

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.55.010

УДК 622.838

© К.И. Петерс, 2018

**К.И. ПЕТЕРС**

технический директор

ООО «КРУ-Взрывпром», г. Кемерово

e-mail: ivanich9@yandex.ru



## ОПЫТ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И НАСЕЛЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ В ФИЛИАЛАХ ОАО «УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ «КУЗБАССРАЗРЕЗУГОЛЬ»

*В статье приведены сведения об объемах выполняемых ООО «Кузбассразрезуголь-Взрывпром» взрывных работ на угольных разрезах, исчисляемых в объемах взорванной горной массы, израсходованных взрывчатых веществ и количествах выполненных в течение года взрываний. Все эти показатели в 2018 году существенно возросли по сравнению с тем же периодом 2017 года, что не может не сказываться на влиянии на окружающую среду. Для преодоления негативных тенденций роста добычи угля ООО «КРУ-Взрывпром» совместно с ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» ведёт поиск решений по снижению интенсивности проявления сейсмического воздействия промышленных массовых взрывов на охраняемые объекты. Опробован и внедрён комплекс организационно-технических решений, позволяющих снизить удельный расход взрывчатого вещества, вредные выбросы и сейсмическое воздействие, включающий универсальные запирающие устройства, подвесные скважинные затворы, придонные компенсаторы, применение современных средств инициирования взрывов. Результаты экспериментальной проверки и практического применения этих решений позволяют значительно снизить негативные экологические последствия от ведения открытых горных работ.*

**Ключевые слова:** ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА, МАССОВЫЕ ВЗРЫВЫ, СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ЗАБОЙКА СКВАЖИН, ЗАПИРАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ВНУТРИСКВАЖИННОЕ ЗАМЕДЛЕНИЕ ВЗРЫВАНИЯ, НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВОВ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.

### Введение

Общество с ограниченной ответственностью ООО «КРУ-Взрывпром», основанное в 2002 году, оказывает услуги по производству взрывных работ подрядным способом угольной компании «Кузбассразрезуголь». В 2018 году объем взорванной горной массы составил 315 млн м<sup>3</sup>, объем потребления промышленных взрывчатых веществ — 212,5 тыс.

тонн. В 2017 году произведено 2 424 взрыва (198 в месяц), в среднем 84 тонны; объем взорванной горной массы — 146 тыс. м<sup>3</sup>; за пять месяцев 2018 года — 232 взрыва в месяц, 74 тонны в среднем, объем взорванной горной массы составил 109 тыс. м<sup>3</sup>. Из этих данных видно, что количество взрывов в текущем году значительно увеличилось. Данный фактор не может не влиять на окружающую среду.

## Пути снижения сейсмического воздействия от массовых взрывов

Ведение горных работ и производство массовых взрывов в угольной компании осуществляется вблизи населённых пунктов, что требует огромного внимания к ведению буровзрывных работ. Для преодоления негативных тенденций от роста добычи угля ООО «КРУ-Взрывпром» совместно с ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» ведёт поиск решений по снижению интенсивности проявления сейсмического воздействия промышленных массовых взрывов на охраняемые объекты. За период с 2012 по 2017 год в ходе экспериментов было произведено более 600 взрывов.

Одним из этих решений является разработка совместно с ООО «Инновационная Фирма «Взрывэкология» способов забойки скважин, рассредоточения заряда взрывчатых веществ, создания воздушного промежутка в придонной части при помощи вспомогательных устройств.

Забойка с применением универсальных запирающих устройств (УЗУ) производства ООО «НФ «Взрывэкология», выполненная с учетом опубликованных научных трудов по данному вопросу [1, 2], позволяет снизить удельный расход взрывчатых веществ, обеспечивает запирание продуктов взрыва с целью более полного использования энергии разрушения массива, уменьшает объем ручного труда, создает возможность производить забойку в скважинах, заряженных эмульсионным взрывчатым веществом (ЭВВ) без оказания негативного воздействия на заряд.

Рассредоточение скважинного заряда с применением подвесного затвора производства ООО «НФ «Взрывэкология» позволяет перераспределить заряд в скважинах любой обводненности с целью снижения удельного расхода ВВ, уменьшения зон нерегулируемого дробления на фоне сохранения качества дробления горной массы. Также рассредоточение заряда обеспечивает более равномерное дробление горной породы.

Создание воздушного промежутка в придонной части скважины с применением придонного компенсатора производства ООО «НФ «Взрывэкология» обеспечивает рассредоточение заряда в придонной части и сохранение высоты колонки заряда и тем самым снижение удельного расхода ВВ [3].

За 6-летний период в процессе проведения экспериментальных взрывов доказана эффективность применения вспомогательных средств для формирования различных конструкций зарядов ВВ, с учетом горно-геологических условий каждого отдельного месторождения как отдельно друг от друга, так и в различных сочетаниях без снижения качества взорванной горной массы. При этом производится мониторинг каждого взрыва при помощи газоанализаторов, приборов замера скорости сдвижения грунта. Для контрольных замеров привлекаются аккредитованные санпрофлаборатории, а также Новационная фирма «Кузбасс-НИИОГР». Данной фирмой проведена экспертиза сейсмического воздействия на объекты и выданы обоснования сейсмической безопасности массовых взрывов всем филиалам ОАО «УК «Кузбассразрезуголь». При проектировании массовых взрывов контролировалась величина заряда, взрываемого в пределах любого 20-миллисекундного окна, которая не превышала допустимых величин, указанных в обоснованиях сейсмической безопасности.

Для снижения сейсмического воздействия массовых взрывов на окружающую среду применяются неэлектрические системы инициирования. В настоящее время применяются изделия ИСКРА Российского производителя АО «НМЗ «Искра», г. Новосибирск. Основная задача при использовании неэлектрических систем инициирования — эффект от их применения приблизить к эффекту от применения электронных систем инициирования за счёт подбора оптимального времени замедления скважинных и поверхностных изделий.

В 2017 году нами проведена работа по внедрению внутрискважинного замедления номиналом 1 000 миллисекунд взамен применяемых ранее 500 миллисекунд. За счёт этого при монтаже блока появилась возможность применения поверхностных замедлений с номиналом 109 и 176 миллисекунд взамен 42 и 67 миллисекунд. Увеличение времени замедления при использовании неэлектрической системы инициирования позволяет уменьшить количество скважин, взрывааемых группой в пределах любого 20-миллисекундного окна, снизить сейсмическое и ударно-воздушное воздействие взрыва.

В марте 2018 года в филиале ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез» продемонстрированы два опытно-промышленных взрыва с применением старых и новых, современных технологий ведения взрывных работ. Оба взрыва произведены в сопоставимых условиях: на одном горизонте, в одинаковых горно-геологических и гидрологических условиях, с одинаковыми параметрами бурения: сетка скважин, наклон скважин, их глубина и диаметр.

Взрыв № 1 произведён с применением тротил-содержащих взрывчатых веществ «граммонит 79/21» с помощью детонирующего шнура ДШЭ-12 с замедлением РП-Д 45 миллисекунд с использованием тротилового шашки ПТ-П500.

Взрыв № 2 произведён с применением скважинных устройств ИСКРА-Т (рис. 1), поверхностных неэлектрических систем инициирования ИСКРА-П, патронированных

эмульсионных промежуточных детонаторов «бластит», ЭВВ Сибирит-1200 и вспомогательных устройств для формирования колонки заряда и забойки скважин (универсальные запирающие устройства, утяжелённые подвесные скважинные затворы).

Использование устройств ИСКРА-Т-1000 позволяет обеспечить высокую точность инициирования скважинных зарядов и за счет этого снизить сейсмическое воздействие взрыва.

Поверхностные неэлектрические системы инициирования ИСКРА-П с увеличенным замедлением инициирования внутрискважинной сети (в магистрали 218 миллисекунд, между рядами 176 миллисекунд) позволили обеспечить время срабатывания взрываемого блока № 2 до 6 секунд (5 886 миллисекунд) и тем самым снизить до минимума ударное воздушное воздействие взрыва, а также обеспечить взрывание одной скважины в серии.



Рис. 1. Устройство «Искра-Т» с электронным замедлением инициирования

Во время производства взрывных работ производились замеры выбросов вредных веществ от каждого блока. Замеры осуществлялись аккредитованными лабораториями

угольной компании «Кузбассразрезуголь», АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» и ООО «Сибирь-Эксперт».

Таблица 1

Результаты замеров выбросов вредных веществ

Показатель	Предельно допустимые концентрации, м. р. мг/м <sup>3</sup>	Взрыв № 1	Взрыв № 2	+/- между блоками № 1 и № 2
<b>СПЛ филиала «Бачатский угольный разрез»</b>				
NO <sub>2</sub> (диоксид азота), мг/м <sup>3</sup>	0,2	менее 0,1	менее 0,1	0
Взвешенные вещества (пыль), мг/м <sup>3</sup>	0,5	менее 0,26	менее 0,26	0
СО (оксид углерода), мг/м <sup>3</sup>	5,0	менее 3,5	менее 3,5	0

Показатель	Предельно допустимые концентрации, м. р. мг/м <sup>3</sup>	Взрыв № 1	Взрыв № 2	+/- между блоками № 1 и № 2
<b>АО «НЦ ВостНИИ»</b>				
<b>Смотровая площадка</b>				
NO <sub>2</sub> (диоксид азота), мг/м <sup>3</sup>	0,2	0,052	0,026	-0.026
Взвешенные вещества (пыль), мг/м <sup>3</sup>	0,5	0,683	0,294	-0.389
SO <sub>2</sub> (диоксид серы), мг/м <sup>3</sup>	0,5	0,049	0,031	-0.018
CO (оксид углерода), мг/м <sup>3</sup>	5,0	менее 2,0	менее 2,0	0
<b>Фоновая точка</b>				
NO <sub>2</sub> (диоксид азота), мг/м <sup>3</sup>	0,2	менее 0,022	менее 0,021	-0,001
Взвешенные вещества (пыль), мг/м <sup>3</sup>	0,5	менее 0,26	менее 0,26	0
SO <sub>2</sub> (диоксид серы), мг/м <sup>3</sup>	0,5	0,013	0,006	-0.007
CO (оксид углерода), мг/м <sup>3</sup>	5,0	менее 2,0	менее 2,0	0
<b>ООО «Сибирь-Эксперт»</b>				
<b>Точка № 1</b>				
NO <sub>2</sub> (диоксид азота), мг/м <sup>3</sup>	0,2	0,05	0,05	0
С (сажа), мг/м	0,15	менее 0,025	менее 0,025	0
Взвешенные вещества (пыль), мг/м <sup>3</sup>	0,5	менее 0,075	менее 0,075	0
SO <sub>2</sub> (диоксид серы), мг/м <sup>3</sup>	0,5	0,03	0,02	-0.01
CO (оксид углерода), мг/м <sup>3</sup>	5,0	0,52	0,33	-0.19
<b>Точка № 2</b>				
NO <sub>2</sub> (диоксид азота), мг/м <sup>3</sup>	0,2	менее 0,1	менее 0,1	0
С (сажа), мг/м <sup>3</sup>	0,15	менее 0,03	менее 0,03	0
Взвешенные вещества (пыль), мг/м <sup>3</sup>	0,5	менее 0,26	менее 0,26	0
SO <sub>2</sub> (диоксид серы), мг/м <sup>3</sup>	0,5	менее 0,25	менее 0,25	0
CO (оксид углерода), мг/м <sup>3</sup>	5,0	0,61	0,32	-0.29

Из табл. 1 видно, что предельно допустимая концентрация (ПДК) превышена только на взрыве № 1 в ближайшей точке на смотровой площадке по показателю «взвешенные вещества — пыль». По взрыву № 2 значения гораздо ниже ПДК и ниже показателей по взрыву № 1.

Во время производства взрывных работ специалистами независимой экспертной организации Новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР» были измерены в точках регистрации 1–7 (рис. 2) скорости сдвижения грунта приборами «Instatel Minimate Plus™» (табл. 2).

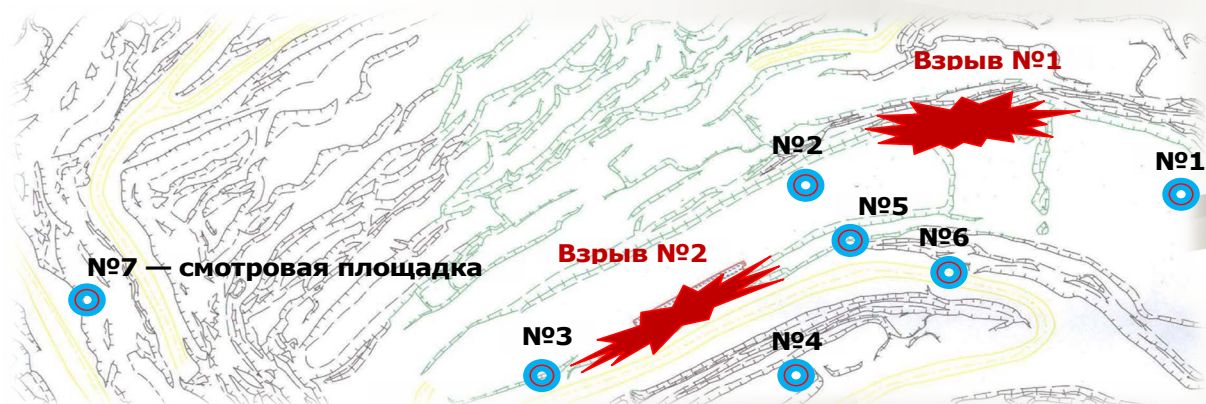


Рис. 2. Смотровая площадка и точки регистрации сдвижения грунтов

Значения скоростей при втором взрыве в большинстве точек регистрации уменьшились как минимум на порядок, что говорит о снижении примерно в таком же масштабе влияния взрывных работ на окружающую среду.

Ниже даны сравнительные характеристики блоков по взрывам № 1 и № 2 (табл. 3).

В Кузбассе постоянно ведётся мониторинг сейсмической активности региона. Производится фиксирование магнитуды сейсмических событий. Фиксацию производят две организации.

Агентство по защите населения и территории Кемеровской области зафиксировало магнитуду сейсмических волн от взрыва № 1 равной 2,6. Взрыв № 2 аппаратурой не зафиксирован.

Алтае-Саянский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» зафиксировал магнитуду от взрыва № 1 равной 3,0, от взрыва № 2 — равной 1,6.

Таблица 2

Сравнительная характеристика взрывов № 1 и № 2

Показатель	Взрыв № 1	Взрыв № 2	+/- между взрывами № 1 и № 2
Объем ВГМ, тыс. м <sup>3</sup>	43	43	0
Объем буровых работ, п. м.	1 185	1 185	0
Диаметр скважин, мм	215,9	215,9	0
Сетка скважин, м	6x6	6x6	0
Угол наклона скважин к горизонту	90°	90°	0
Глубины скважин, м	15	15	0
Количество взрывааемых скважин, шт	79	79	0
Расход взрывчатых веществ всего, тонн	29.9015	23.858	-6.0435
Общий удельный расход взрывчатых веществ, г/м <sup>3</sup>	696	555	-141
Удельный расход взрывчатых веществ в тротиловом эквиваленте, г/м <sup>3</sup>	696	428	-268
Максимальный заряд в группе (серии), кг	8 327 (22 скважины)	301 (1 скважина)	-8 026

В рамках межгосударственного семинара по промышленной безопасности, проводившегося 6 мая, в условиях филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез» продемонстрирован массовый взрыв с применением современных взрывчатых веществ, средств инициирования в совокупности с вспомогательными устройствами для формирования конструкции заряда, которые позволяют значительно снизить воздействие промышленных массовых взрывов на окружающую среду и население.

При выполнении взрывания использовались устройства ИСКРА-Т с внутрисква-

жинным замедлением номиналом 2 000 миллисекунд с поверхностными замедлениями в магистрали 218 миллисекунд, а на участках — 176 миллисекунд.

Характеристики блока представлены в табл. 3.

Во время производства взрывных работ производились замеры выбросов загрязняющих веществ от взрывов, магнитуды и скорости сдвижения грунта.

Скорость сдвижения грунта равна 0,395 мм/с при допустимой для жилых зданий и помещений 5 мм/с.

Результаты замера выбросов загрязняю-

Таблица 3

Характеристики показательного взрыва. Кедровский угольный разрез

Объем ВГМ, тыс. м <sup>3</sup>	200
Объем буровых работ, п. м.	6 480
Диаметр скважин, мм	216
Сетка скважин, м	6x6
Угол наклона скважин к горизонту	90°
Глубины скважин, м	15
Количество взрывааемых скважин, шт.	432
Количество рядов, шт.	36
Количество скважин в ряду, шт.	12
Длина блока, м	216
Ширина блока, м	72
Расход взрывчатых веществ всего, тонн	135
Общий удельный расход взрывчатых веществ, г/м <sup>3</sup>	675
Удельный расход взрывчатых веществ в тротиловом эквиваленте, г/м <sup>3</sup>	520
Максимальный заряд в группе (серии), кг	936 (3 скважины)
Продолжительность взрыва, с	7,63

щих веществ показали минимальные значения, не превышающие предельно допустимых концентраций.

### Выводы

Анализ проведенной работы позволяет сделать вывод о том, что осуществление массовых взрывов с применением современных средств инициирования позволяет снизить сейсмическое воздействие на окружающую среду до минимума. При этом объем взрыв-

чатых веществ, взрывааемых за один массовый взрыв, не влияет на магнитуду и скорость сдвижения грунта в основании охраняемых зданий и сооружений. Прямое влияние на сейсмическое воздействие оказывает только количество взрывчатого вещества, взрываемого в группе.

Об этом свидетельствуют результаты сравнения показателей двух описанных выше взрывов. Имеется инструмент, позволяющий проводить массовые взрывы с применением большого количества взрывчатых веществ, при этом максимально снизить массу заряда в группе и увеличить время работы блока, что, по нашему опыту, также снижает сейсмическое воздействие.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лещинский А.В., Шевкун Е.Б. Забойка взрывных скважин на карьерах. Хабаровск: Издательство ТОГУ, 2008. 229 с.
2. Парамонов Г.П. и др. Исследование эффективности применения газодинамических запирающих устройств в качестве забойки скважинных зарядов // Сб. «Взрывное дело» № 91/48. Развитие теории и практики взрывного дела. М., 1998. С. 214–221.
3. Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Добровольский А.И., Галимьянов А.А. Совершенствование конструкции заряда в условиях разреза «Буреинский» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 4. С. 337–340.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.55.010

UDC 622.838

© К.И. Peters, 2018

**K.I. PETERS**

Technical Director

ООО «KRU-Vzryvprom», Kemerovo

e-mail: ivanich9@yandex.ru

## THE EXPERIENCE OF SEISMIC IMPACT DECREASE TO THE ENVIRONMENT AND POPULATION DURING MASS EXPLOSIONS IN THE BRANCHES OF OJSC «COAL COMPANY «KUZBASSRASREZUGOL»

*The article contains data on the volumes of blasting operations of ООО «Kuzbassrazrezugol-Vzryvprom» on coal mines, estimated in the volumes of the blasted rock mass, consumed quantities of explosives and the amounts of explosions during the year. In 2018 all indicators have significantly increased in comparison with the same period in 2017, which has an impact on the environment.*

*To overcome the negative tendencies in coal production increase ООО «KRU-Vzryvprom» together with OAO «UK Kuzbassrazrezugol» are searching for solutions to reduce the intensity of the seismic impact of industrial mass explosions on protected sites.*

*Tested and implemented the set of both organizational and technical solutions which allow to reduce the explosive ratio of an explosive, hazardous emissions and seismic impact, including universal locking devices, suspended shutters, bottom compensators, the usage of initiating explosions. The experiments results of these solutions provide the significant reduction of the negative environmental consequences from conducting open-pit mining.*

Key words: EXPLOSION WORKS, EXPLOSIVES, MASS EXPLOSIONS, SEISMIC IMPACTS, HOLE TAMPING, LOCKING DEVICES, INHOLE EXPLOSION DELAY, NON-ELECTRIC BLUSTRING SYSTEM, ENVIRONMENT.

## REFERENCES

1. Leshchinsky A.V., Shevkun E.B. Blockage of blast holes in quarries. Khabarovsk: The Tajik State University Press, 2008. 229 p. (In Russ.).
2. Paramonov G.P. et al. Investigation of the effectiveness of the application of gas-dynamic locking devices as a blockage of borehole charges. Sb. «Vzryvnoe delo» № 91/48. Razvitie teorii i praktiki vzryvnogo dela = Development of the theory and practice of explosives. M., 1998. pp. 214–221. (In Russ.).
3. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Dobrovolsky A.I., Galimianov A.A. Improvement of the charge design in the conditions of the open pit mine «Bureinsky». Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2015. № 4. pp. 337–340. (In Russ.).