

О значении энергоемкости бурения взрывных скважин для системы автоматизированной подготовки буровзрывных работ на карьерах

докт. техн. наук, проф. Тангаев И. А., ведущ. научн. сотр. ИКИТ КРСУ

1. Цели измерения энергоемкости процесса бурения взрывных скважин

В процессе проходки взрывных скважин можно получить информацию о взрываемости пород, по результатам которой в дальнейшем определить параметры буровзрывных работ (БВР) – величину удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ), массу (вес) заряда, выбрать тип и характеристику ВВ и нанести сетку расположения скважин на поверхность разрушаемых блоков пород. Необходимость такого подхода объясняется тем, что крепость, блочность и трещиноватость пород на карьерах и в границах разрушаемых блоков крайне неоднородны. Без учета указанных факторов нельзя достичь равномерного и качественного дробления пород.

На рис. 1 показан блок из неоднородных пород с различной энергоемкостью бурения скважин.

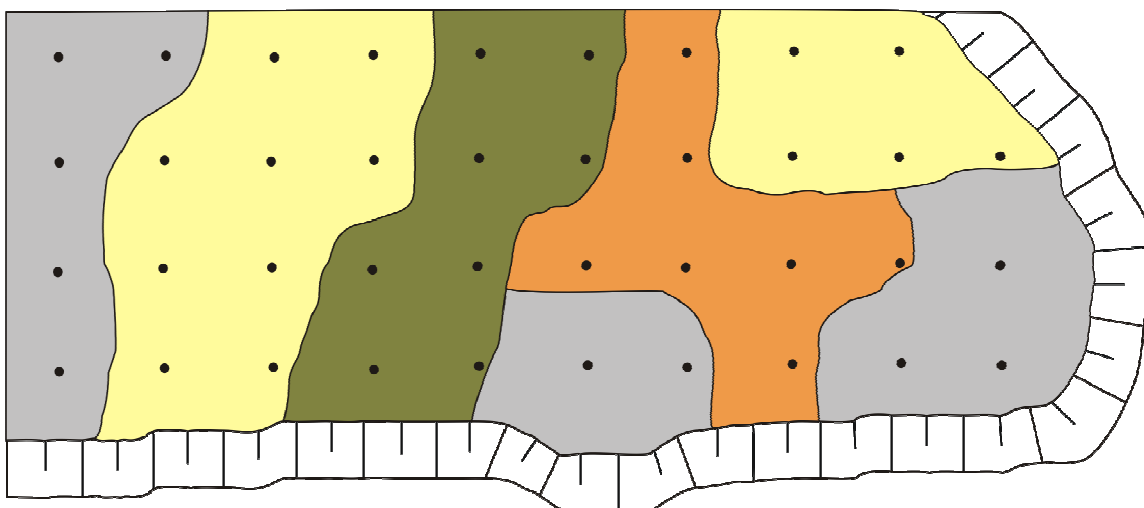


Рис. 1. Блок пород с различной энергоемкостью бурения взрывных скважин:

■ 1,5-2,0 кВт·ч/м; ■ 2,0-2,5 кВт·ч/м; ■ 2,5-3,0 кВт·ч/м; ■ >3,0 кВт·ч/м;

При бурении скважин на блоке из неоднородных пород с постоянным расстоянием между ними и взрыванием зарядов одинакового веса качество дробления пород будет таким же неравномерным, насколько неоднородны породы в разрушаемых блоках. Плохое качество взрывов: большое количество негабаритов, плохая проработка почвы, чрезмерное разубоживание полезных ископаемых – отрицательно сказывается на производительности экскаваторов, средств транспорта и, как следствие, на экономических показателях разработки месторождений.

Информация об энергоемкости бурения, полученная в процессе проходки скважин, и определенная таким образом неоднородность пород могут быть использованы при составлении проекта на массовый взрыв. Эта цель достигается с помощью контроллера бурового станка «Кобус».

Общий вид «Кобуса» показан на рис. 2.

Прибор позволяет осуществлять непрерывный сбор и накопление сигналов от нескольких датчиков и постоянно получать информацию о параметрах бурения скважин, физико-механических свойствах и структуре массива пород в разрушаемом блоке. Измеряют подводимые к приводу буровой штанги станка напряжение U , В и силу тока I , А, определяющие мощность W , кВт, передаваемую на буровое долото.



Рис. 2. Многофункциональное устройство для измерения и регистрации различных параметров процесса бурения взрывных скважин на карьерах - контроллер бурового станка «Кобус»

Таким образом, если определять эти показатели в заданном интервале глубины бурения, например, через метр или более, то энергоемкость бурения скважины можно определить из выражения:

$$E = W \cdot t, \text{ кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

где t – время бурения скважины с заданным интервалом, час.

В таком случае величина удельной энергоемкости бурения скважин e , кВт·ч/м, может быть использована для оценки крепости (взрываемости) пород в объеме, приходящимся на каждую скважину.

Для более точной оценки буримости и взрываемости пород энергоемкость необходимо измерять через несколько метров от поверхности уступа, то есть ниже разрушенного слоя в результате перебура и взрыва вышележащего блока пород.

На рис. 3 показаны диаграммы изменения энергоемкости бурения по глубине скважин, подтверждающие такой вывод.

2. Использование показателей энергоемкости бурения на практике

2.1. Расчет параметров буровзрывных работ

В соответствии со значением e , кВт·ч/м, величина удельного расхода эталон-

ного ВВ q , кг/м³, может быть рассчитана по формуле [2]:

$$q = 0,24e + 0,16, \text{ кг/м}^3 \quad (2)$$

Вес заряда ВВ Q , кг, для качественного дробления породы может быть найден из выражения:

$$Q = q \cdot V, \text{ кг.} \quad (3)$$

Здесь V – объем взрываемой породы, приходящейся на одну скважину:

$$V = a \cdot b \cdot H, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где a - расстояние между скважинами в ряду, м;

b - расстояние между рядами скважин, м;

H - высота уступа, м.

В энергетическом эквиваленте удельный расход ВВ и энергия взрыва заряда могут быть определены по формулам 5-6:

$$q = 0,03e + 0,6, \text{ МДж/м}^3 \quad (5)$$

$$Q = q \cdot a \cdot b \cdot H, \text{ МДж} \quad (6)$$

В этих выражениях учитывается удельная энергия применяемого ВВ и его плотность при зарядании скважин.

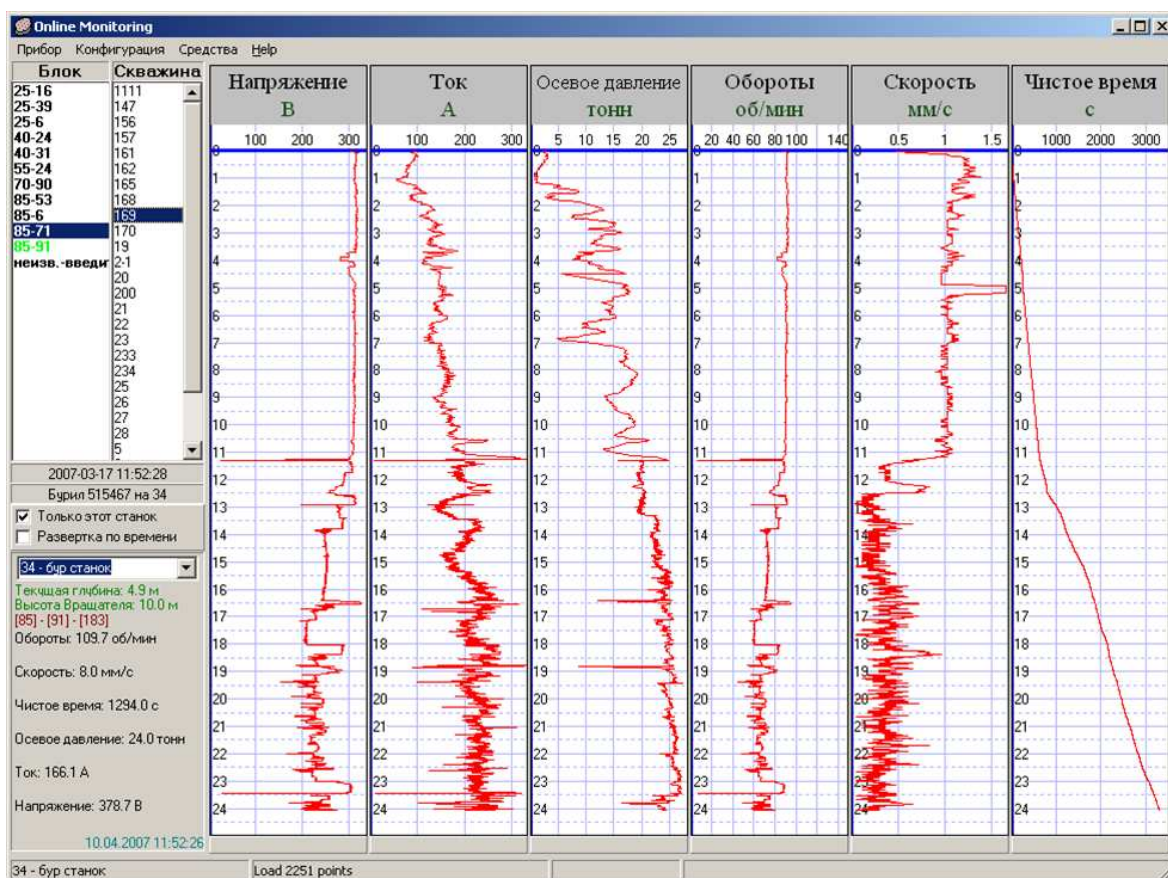


Рис. 3. Диаграммы изменения энергоемкости бурения скважин на разной глубине

2.2. Параметры расположения скважин на блоке

Наиболее простое использование показателя e для управления качеством дробления пород состоит в том, что бурение скважин осуществляют по обычной для карьера квадратной или шахматной сетке с принятыми расстояниями между скважинами в ряду и между рядами. Расчет зарядов для каждой скважины производят по формулам 2-3 или 5-6. При таком подходе неоднородность пород учитывается автоматически и создаются условия для равномерного дробления пород при взрыве. Максимальный эффект взрыва достигается в том случае, если на карьере применяют ВВ местного приготовления и при механизированном заряжении скважин регулируют параметры зарядов – плотность, скорость детонации ВВ и энергию взрыва.

Изменение сетки целесообразно осуществлять в процессе бурения скважин, если получена предварительная информация о неоднородности пород блока в результате измерения показателя e в области перебура скважин и составления прогнозной карты распределения пород нижележащего горизонта. Этот метод относится к более высокому уровню проектирования буровзрывных работ и возможен на основе программно-технического комплекса (ПТК) **Blast Maker** при условии оснащения всех буровых станков на карьере приборами «Кобус».

Кроме проектирования параметров БВР и прогнозирования результатов взрывов, информация о свойствах пород и их структуре, полученная при бурении скважин, может быть использована для построения цифровой модели месторождения, прогнозирования устойчивости уступов и бортов карьера, других инженерно-технических и производственных задач [1].

2.3. Определение категории буримости пород

Для оценки буримости применяют Единую классификацию горных пород по буримости, основанную, преимущественно, на коэффициенте крепости пород по шкале проф. М. М. Протоdjeяконова f . В производственных условиях буримость пород при заданных параметрах процесса бурения определяют хронометражными измерениями скорости и основного времени бурения скважин. Установлено, что наиболее простой и надежный способ оценки буримости пород - по величине энергии, затраченной на единицу объема выбуренной породы. Для этого достаточно величину энергии, затраченной двигателем вращателя бурового станка, разделить на количество пробуренных за определенное время погонных метров скважины $e=E/L$, кВт·ч/м, и найти искомое значение буримости в табл. 1. Энергетическая шкала буримости пород показана в табл. 1.

Таблица 1

Энергетическая шкала буримости пород

Категория крепости пород	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Удельная энергоемкость бурения, кВт·ч/м	0,5-0,7	0,7 - 0,9	0,9 - 1,1	1,1 - 1,3	1,3 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2,1	2,1 - 2,5	2,5 - 2,9	2,9 - 3,5	3,5 - 4,2	4,2 - 5,0	5,0 - 5,9	5,9 - 6,9	> 6,9

По этой шкале буримость горной породы можно оценить по отдельной скважине, блоку пород, за определенное время работы бурового станка.

2.4. Оценка качества буровых долот и условий их применения

Качество шарошечных буровых долот может быть установлено по результатам сравнительных промышленных испытаний в одинаковых горно-геологических условиях по величине эксплуатационных затрат на бурение одного погонного метра скважины по формуле [3]:

$$C_{\bar{o}} = C_{\bar{o}c}/H + C_{\bar{o}}/V, \quad (7)$$

где $C_{\bar{o}}$ – стоимость бурения 1 погонного м скважины, руб.;

$C_{\bar{o}c}$ – стоимость 1 часа работы станка, без учета затрат на долото, руб.;

V – средняя механическая скорость бурения, м/час;

$C_{\bar{o}}$ – цена долота, руб.;

H – средняя проходка на долото, м.

Показатель средней проходки на долото в одних и тех же условиях может быть найден из удельной энергоемкости бурения по формуле:

$$H = P/e, \quad (8)$$

где P – работоспособность или наработка на отказ, кВт·ч;

e – средняя энергоемкость бурения за весь период работы долота до выхода из строя, кВт·ч/м.

Средняя энергоемкость бурение за время работы долота до выхода из строя можно определять с помощью прибора, регистрирующего расход энергии двигателем-вращателем за длительное время работы станка. Было установлено, что в размерности кВт·ч показатель работоспособности долот определенного типа есть величина постоянная. Для долот, например, ОКП-243 величина P была установлена на нескольких карьерах в различных породах и составила 180 кВт·ч.

При установке приборов Кобус на станках шарошечного бурения, помимо оценки стойкости долота, выраженной в метрах проходки до его разрушения, необходимо учитывать также величину израсходованной энергии за весь срок службы долота. Большее значение показателя работоспособности будет означать более высокую эффективность долот различного типа, а для долот одного типа – более квалифицированную эксплуатацию.

Применение ПТК “**Blast Maker**” и приборов «Кобус», установленных на буровых станках, позволит в полной мере использовать технические преимущества автоматизированной системы проектирования буровзрывных работ на карьерах. Экономический эффект от внедрения системы в производство достигается за счет снижения затрат на буровзрывные и выемочно-погрузочные работы. Этот метод может быть распространен на все технологические процессы горнообогатительного комплекса, потребляющего различные виды энергии – электрическую - в процессах бурения, экскавации, конвейерного и электровозного транспорта, при дроблении и измельчении полезных ископаемых; химическую – при взрывном

разрушении крепких пород и полезных ископаемых; в тепловую - от сжигания дизельного топлива при транспортировании горных пород автосамосвалами.

Изложенные принципы пригодны также для использования на малых карьерах с 2-3 буровыми станками. В этом случае достаточно ограничиться их оснащением приборами «Кобус» и использовать показания в корректировке параметров БВР, определяемых в «ручном режиме» с фиксацией значений энергоемкости по каждой скважине, записью в журнале или на плане блока.

Литература:

1. Коваленко В. А., Стубарев В. М., Мамедов М. Х. и др. Автоматизированная система сбора данных с буровых станков// «Горный журнал» №2, 2001, М.- с. 37.
2. Тангаев И. А. Буримость и взрываемость горных пород. – М.: Недра, 1978.
3. Каталог горнорудных шарошечных долот. Руководство по эксплуатации. Волгобурмаш, 2008 г.