

УДК:622.233/.235

Котяшев Альберт Александрович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория разрушения горных пород,
Институт горного дела УрО РАН,
620075 г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58

**ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
ДЕТОНАТОРОВ ИСКРА Т-500-18
ДЛЯ ИНИЦИИРОВАНИЯ СКВАЖИННЫХ
ЗАРЯДОВ ИЗ ЭВВ****Аннотация:*

Проведена серия опытно-промышленных взрывов для дезинтеграции локальных скальных крупноблочных асбестосодержащих массивов трудно- и особо трудновзрывааемых с использованием электронных детонаторов «Искра Т-500-18» и штатных детонаторов «Искра С-500-18» для инициирования скважинных зарядов из порэмита 1А. При этом апробированы технологии разрушения трудно- и особо трудновзрывааемых массивов скальных асбестосодержащих пород с использованием опытных электронных детонаторов «Искра Т-500-18» в сравнении со штатными детонаторами «Искра С-500-18» для инициирования боевиков в верхней части рассредоточенных зарядов и дана оценка целесообразности их использования.

Ключевые слова: локальные массивы, скважинные заряды, эмульсионные ВВ, детонаторы, негабарит, стоимость подготовки горной массы к выемке.

DOI: 10.25635/2313-1586.2021.02.063

Kotyashev Albert A.

Candidate of Technical Sciences,
Senior Researcher,
Laboratory of rock destruction,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.

**EVALUATION OF EXPEDIENCY OF USING
ELECTRONIC DETONATOR
ISKRA T-500-18 FOR INITIATING
BOREHOLE EEM CHARGES***Abstract:*

A series of pilot-industrial explosions was carried out for disintegration of local rocky large-block asbestos-containing mass, which is difficult and especially difficult to explode, using electronic detonators "Iskra T-500-18" and standard detonators "Iskra S-500-18" to initiate well charges from Poremit 1A. So technologies for the destruction of hard-to-break arrays and especially hard-to-break arrays of asbestos-containing massive material were tested. So, we estimated the destruction technology of difficult and especially difficult to explode arrays of asbestos-containing rocks with use of the experimental electronic detonators "Iskra T-500-18" in comparison with the standard detonators "Iskra S-500-18" for the initiation of militants in the upper part of dispersed charges, and the feasibility of their use is evaluated.

Keywords: local arrays, borehole charges, emulsion explosives, detonators, oversize material, cost of preparation of mountain mass

Введение

Буровзрывной способ дезинтеграции локальных массивов на открытых горных разработках остается на ближайшую перспективу доминирующим и наиболее экономичным. На крупных горнодобывающих предприятиях страны применяются в основном малочувствительные эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), которые по своей структуре представляют конденсированные дисперсии водных растворов солей-окислителей в среде углеводородов, содержащих добавку эмульгатора [1].

Анализ и обсуждение

При разрушении локальных массивов, кроме мощности взрывчатых веществ, значительную роль играет давление, развиваемое при взрыве скважинных зарядов, поскольку оно является функцией от плотности заряжания и скорости детонации. Поэтому эти три фактора в условиях практического применения эмульсионных взрывчатых смесей требуют особого внимания.

Современные промышленные водонаполненные эмульсионные взрывчатые смеси не детонируют от капсуля-детонатора. Для них требуется сильный начальный

* Исследования выполнены в рамках Госзадания № 075-00581-19-00, тема № 0405-2019-0005, а также при дополнительном привлечении хоздоговорных средств.

импульс в виде взрыва промежуточного боевика, требуемая масса которого зависит от параметров его детонации. В водонаполненных ВВ детонация возбуждается при скорости более 4000 м/с. В них для промежуточных детонаторов нельзя применять порошкообразные (патронированные) ВВ типа аммонита № 6 ЖВ. В нашем опытном случае для начального инициирующего импульса для промежуточных боевиков – шашек ДПУ-600 и ПТ-П-750 – используется электронный детонатор «Искра Т-500-18» вместо штатного детонатора «Искра С-500-18».

Цель исследований

Сравнительная экспериментальная оценка применения электронных детонаторов «Искра Т-500-18» для инициирования рассредоточенных скважинных зарядов из ЭВВ вместо штатных детонаторов «Искра С-500-18», для улучшения дробления верхней и средней части крупноблочных трудновзрывааемых локальных массивов, снижения выхода негабаритных фракций во взорванной горной массе и затрат на подготовку горной массы к выемке и транспортированию. Объективно оценить комплексное влияние негативных факторов на энерговыделение скважинных зарядов ВВ местного изготовления можно только экспериментальным путем в процессе проведения опытно-промышленных взрывов.

Методология исследований

При проведении исследований использованы методы производственного эксперимента, натурных наблюдений и технико-экономического анализа. При больших объемах разрушения структурные особенности скальных массивов, а также свойства и характеристики применяемых ВВ и средств инициирования скважинных зарядов существенно влияют на эффективность буровзрывного комплекса [2, 3, 4]. При проектировании и подготовке технологических взрывов на открытых горных разработках взрываемость оценивают обычно по удельному расходу ВВ, при котором достигается необходимая фракционность породы во взорванной горной массе и затраты на разрушение локального массива.

Опытно-промышленные взрывы были проведены в период марта – июля 2020 г. на Центральном и Южном участках объединенного карьера ПАО «Ураласбест» для дезинтеграции крупноблочных скальных массивов, сложенных трудно- и особо трудно-взрывааемыми пустыми и асбестосодержащими породами, а именно: перидотитом с отороченными жилами асбеста ($K_{кр} = 11 \text{ед. V кат}$), диоритом ($K_{кр} = 11 \text{ед. V кат}$) и серпентинитами с мелкой сеткой асбеста IV категории взрываемости по местной классификации.

В процессе исследований проведена серия опытно-промышленных взрывов для дезинтеграции локальных скальных крупноблочных асбестосодержащих массивов трудно- и особо трудно-взрывааемых с использованием электронных детонаторов «Искра Т-500-18» и штатных детонаторов «Искра С-500-18» для инициирования скважинных зарядов из порэмита 1А местного изготовления. Апробирована технологии разрушения трудно- и особо трудно-взрывааемых массивов скальных асбестосодержащих пород с использованием опытных электронных детонаторов «Искра Т-500-18» в сравнении со штатными детонаторами «Искра С-500-18» для инициирования боевиков в верхней части рассредоточенных зарядов.

В результате выполненных исследований установлено, что при использовании электронных детонаторов Т-500-18 выход мелких фракций (0 – 100 мм) колебался в пределах от 28.1 до 53.3 % (среднее – 40.7 %), кондиционных фракций – от 43.4 до 60.8 % (среднее – 52.1 %) и негабаритных – от 0.6 до 6.87 % (среднее – 3.75 %) в сравнении с базовым вариантом, соответственно: 43.7, 42.1, 14.3 %. Средний удельный расход порэмита 1А в опытных вариантах составил 0,96 кг/м³, а в базовом варианте – 1.0 кг/м³ примерно при идентичном выходе горной массы с 1 п.м. скважин

Таблица 1

Параметры и результаты опытно-промышленных взрывов на карьерах ОАО «Ураласбест»
(март – июль 2020 г.)

Дата взрыва, № экскаватора	Название карьера и борта	№ блока длина, м	Объем блока, тыс. м ³	Горизонт, м. Вид породы, крепость, ед. Категория по взрываемости	Сетка, диаметр скважин, м *м, мм	Количество скважин, ед. Конструкция и величина заряда, кг	Название ВВ, ДШ и ЭД	СЗМ, плотность заряжания, г/см ³	Удельный расход ЭВВ, кг/м ³	Выход горной массы, м ³ / п.м.	Фракционный состав, мм, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17.03.20 (базовый вариант) № 313	Центральный Западный	50 88	40.0	-58 Перидотит с отороченными жилами асбеста K _{кр} = 11ед. V кат.	7.0 × 6.0 263.3	Всего: 58 ед. - заряд сплошной 46 скважин – вертикальные 12 скважин – наклонные	Порэмит 1А ДШН – 10 ЭД-1-8Т	К 208, 1.16 Х 936, 1.21 А 945. 1.26	0.998	39	0 – 100 43.7 101 – 600 28.9 601 – 1200 13.2 > 1200 14.3
10.03.20 (опытный вариант) № 303	Южный Восточный	23-1 80	49.0	- 88 Перидотит с отороченными жилами асбеста K _{кр} = 11ед. V кат. Серпентинит с мелкой сеткой асбеста, K _{кр} = 6 ед. 1V кат.	7.0 × 6.0 263.3	Всего – 82. сплошн. – 35 рассред. – 47 Q _в = 200 в рукава УВРЗ-260-8/5 Искра Т-500-18 ПТ-П 750 Q _н = 400 – 570 Искра - С - 0 ПТ-П 750	Порэмит 1А ДШН – 10 ЭД-1-8Т	К 208, 1.16 Т 931, 1.19 А 945. 1.16	0.941	35	0 – 100 41.6 101 – 600 44.0 601 – 1200 13.7 > 1200 0.6

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16.04.20 (опытный вариант) № 276	Южный Западный	72 100	53.0	- 13 Перидотит с отороченными жилами асбеста, K _{кр} = 11 ед. V кат	7.5 × 6.0 263.3	Всего – 74 сплошн. – 17 рассред. – 57 Q _в = 200 в рукава УВРЗ 260-8/5 Искра Т-500-18 ПТ-П 750 Q _н = 500 – 600 Искра-С-0 ПТ-П 750	Порэммит 1А ЭД-1-8Т	А 945. 1.13 А 945. 1.21 У 615, 1.22	0.938	40	0 – 100 53.3 101 – 600 36.1 601 – 1200 7.3 > 1200 3.4
16.07.20 (опытный вариант) № 339	Южный Восточный	118 100	44.0	- 88 Диорит с сер. K _{кр} = 11 ед. V кат. Тальк-карбонатная порода K _{кр} = 8 ед. IV кат. Серпентинит с мелкой сеткой асбеста, K _{кр} = 6 ед. IV кат. Серпентинит оталькованный K _{кр} = 6 ед. III кат.	7.5 × 6.0 7.0 × 6.0 7.5 × 5.0 5.0 × 6.0 263.3	Всего – 56 сплошн. – 8 рассред. – 48 Q _в = 200 в рукава УВРЗ 260-8/5 Искра Т-500-18 ПТ-П 750 Q _н = 400 – 600 Искра С- 018 ПТ-П 750	Порэммит 1А ДШН– 10 ЭД-1-8Т	Т 938, 1.17 А 945, 1.18 У 615, 1.17 К 208, 1.17	0.960	39	0 – 100 28.1 101 – 600 44.8 601 – 1200 16 > 1200 11

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.07.20 (опытный вариант) № 313	Центральный Западный	123 90	49.0	- 58 Перидотит с оторочен- ными жила- ми асбеста, K _{кр} = 11 ед. V кат	6,5 × 5.0 6.5 × 4.5 6.5 × 4.0	Всего – 86 сплошн. – 17 рассред. – 6 Q _в = 100 в ру- кава УВРЗ 260-8/5 Искра- С-0-18	Порэмит 1А ДШН– 10 ЭД-1-8Т	Т 938, 1.17 А 945, 1.18 У 615, 1.17 К 208, 1.17	1.01	33	
						Искра Т-500-18, ПТ-П 750 Q _н = 400 – 600					0 – 100 37.26 101 – 600 38.06 601 – 1200 17.82 > 1200 6.87
						Искра С-500 - 18 ПТ-П 750 Q _н = 400 – 600					0 – 100 35.1 101 – 600 32.5 601 – 1200 16.4 > 1200 16.0

35 - 36 м³/1 п.м. Стоимость подготовки 1 м³ горной массы к выемке в базовом варианте составила 24.46 руб., при выходе негабаритных фракций ≥ 1200 мм – 14.3 %, а средняя стоимость взрывного разрушения 1 м³ локального массива в опытном варианте составила 23.2 руб., при выходе негабарита – в северной части блока с использованием электронных детонаторов «Искра-Т-500-18» – 6.87 %, а в южной части блока с использованием штатных детонаторов «Искра С-500-18» – 16 %.

Область применения результатов.

Результаты исследований целесообразно использовать при проектировании и подготовке технологических взрывов и управлении энергией взрывного разрушения локальных массивов на открытых горных разработках для получения требуемого фракционного состава во взорванной горной массе.

Выводы

Сокращение затрат на дезинтеграцию локальных массивов в карьере ПАО «Ураласбест» возможно за счет применения электронных детонаторов для инициирования промежуточных боевиков на базе шашек ДПУ-600, ПТП-П 750 и др. для эффективного разрушения верхней и средней части уступов из трещиноватых крупноблочных трудно- и особо трудновзрываемых перидотитов с отороченными жилами асбеста крепостью 11 ед. по шкале проф. М.М. Протождяконова, V категории взрываемости за счет снижения объема негабаритных фракций во взорванной горной массе.

Для определения оптимальной сферы применения электронных детонаторов «Искра Т-500-18» для инициирования скважинных зарядов из ЭВВ при разработке сложноструктурных асбестовых месторождений необходимо проведение комплекса опытных взрывов на скальных пустых породах III и IV категорий взрываемости с целью снижения удельного расхода ЭВВ и достижения необходимого фракционного состава с наименьшими затратами.

Список литературы

1. Кутузов Б.Н., 1992. *Разрушение горных пород взрывом*. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство МГИ, 516 с.
2. Мосинец В.Н., 1976. *Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах*. Москва: Недра, 1976, 271 с.
3. Котяшев А.А., Шеменев В.Г., Русских А.А., Пахряев Б.В., 2015. Оперативное определение свойств и характеристик ЭВВ вблизи мест их применения. *Технология и безопасность взрывных работ: материалы научно-техн. конф., 2014*. Екатеринбург: АМБ, С. 31 - 37.
4. *Теория и практика открытых разработок*. Под общ. ред. акад. Н.В. Мельникова. Москва: Недра, 1973.
5. Дубнов Л.В., Бахареvич Н.С., Романов А.И., 1982. *Промышленные взрывчатые вещества*. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Недра, 327 с.
6. *Механика и разрушение горных пород*. Вып. 1., 1969. Под ред. М.Ф. Друкованого. Москва: Недра, 295 с.
7. Русских А.П., Котяшев А.А., 2012. Экспериментальные исследования свойств эмульсионных ВВ, изготовленных при зарядании скважин на карьерах. *Известия вузов. Горный журнал*, № 7, С. 60 - 66.
8. Котяшев А.А., Корнилков М.В., Русских А.П., Пахряев Б.В., 2013. Оценка свойств эмульсионных ВВ в процессе изготовления и зарядания скважин на карьерах ОАО "Ураласбест". *Известия вузов. Горный журнал*, № 5, С. 56 - 61.
9. Котяшев А.А., Маторин А.С., Сеницын В.А., Меньшиков П.В., 2012. Определение характеристик эмульсионных взрывчатых веществ методом производственного эксперимента. *Горная техника*. Вып. № 2, С. 64 – 65.

References

1. Kutuzov B.N., 1992. *Razrushenie gornyykh porod vzryvom* [Destruction of rocks by explosion]. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Izdatel'stvo MGI, 516 p.
2. Mosinets V.N., 1976. *Drobyashchee i seismicheskoe deistvie vzryva v gornyykh porodakh* [Crushing and seismic working of explosion in rocks]. Moscow: Nedra, 1976, 271 p.
3. Kotyashhev A.A., Shemenev V.G., Russkikh A.A., Pakhryaev B.V., 2015. Operativnoe opredelenie svoystv i kharakteristik EVV vblizi mest ikh primeneniya [Operational determination of properties and characteristics of EEMs near the places of their application]. *Tekhnologiya i bezopasnost' vzryvnykh rabot: materialy nauchno-tekh. konf.*, 2014. Ekaterinburg: AMB, Pp. 31 - 37.
4. *Teoriya i praktika otkrytykh razrabotok* [Theory and practice of open development]. Pod obshch. red. akad. N.V. Mel'nikova. Moscow: Nedra, 1973.
5. Dubnov L.V., Bakharevich N.S., Romanov A.I., 1982. *Promyshlennyye vzryvchatyye veshchestva* [Industrial explosives]. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Nedra, 327 p.
6. *Mekhanika i razrushenie gornyykh porod* [Mechanics and destruction of rocks]. Vyp. 1., 1969. Pod red. M.F. Drukovanogo. Moscow: Nedra, 295 p.
7. Russkikh A.P., Kotyashhev A.A., 2012. *Eksperimental'nye issledovaniya svoystv emul'sionnykh VV, izgotovlennykh pri zaryazhanii skvazhin na kar'erakh* [Experimental studies on properties of emulsion explosives produced during loading of wells in quarries]. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*, № 7, Pp. 60 - 66.
8. Kotyashhev A.A., Kornilkov M.V., Russkikh A.P., Pakhryaev B.V., 2013. *Otsenka svoystv emul'sionnykh VV v protsesse izgotovleniya i zaryazhaniya skvazhin na kar'erakh OAO "Uralasbest"* [Evaluation of properties of emulsion explosives in the process of manufacturing and loading wells at the open-pit mines of OAO "Uralasbest"]. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*, № 5, Pp. 56 - 61.
9. Kotyashhev A.A., Matorin A.S., Sinitsyn V.A., Men'shikov P.V., 2012. *Opre-delenie kharakteristik emul'sionnykh vzryvchatykh veshchestv metodom proizvodstvennogo eksperimenta* [Determination of characteristics of emulsion explosives by the method of industrial experiment]. *Gornaya tekhnika. Vyp. № 2*, Pp. 64 - 65.