: composition, gas-generator, destruction, hole, cement mixture.

Abstract. For the extraction of solid mineral resources in the mines, block stone, in the construction of the subway tunnel construction, laying and various bus roads, the destruction of asphalt or concrete roadway, oversized granite blocks, concrete brick buildings in a dense housing issues of efficiency and safety of the work are often conflicting. Thus, improving the efficiency of destruction, usually accompanied by an increase of the intensity of the shock and the air of seismic waves. To reduce the harmful effects of blasting at a sparing is used: charges loosening with reduced specific consumption of explosives; construction charges soft loading with air, water gaps and gaps filled by inert environments. In the results of investigation chemical gas-generator with zero oxygen balance destroying rocks in underground mines was developed. When destruction there was not the impact of seismic and air shock waves. Formulation of the pyrotechnic composition and design of borehole pressure gas generator are developed for low seismic and environmentally-friendly destruction of reinforced concrete constructions and rocks. At Institute of Combustion Problems in laboratory of power-consuming materials chemical gas generator with zero oxygen balance was developed, which can be used for destruction of reinforced concrete constructions and also can be used in underground conditions, for example, for tunneling and underground workings of Almaty and to make compositions in underground locations.

**ХИМИЧЕСКИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ (ХГ)
С НУЛЕВЫМ КИСЛОРОДНЫМ БАЛАНСОМ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ
ГОРНЫХ ПОРОД В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

**З. А. Мансуров, М. И. Тулепов, Ю. В. Казаков, А. Н. Джубаншикалиева,
Д. А. Байсейтов, С. Турсынбек, Ф. Ю. Абдракова, Г. А. Есен, К. К. Мунасбаева**

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

Ключевые слова: состав, газогенератор, разрушение, шпур, цементная смесь.

Аннотация. 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 сейсмовзрывных 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 результате исследований разработан химический газогенератор с нулевым кислородным балансом разрушающий горные породы в подземных выработках. При разрушении отсутствовало воздействие сейсмических и воздушных

ударных волн. Разработана рецептура пиротехнического состава и конструкция патрона газогенератора давления шпурового для эффективного низкосейсмического и экологически удовлетворительного разрушения железобетонных конструкций и горных пород. В Институте проблем горения в лаборатории энергоемких материалов разработан химический газогенератор с нулевым кислородным балансом, который можно применять для демонтажа железобетонных конструкций, подлежащих разборке, а также применять в подземных условиях, например, для проходки выработок Алматинского метрополитена и готовить составы на подземных пунктах приготовления.

Одна из наиболее трудоемких и долгосрочных стадий ведения строительных работ в условиях плотной застройки – это демонтаж железобетонных конструкций, подлежащих разборке. Связано это с тем, что при наиболее производительном методе ведения таких работ – буровзрывном – требуется полностью исключить негативное влияние на окружающую среду как ударных воздушной и сейсмической волн, токсичных продуктов детонации, так и разлета осколков демонтируемого объекта. Если с осколками и воздушной ударной волной успешноправляются с помощью комплекса защитных мер (зачастую достаточно трудоемких и дорогостоящих), то с сейсмическим воздействием бороться гораздо труднее. Это весьма ограниченный перечень возможных приемов – уменьшение зарядов при сгущении сетки бурения, применение коротко-замедленного взрывания (с замедлением более 20мс), выполнение отрезных щелей, пузырьковая защита при подводных взрывах.

Поскольку этими приемами возможные защитные меры исчерпываются, то актуальным является поиск высокоэнергетических составов, обладающих достаточным газовыделением при низкой токсичности продуктов разложения и отсутствии близантности благодаря исключению перехода реакции горения в детонационный режим, служащий причиной образования сейсмических волн. Для обеспечения перспектив в условиях рынка, такие составы должны быть абсолютно безопасны при хранении и перевозках, а также иметь возможность некоторого оперативного регулирования энерговыделения в зависимости от задачи во время подготовки к работе непосредственно в местах выполнения работ, и для этого применяются газогенераторные составы [1-13].

В последнее время при добыче блочного камня, разрушение бетонных и железобетонных опорных колонн, зданий которые подлежат разрушению применяют вещества, создающие давление в шпуре за счет реакции горения в дефлаграционном режиме, то есть в режиме горения, либо в режиме горения [14]. В Институте проблем горения разработаны углеродсодержащие наноструктурированные материалы на основе минерального и растительного сырья. Эти материалы идеально подходят для производства газогенераторных химических составов [15].

Для разрушения пород и бетонов необходима плотная забойка шпура песком (гранитным отсевом) и достаточная глубина шпура. Так как давление, развиваемое при горении композиции газогенератора, может развиваться только в замкнутом объеме [16-20].

В Институте проблем горения в лаборатории энергоемких материалов разработан химический газогенератор с нулевым кислородным балансом, который можно применять для демонтажа железобетонных конструкций, подлежащих разборке, а также применять в подземных условиях, например, для проходки выработок Алматинского метрополитена и готовить составы на подземных пунктах приготовления.

Целью настоящей работы является разработка ХГ на основе аммиачной селитры и жидкой горючей добавки с нулевым кислородным балансом.

Экспериментальная часть

Составы готовились с различным соотношением компонентов: гранулированная аммиачная селитра (AC), углерод (C), магниевый порошок, жидккая горючая добавка. Состав тщательно перемешивался, затем вводился в патрон из патронированной бумаги и покрывался парафином. Инициирование осуществлялось при помощи электричества через никромовую спираль.

Проводились исследования на скорость горение и полноту выгорания. Составы закладывались в толстостенную трубу, с диаметром 1,5 см, с высотой 22,7 см. Горение инициировалось с верхней части трубы с инициирующим составом (50 % Mg+50% бездымный порох). Время сгорания

составов фиксировалась секундометром. Скорость горения составов определялась делением высоты трубы на время сгорания составов. Температура вспышки составов фиксировалась оптическим пирометром Raytek 3 і 1М. Температура вспышки составила 110 °С. Скорость горения состава составила 0,016 мм /сек.

Газы образующиеся в результате горения составов определялись при помощи газового хроматографа марки «Хроматэк кристалл 5000».

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 – CaCl₂) в первые 15 мин. имеет скорость твердения 8 МПа/ч. 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 обсуждения

Проведен хроматографический анализ для состава: АС-С-Мг-жидкая горючая добавка. Газы, образующиеся при работе газогенератора, включают себя: метан, этан, углекислый газ, водород, кислород, азот. Количество образовавшихся газов незначительно, так как оно не превышает предельно-допустимую концентрацию вредных веществ в рабочей зоне.

Полученные при подрыве в калориметрической бомбе газов, наличие которых было определено при помощи газового хроматографа. Результат исследований сведены в таблицу 1, 2 и рисунках 1, 2.

Как видно из таблицы и хроматограммы, в результате исследования в составе газе отсутствуют ядовитые газы, в виде окисей углерода и окислов азота.

Таблица 1 – Расчет по компонентам органических газов

Время, мин	Компонент	Площадь	Высота	Концентрация	Единица концентрации	Детектор
0.820	CH ₄ -2	63.932	9.864	0.0014165	ml	ДТП-2
1.612	CO ₂	2419.764	324.182	0.0423132	ml	ДТП-2
2.708	C ₂ H ₆ -2	44.265	4.522	0.0006135	ml	ДТП-2

Таблица 2 – Расчет по компонентам неорганических газов

Время, мин	Компонент	Площадь	Высота	Концентрация	Единица концентрации	Детектор
1.171	H ₂	8.397	1.199	0.0283775	мл	ДТП-1
1.686	O ₂	7233.001	890.945	0.1401287	мл	ДТП-1
1.970	N ₂	39633.319	2164.158	0.7839645	мл	ДТП-1

Для создания замкнутого пространство в шпуре применялось цементное тесто в качестве ускорителя твердения CaCl₂ введенного в виде химического раствора в готовую цементную смесь. Полученные результаты сведены в рисунках 1–3.

Для проведения экспериментов готовился бетонный куб 60x60x60. Время твердения куба составляло 6 месяцев (рисунок 3).

Испытания газогенераторов проводилось на полигоне, представленной породой волуногаличником. Было испытано 10 шпуров по одному метру глубиной, заряд состоял из химического состава, введенного в плотную бумажную парафированную оболочку диаметром 32 мм, длиной 250 мм. Устье шпуря герметизировалось быстросхватывающимися цементными смесями. Заряды сработали безотказно. Была произведена техническая отбойка волуногаличника. При разрушении отсутствовало воздействие сейсмических и воздушных ударных волн, а также разрушен бетонный блок.

Хроматограммы

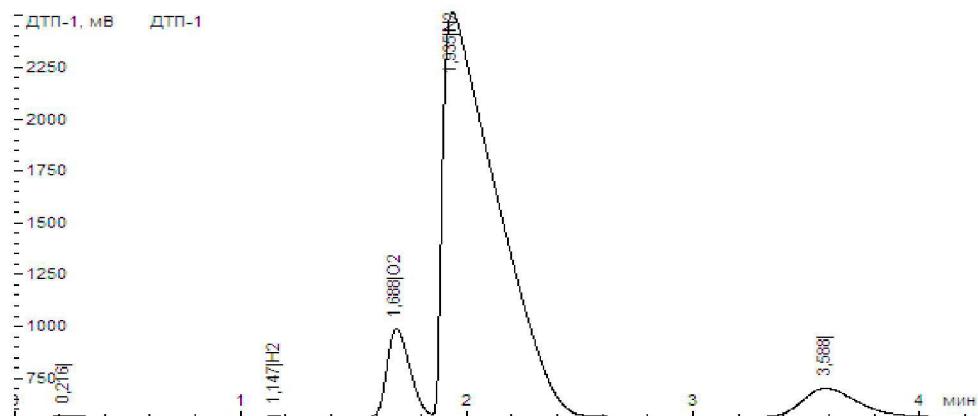


Рисунок 1 – Хроматограмма неорганических газов, выделившихся в процессе горения

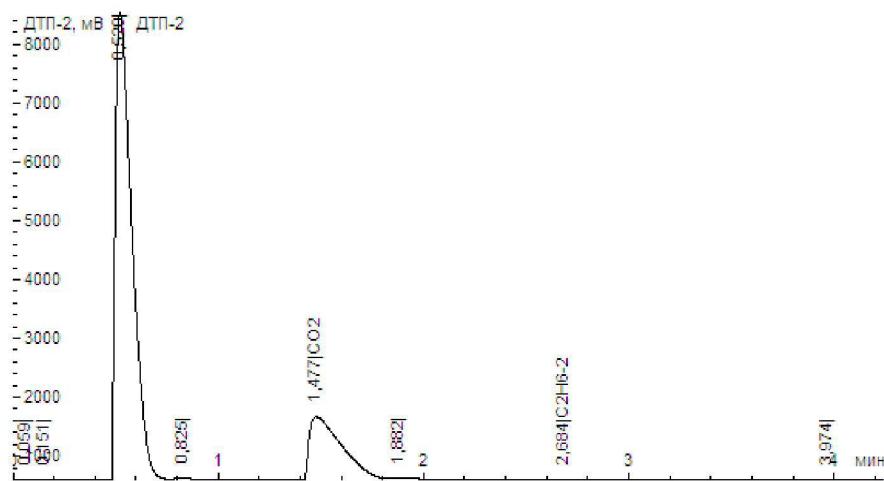


Рисунок 2 – Хроматограмма органических газов, выделившихся в процессе горения

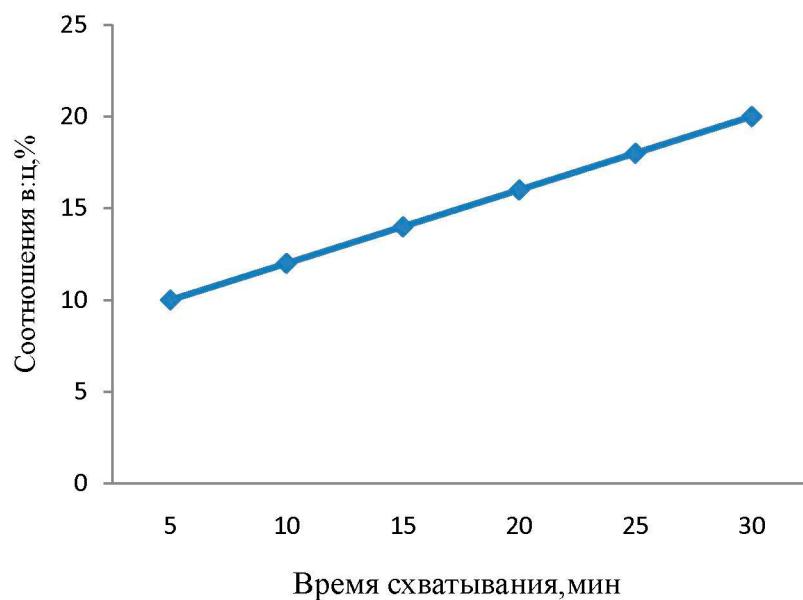


Рисунок 1 – Зависимость времени схватывания цементного камня от соотношения В:Ц (вода:цемент)

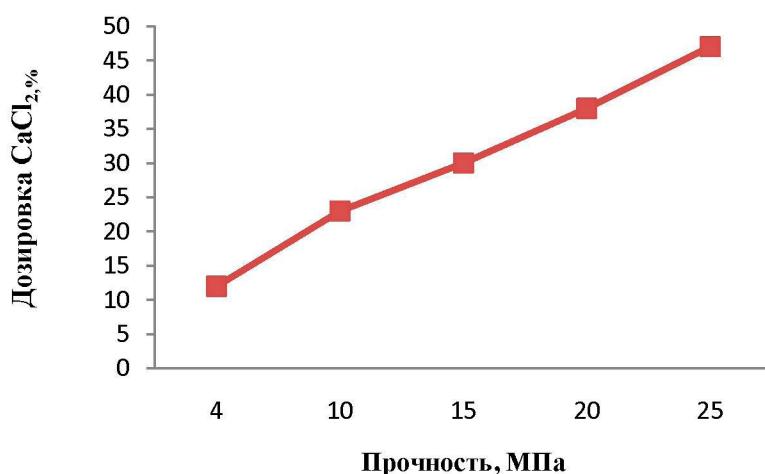


Рисунок 2 – Зависимость прочности от дозировки ускорителя твердения



Рисунок 3 – Железобетонная колона с 2-мя патрубками для ввода газогенератора работающего в режиме дефлаграционного горения

Заключение. Таким образом, в результате исследований разработан химический газогенератор с нулевым кислородным балансом разрушающий горные породы в подземных выработках. При разрушении отсутствовало воздействие сейсмических и воздушных ударных волн.

При хроматографическом анализе состава выяснилось, что в составе газов отсутствуют ядовитые газы, такие как окись углерода и окислы азота.

Разработан состав быстротвердеющей смеси, имеющей скорость твердения 8 МПа/ч. Максимальный уровень прочности цементного камня за 30 мин. в возрасте твердения достигает 23 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Березуев Ю.А., Ейбог М.А., Кутузов Б.Н., Митрофанов А.Г. Новые средства и технологии отделения от массива и пассивировки блочного камня // Сбор.матер.междунар-практ.конф. «Горное дело-2000». Промышленная безопасность и эффективность новых технологий в горном деле. – М.: МГТУ, 2000. – С.572-576.
- [2] Патент на изобретение RU № 2456443/ 20, 20.07.2012.
- [3] Патент на изобретение RU № 2423339/19, 10.07.2011.
- [4] Патент на изобретение KZ № 13338 / 8, 15.08.2003.
- [5] Патент на изобретение RU № 2138630/27, 27.09.1999.
- [6] Патент на изобретение RU № 2139423/ 10.10.1999.
- [7] Патент на изобретение KZ № 13446/ 9, 15.09.2003.
- [8] Патент на изобретение RU № 2075597/ 20.03.1997.
- [9] Алтухов О.И. Термодинамический расчет температуры и состава продуктов горения пиротехнических газогенерирующих зарядов для наддува порошковых огнетушителей [Текст] О.И.Алтухов, В.В.Фрыгин // Вестн. Сам. гос. техн. ун. Сер. физ. –мат.науки, №3, 2011. С.143-148.

- [10] Алтухов О.И. Горение пиротехнических газогенерирующих составов и разработка устройств для средств по-жаротушения [Текст] / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, Самара, 2012.
- [11] Березуев Ю.А., Евграфов Л.В., Кундышев М.В. ГДШ – перспективный инструмент для проведения уникальных строительно-демонтажных работ // Физические процессы горного производства, Вестник КПДУ им. Михаила Остроградского.-2007. -Т.5, часть 1.-С. 101-103.
- [12] Березуев Ю.А., Ейбог М.А., Кутузов Б.Н., Митрофанов А.Г. Новые средства и технологии отделения от массива и пассивировки блочного камня // Сбор.матер.междунар-практ.конф. «Горное дело-2000». Промышленная безопасность и эффективность новых технологий в горном деле. – М.: МГТУ, 2000. – С.572-576.
- [13] Березуев Ю.А., Головин Е.В., Заярный В.П., Кундышев М.В. Газогенератор давления шпуровой – сейсмо-безопасная экологичная технология демонтажа //Современные ресурсоэнергосберегающие технологии горного производства. – 2011.-Выпуск 2. –С. 78-85.
- [14] Лиготский Д.Н. Потери гранита при добыче и обработке. - Проблемы теории проектирования карьеров. Межвуз. сб. науч. тр., 1995, С.-Петербург. С.75-76.
- [15] 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.
- [16] Агафонов Н.Н. Щадящие технологии добычи ценнего кристаллосырья. /Учебное методическое пособие, М.: Недра, 1993 г.
- [17] Котов Л.Р., Купченко Г.П., Кулакевич Я.С. Штанговые заряды для раскалывания гранитных блоков. Москва, 7-11.09.1999.
- [18] ГорстА.Г. Пороха и взрывчатые вещества / А.Г. Горст. – М.: Оборонгиз, 1957. – 181 с.
- [19] Ганопольский М.И. Методы введения взрывных работ. Специальные взрывные работы // Взрывное дело.-М.:Издательство МГТУ, 2007. –С. 281-282.
- [20] Газогенератор хлоратный патронированный (ТУ 7275-001-55254696-03), 2003.

REFERENCES

- [1] Berezuev Y.A., Eibog M.A., Kutuzov B.N., Mitrofanov A.G. *Mining-2000. Industrial safety and effectiveness of new technologies in mining*. M.: MGGU, **2000**, 572-576 .(in Russ.).
- [2] Patent RU № 2456443/ 20, 20.07.2012.
- [3] Patent RU RU № 2423339/19, 10.07.2011.
- [4] Patent KZ № 13338 / 8, 15.08.2003.
- [5] Patent RU № 2138630/27, 27.09.1999.
- [6] Patent RU № 2139423/ 10.10.1999.
- [7] Patent KZ № 13446 / 9, 15.09.2003.
- [8] Patent RU № 2075597/ 20.03.1997.
- [9] Altuhov O.I. *Vestnik Sam.gos.teh.un, Ser.fiz-mat nauki*, **2011**, 3, 143-148. .(in Russ.).
- [10] Altuhov O.I. *Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata himicheskikh nauk*, Samara, **2012**. .(in Russ.).
- [11] Berezuev Y.A., Evgrafov L.V., Kundyshev M.V. Fizicheskie protsessi gornogo proizvodstva. *Vestnik KPDU imeni Mihaila Ostrogradskogo*, **2007**, 5, part 1, 101-103. .(in Russ.).
- [12] Berezuev Y.A., Eibog M.A., Kutuzov B.N., Mitrofanov A.G. *Mining-2000. Industrial safety and effectiveness of new technologies in mining*. M.: MGGU, **2000**, 572-576. .(in Russ.).
- [13] Berezuev Y.A., Golovin E.V., Zayarniy V.P., Kundyshev M.V. *Sovremennye resurso energo sberegaiushie tehnologii gornogo proizvodstva*, **2011**, 2, 78-85. .(in Russ.).
- [14] Ligotski D.N. *Loss of soil mining and processing, Problems of the theory of design quarries*, Sankt-Peterburg, **1995**. 75-76. .(in Russ.).
- [15] Kazakov Y.V., Alipbaev A.N., Mansurov Z.A. *Materials of VI international symposium. Combustion and plasma chemistry*. Almaty: Kazakh University, **2011**, 181-184 (in Russ.)
- [16] Agafonov N.N. *Sparing technologies of extraction of valuable raw crystal*.M.: Nedra, **1993** .(in Russ.).
- [17] Kotov L.R., Kutsenko G.P., Kulakevich Ya.S. *Airline charges for splitting of granite blocks*, Moskva, **1999**. (in Russ.).
- [18] Gorst A.G. Gunpowder and explosives. M.:Oborongiz, **1957**,181 p.(in Russ.).
- [19] Ганопольский М.И. Методы введения взрывных работ. Специальные взрывные работы // Взрывное дело.-М.:Издательство МГТУ, 2007. –С. 281-282.
- [20] Gas generator chlorate cartridge (TU 7275-001-55254696-03), **2003** .(in Russ.).

ЖЕРАСТЫ ӨНДІРУИНДЕГІ ТАУЛЫ ЖЫНЫСТАРДЫ БҰЗУ ҮШІН НӨЛДІК ОТТЕКТІК БАЛАНСТЫ ХИМИЯЛЫҚ ГАЗОГЕНЕРАТОРЛАР

3. А. Мансуров, М. И. Тулепов, Ю. В. Казаков, А. Н. Джубаншакалиева,
Д. А. Байсейтов, С. Турсынбек, Ф. Ю. Абдракова, Г. А. Есен, К. К. Мунасбаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: құрам, газогенератор, жою, шпур, цементтік қоспа.

Аннотация. Қен ошақтарында қатты минералды шикізаттарды, блогты тастарды өндіру кезінде, метро құрылышы кезінде, туннель құрылышында, әртүрлі коммуникациялар мен жол төсөу кезінде, асфальтты және бетонды жол төсемдерінің бұзылуы, габаритті емес гранитті блоктардың, бетонды кірпішті құрылымдардың тығыз құрылышы салу жағдайында жұмыс жүргізуін тиімділігі мен қауіпсіздігі туралы сұрақтар жиі қарама-қайшылықта. Сонымен, бұзылудың тиімділігін арттыру сейсмокарылғыш және соқпалы әуе толқындардың қарқындылығының өсуімен жүреді. Жарылыш кезіндегі зиянды әрекеттерді бәсендешту үшін жарылғыш заттардың меншікті шығындары төмендетілген жұмсарут зарядтары; инертті оргамен толтырылған аралықтар мен ауа, су саңылаулы жұмсақ жұктемелі зарядтардың конструкциялары қолданылады. Зерттеулер нәтижесінде жерасты өндіруіндегі таулы жыныстарды бұзу үшін нөлдік оттектік баланссты химиялық газогенераторлар жасалынды. Бұзу кезінде сейсмикалық және ауа соқпа толқындарының эсері болмады. Пиротехникалық құрамның рецептурасы және темірбетонды конструкциялар мен таулы жыныстарды эффективті төмен сейсмикалық және экологиялық тұрғыдан қанағаттанарлықтай бұзатын қысымдық шпурлы газогенератор патрондарының конструкциясы жасалынды. Жану проблемалары институтында энергосыйымды материалдар лабораториясында нөлдік оттектік газогенераторлар жасалынды, оны темірбетонды конструкцияларды бұзу үшін, сондай-ақ жерасты жағдайында, мысалы, Алматы метрополитенінің өткелін жасағанда және сол жер асты дайындау бекеттерінде құрамдарды дайындауға болады.

Поступила 03.12.2015г.