

И.КРСМАНОВИЧ
«Eksplzivni Rudeks», Сербия
С.ТРАЙКОВИЧ
Горный университет, г.Белград, Сербия
Д.ТУНОВИЧ
Иваница, Сербия

ТЕХНОЛОГИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕРБИИ

Рассматривается технология производства взрывных работ на карьерах строительных материалов Сербии с использованием эмульсионных взрывчатых веществ. Выполнен расчет параметров взрывных работ и проведены опытные взрывы. Анализ результатов опытных взрывов показывает высокую эффективность и безопасность применения эмульсионных взрывчатых веществ детолит PE-SP.

In work the «know-how» of explosive works on quarry building materials of Serbia with use emulsion explosives is considered. Calculation of parameters of explosive works is executed and skilled explosions are lead. The analysis of results of skilled explosions shows high efficiency and safety of application emulsion explosives detolit PE-SP.

При разработке нерудных полезных ископаемых к взрывным работам предъявляются особые требования, так как кусковатость взорванной горной массы неравномерна по размерам куска. При определении рациональной степени дробления, например известняков и доломитов, наряду с выходом негабаритных фракций, необходимо учитывать объем переизмельченной горной массы (фракции с размером частиц менее 5 мм), отрицательно влияющий на выход товарной продукции. При этом второй фактор зачастую более существен. На нерудных карьерах выход переизмельченной горной массы достигает 20 %. Это ведет не только к потерям товарной продукции, но и снижает коэффициент полезного действия взрыва (огромные затраты энергии взрыва на измельчение породы). В этой связи исследования влияния взрывчатых свойств ВВ на выход переизмельченного продукта, с учетом соответствия свойств ВВ характеру разрушаемой среды, очень важны с точки зрения как затрат энергии, так и ресурсосбережения (потери минерального сырья).

В строительстве применяют методы скважинных, шпуровых, камерных (в том

числе линейных), котловых, малокамерных (рукавов) и наружных зарядов, а также комбинации этих методов.

В работе представлены результаты взрывных работ на карьере известняка «Рашичи» (Иваница).

На карьере известняка «Рашичи» используются эмульсионные ВВ детолит PE-SP и водонаполненные ВВ демулекс патронированного типа.

Эмульсионные ВВ детолит PE-SP и детолит PEM-SP заряжаются в скважины системой «НАЛИМ» машиной завода «ТРАЯЛ» (Крушевац). Детолит PE-SP не содержит металлический порошок, а детолит PEM-SP содержит Al. Эти ВВ нечувствительны на детонатор № 8 (табл.1).

Демулекс 3М – эмульсионное ВВ патронированного типа производится на стационарном пункте на заводе «ТРАЯЛ». Это ВВ чувствительно к детонатору № 8, а для изменения плотности и чувствительности служат стеклянные микросферы.

Демулекс SBM – эмульсионное ВВ патронированного типа, чувствительное к детонатору № 8, содержит металлический порошок (Al).

Свойства эмульсионных ВВ

Взрывчатые характеристики	Виды эмульсионного ВВ				
	Детолит		Демуллекс		
	РЕ-SP	РЕМ-SP	ЗМ	SBM	ЕР
Баланс кислорода, %	0	0	0	0	0
Газовый объем, л/кг	947	898	896	847	900
Теплота взрыва, кДж/кг	3015	3560	3307	3851	3294
Плотность, л/кг	1,1-1,3	1,1-1,3	1,1-1,25	1,1-1,25	1,1-1,3
Минимальный диаметр, мм	75	75	30	30	60
Инициирование	300 г пентолита	300 г пентолита	Детонатор № 8	Детонатор № 8	100 г пентолита
Скорость детонации, м/с	4800-5000	4600-4800	4800-5000	4600-4800	3500-3700
Стабильность под водой	15 дней	15 дней	6 мес.	6 мес.	3 мес.
Водостойкость	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная	Отличная

Демуллекс ЕР – эмульсионное ВВ патронированного типа, производится на заводе. Для инициирования демуллекса ЕР используется 100 г пентолита. Для изменения плотности служит экспандированный перлит.

Физико-механические и химические характеристики известняка месторождения «Рашичи»:

Объемный вес, кН/м ³	26,89
Предел прочности на сжатие, кН/см ²	837,23
Предел прочности на растяжение, кН/см ²	64,43
Угол внутреннего трения, град.	38,19
Скорость продольной волны, м/с	5588
Скорость поперечной волны, м/с	2447
Коэффициент Пуассона	0,37
Модуль упругости, ГН/см ²	44,56
Абсорбция воды, %	0,3768
Коэффициент плотности	0,962
Пористость	0,038

Известняк из месторождения «Рашичи» используется для производства бетона, гидротехнических работ, как ломкий камень для производства каменных отсыпок, насыпей, или обработанный для строительства и облицовки насыпей, для изготовления смесей асфальтового дорожного покрытия, где существует интенсивное движение,

Производственная мощность карьера «Рашичи» 70 тыс.м³ прочной горной породы. Кроме добычи прочной горной породы, производится дробление известняка на щебень различной фракции.

Параметры БВР при комбинированном использовании зарядов, состоящих из 5 % детонекса и 95 % детолита РЕ-SP, следующие:

Удельный расход ВВ, кг/м ³	$q = 0,45$
Вместимость ВВ на скважину, кг/м	$p = 7$
Сопротивление по подошве уступа, м	$W = 3,4$
Расстояние между скважинами, м	$a = 3,7$
Расстояние между рядами скважин, м	$b = 3,2$
Объем материала на скважину, м ³	$V = 203,5$
Количество ВВ на скважину, кг	$Q = 91$
Длина заряда скважины, м	$l_p = 13$
Длина перебура скважины, м	$l_{пр} = 0,5$
Длина забойки скважины, м	$l_c = 3,5$
Количество ВВ для взрыва, кг	$Q_e = 4553$
Количество детонекса, кг	$Q_{дет} = 228$
Количество детолита РЕ-SP, кг	$Q_{детол} = 4525$
Объем материала для производства взрыва скважин, м ³	$V' = 10172,8$

Параметры буровзрывных работ представлены в табл.2.

Для оценки сейсмического воздействия взрыва на окружающую среду были проведены экспериментальные исследования.

Интенсивность сейсмических волн при взрывных работах можно определить измерением одного из трех динамических параметров: скорости смещения частиц грунта (V), ускорения (a) и смещения.

Для оценки сейсмического действия при взрыве лучше взять скорость смещения грунта, так как она является характеристикой плотности энергии в сейсмической вол-

Общий расход ВВ по рядам

Первый ряд				Второй ряд				Третий ряд				Общий расход			
Номер скважины	Глубина скважины, м	Расход ВВ, кг		Номер скважины	Глубина скважины, м	Расход ВВ, кг		Номер скважины	Глубина скважины, м	Расход ВВ, кг		Общая глубина, м	Расход ДШ, м	Расход ВВ, кг	
		Детонекс	Детолит РЕ-SP			Детонекс	Детолит РЕ-SP			Детонекс	Детолит РЕ-SP			Детонекс	Детолит РЕ-SP
1	18	5	95	17	18	5	95	34	18	5	95	54	66	15	285
2	18	5	95	18	18	5	95	35	18	5	95	54	66	15	285
3	18	5	95	19	18	5	95	36	17	5	90	53	64	15	280
4	17	5	90	20	17	5	95	37	17	5	90	51	62	15	270
5	17	5	90	21	17	5	90	38	17	5	90	51	62	15	270
6	17	5	90	22	17	5	90	39	17	5	90	51	62	15	270
7	17	5	90	23	17	5	90	40	17	5	90	51	62	15	270
8	17	5	90	24	17	5	90	41	17	5	90	51	62	15	270
9	16	5	85	25	16	5	85	42	16	5	85	48	58	15	255
10	16	5	85	26	16	5	85	43	16	5	85	48	58	15	255
11	16	5	85	27	16	5	85	44	16	5	85	48	58	15	255
12	16	5	85	28	16	5	85	45	16	5	85	48	58	15	255
13	16	5	85	29	16	5	85	46	16	5	85	48	58	15	255
14	16	5	85	30	16	5	85	47	16	5	85	48	58	15	255
15	15	5	80	31	15	5	80	48	15	5	80	45	55	15	240
16	15	5	80	32	15	5	80	49	15	5	80	45	55	15	240
Σ 16	265	80	1405	16	280	85	1485	16	279	85	1480	824	1000	250	4370

Таблица 3

Результаты измерения для взрывания на карьере «Рашичи»

Место измерения	Расстояние от места взрыва до места измерения, м	Максимальное количество ВВ на ступень замедления, кг	Общая масса ВВ, кг	Максимальная скорость по компонентам, мм/с			Результирующая максимальная скорость V_{max} , мм/с	Действительная скорость вибрации V_{st} , мм/с	Частоты по компонентам f , Гц		
				V_V	V_T	V_L			V	T	L
ММ-1	492,0	118,0	6260	1,1	1,5	1,5	2,39	1,87	5,26	20,8	66,6
ММ-2	312,0	118,0	6260	1,2	2,0	1,8	2,95	2,11	7,79	7,43	7,41
ММ-3	490,0	118,0	6260	1,1	2,4	2,2	3,44	2,94	30,3	21,7	20,6
ММ-4	392,0	118,0	6260	1,0	3,0	3,7	4,87	3,84	9,22	11,3	7,98
ММ-5	362,0	118,0	6260	2,2	6,4	3,3	7,52	6,68	25,8	25,7	13,4
ММ-6	180,0	118,0	6260	2,5	4,4	7,6	9,13	8,34	29,6	24,8	21,6

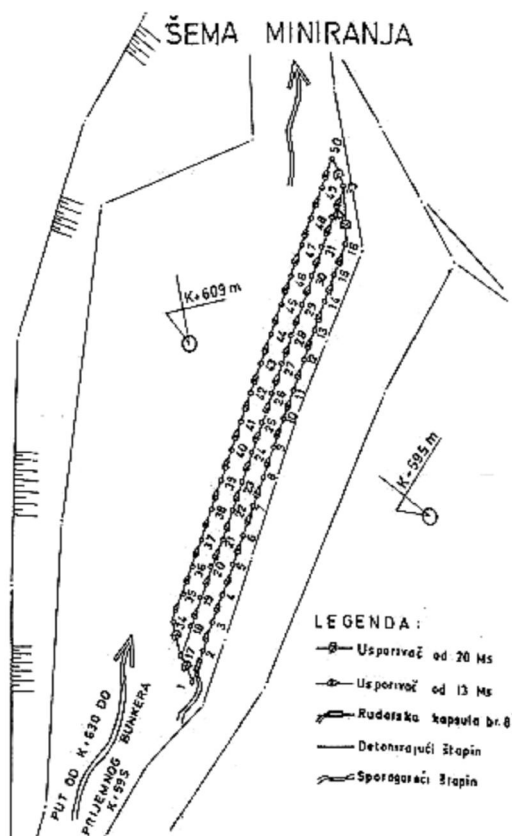
не. Если регистрирование скорости смещения выполняется трехкомпонентным детектором, то результирующую скорость смещения грунта рассчитывают по формуле

$$V_{max} = \sqrt{V_V^2 + V_T^2 + V_L^2},$$

где V_V – вертикальная компонента скорости смещения грунта, мм/с; V_T – поперечная

компонента скорости смещения грунта, мм/с; V_L – продольная компонента скорости смещения грунта, мм/с.

После вычисления максимальной скорости смещения (V_{max}) грунта с помощью велосигаммы можно определить действительную скорость вибрации грунта (V_{st}) по амплитудным значениям составляющих компонент, взятых для одного и того же



момента времени, а затем по формуле вычисляется результирующая действительная скорость смещения.

Использование максимальной скорости смещения грунта V_{\max} для оценки действия взрыва позволяет получить надежные результаты безопасности, так как максимальная скорость вибрации всегда больше действительной.

Измерение сейсмического эффекта при взрывных работах осуществлялось с помощью измерительных преобразователей типа «Vibraloc» (фирма АВЕМ, Швеция). Измерительный преобразователь содержит три сейсмометра с ориентацией в направлении осей X, Y и Z. Сейсмограф позволяет по зарегистрированной скорости смещения (V) определить ускорение (a), смещение грунта (X) и частоту колебаний грунта.

Измерительные преобразователи устанавливались в грунте на расстоянии 1,0-1,5 м от фундамента объекта и внутри объекта на бетонном основании.

Результаты сейсмических исследований при производстве взрывных работ на карьере «Рашичи» приведены в табл.3.

Схема взрывания представлена на рисунке.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Зарегистрировано сейсмическое воздействие массовых взрывов на карьере «Рашичи» в шести точках измерения.

2. Величины скорости смещения грунта у объектов (места измерения ММ-1 – ММ-6) в допустимых рамках не имеют опасного влияния на объекты (оценка сделана по шкале ИФЗ АН России и по DIN-у 4150).

3. Установлено, что использование комбинированных зарядов, содержащих 5 % детонекса и 95 % детолита PE-SP, обеспечивает высокую безопасность и более низкую себестоимость по отношению к порошкообразным ВВ.