

УДК 622.271.324.625.7.06

В. А. Шаламанов, Д. В. Бойко

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД КУЗБАССА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГ

В настоящее время в России объем добычи угля открытым способом в общем объеме добычи по отрасли составляет 65 %. К 2020 г. прогнозируется увеличение его доли до 75 % [1].

При открытом способе добычи угля, в особенности, если речь идет о динамически развивающемся горнодобывающем предприятии, присутствуют так же и отрицательные аспекты одним из которых является коэффициент вскрыши, среднее значение которого по Кузбассу составляет $6,5 \text{ м}^3/\text{т}$ [1].

Углевмещающие породы – основная затратная составляющая у угольщиков на предприятиях с открытой добычей угля. С ней связаны и проблемы вывоза этих пород, складирования, и неизбежных экологических платежей, нередко и штрафов.

Вместе с тем применение раздробленных углевмещающих горных пород в качестве местного материала для строительства технологических дорог горнодобывающих предприятий является обоснованным решением, направленным на повышение эффективности разработки угольных месторождений открытым способом.

Углевмещающие породы Кузнецкого бассейна почти повсеместно представлены песчаниками – 50 %, алевролитами – 40 %, переслаиваниями песчаников и алевролитов – 6 %, аргиллитами и другими разновидностями пород – 4 %. Предел прочности при сжатии у песчаников колеблется в интервале от 10 до 200 МПа, алевролитов – от 8 до 140 МПа, аргиллитов – от 6 до 70 МПа [2 – 4].

Прочные и весьма прочные песчаники (предел прочности при сжатии более 70 МПа), за исключением песчаников с преобладанием глинистого цемента, а также весьма прочные алевролиты (предел прочности при сжатии более 150 МПа), как правило, характеризуются малой потерей прочности на сжатие при их водонасыщении (коэффициент размягчаемости более 0,8), поэтому наиболее подходят для устройства дорожной одежды технологических дорог [2].

Нами была поставлена задача разработать для производителей экспресс-метод оценки прочностных свойств углевмещающих горных пород с использованием современных ультразвуковых приборов



Рис. 1. Современный ультразвуковой прибор с визуализацией (дефектоскоп) ПУЛЬСАР-1.2

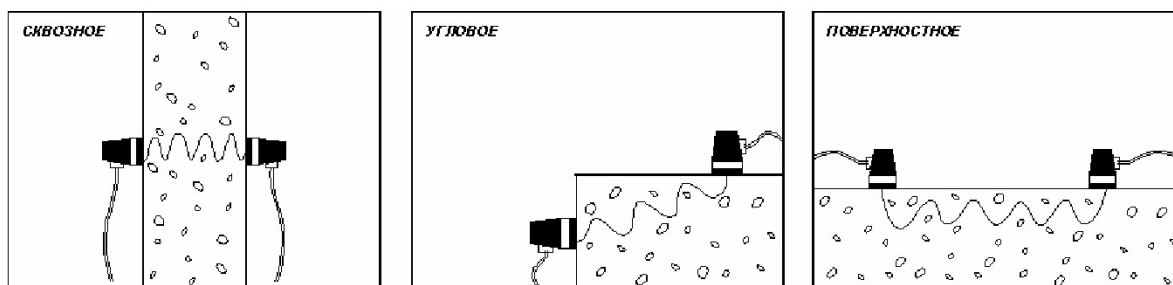


Рис. 2. Возможны варианты прозвучивания со смазкой и сухим контактом

– Пульсар – 1.2 (рисунок 1). Основными характеристиками современного прибора являются [5]:

1. Диапазоны измерения времени – до 100 мкс;
2. Диапазон измерения скорости – от 1000 до 10000 м/с;
3. Пределы погрешности измерения времени – $\pm (0,01t + 0,1)$ мкс;
4. Пределы погрешности измерения скорости – $\pm (0,01v + 10)$ м/с;
5. Измерения с датчиком поверхностного прозвучивания на фиксированной базе с сухим контактом – 120 ± 1 мм (рисунок 2);
6. Измерения при сквозном прозвучивании с ультразвуковыми преобразователями на произвольной базе с контактной смазкой или поверхностном и угловом прозвучивании с сухим контактом или со смазкой на произвольной базе (рисунок 2);
7. Разрешающая способность – 0,05 мкс;
8. Диапазон / шаг регулировки усиления – 80 / 6 дБ;
9. Напряжение возбуждения – до 600 В;
10. Рабочие частоты УЗК – 60 ± 10 кГц.

Основные преимущества ультразвукового дефектоскопа Пульсар – 1.2 [5]:

1. Некритичность результатов к силе прижатия преобразователей;
2. Работоспособность на больших базах прозвучивания;
3. Визуализация принимаемых сигналов (с автоматической и ручной регулировкой усиления), режим осциллографа, оценка затухания УЗК;
4. Улучшенное соотношение «сигнал-шум», широкий динамический диапазон;
5. Универсальные преобразователи на излучение и прием с повышенной отдачей;
6. Повышенное напряжение возбуждения зондирующих импульсов
7. Датчик поверхностного прозвучивания с фиксированной базой позволяет контролировать объекты с низкой прочностью при минимальных скоростях УЗК от 1200 м/с.

Выполненные нами исследования позволяют создать каталог достоверных зависимостей для оценки прочностных свойств углевмещающих горных пород Кузбасса.

В результате лабораторных испытаний углевмещающих пород Кемеровского, Анжерского, Беловского, Ленинск-Кузнецкого и других угленосных районов Кузбасса получены следующие уравнения регрессии, выражающие связь между пределом прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ в МПа и скоростью распространения в них продольных ультразвуковых волн v_p в м/с [2].

Для песчаников крупнозернистых массивной текстуры:

зависимость линейная

$$\sigma_{сж} = -92,83 + 0,43 v_p \quad (1)$$

коэффициент корреляции $R = 0,77$;
коэффициент вариации предела прочности при сжатии $K_\sigma = 29,75$ %;
коэффициент вариации скорости распространения продольной волны в породе $K_v = 9,44$ %;
зависимость гиперболическая

$$\sigma_{сж} = 227,99 - 595278,6 / v_p; \quad (2)$$

коэффициент корреляции $R = 0,74$;
зависимость логарифмическая

$$\sigma_{сж} = -1269,4 + 162,6 \ln v_p; \quad (3)$$

коэффициент корреляции $R = 0,76$;
зависимость параболическая

$$\sigma_{сж} = -13,71 + 0,00214 v_p + 0,0000052 v_p^2; \quad (4)$$

коэффициент корреляции $R = 0,78$.

Аналогичные зависимости получены для всех остальных исследованных типов пород массивной текстуры.

Как показали многочисленные обработки показателей свойств пород на ЭВМ, параболическая зависимость является наиболее надежной.

Выполненные исследования прочностных свойств и скоростей распространения продольных ультразвуковых волн угленосных районов Кузбасса позволяют сделать следующие выводы:

1. Пределы прочности горных пород районов при сжатии изменяются от 20 до 149,0 МПа, скорость распространения продольных ультразвуковых волн – от 2380 до 4690 м/с, преобладающая прочность пород районов при сжатии составляет 50 – 90 МПа, при растяжении – 4 – 8 МПа, скорость ультразвуковых волн – 3400 – 4200 м/с;

2. В прочных и очень прочных песчаниках и алеволитах скорость распространения продольных ультразвуковых волн составляет в основном 3800 – 4900 м/с, в слоистых, слаботрещиноватых песчаниках, алеволитах и аргиллитах средней и выше средней прочности – 3200 – 3800 м/с, в сильнотрещиноватых очень слабых породах – 1600 – 2300 м/с;

3. В мелкозернистых породах скорость распространения продольных ультразвуковых волн, при прочих равных условиях, на 4 – 6 % больше, чем в среднезернистых, и на 6 – 8 % больше, чем в крупнозернистых, рост прочности сопровождается увеличением скорости распространения волн;

4. Разброс скорости распространения продольных ультразвуковых волн в породах значительно меньше, чем разброс пределов прочности их при сжатии и растяжении, обусловлено это тем, что изменения вещественного состава обломков и цемента пород незначительно влияет на скорость распространения в них волн, в то же время эти изменения весьма сильно влияют на прочность пород.

5. Установленные уравнения взаимосвязей пределов прочности на сжатие и скоростей распространения продольных ультразвуковых волн можно использовать, для экспресс-метода определения прочностных свойств горных пород, это позволит значительно сократить объемы лабора-

торных испытаний прочностных свойств пород традиционными методами, характеризующимися большой трудоемкостью и продолжительностью, и снизить стоимость работ в 1,5 – 2 и более раза.

Результаты выполненных исследований позволяют нам рекомендовать ультразвуковой дефектоскоп Пульсар – 1.2 для определения скоростей рас-

пространения продольных волн как на образцах правильной формы, так и на монолитах, а следовательно и оценивать прочностные свойства углевмещающих горных пород для использования их в качестве несущих слоев дорожных одежд технологических дорог разрезом Кузбасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угольная промышленность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://grandars.ru/shkola/geografiya/ugolnaya-promyshlennost.html>. – Загл. с экрана.
2. Шаламанов, В.А. Экспериментально-теоретические основы совершенствования методов прогнозирования прочностных свойств горных пород Кузбасса [Текст] : дис. д-ра техн. наук / КузГТУ. – Кемерово, 1996. – 306 с.
3. Штумпф, Г.Г. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна [Текст]: Справочник. / Г.Г. Штумпф [и др.]. – М.: Недра, 1994. – 447 с.
4. Паначев, И.А. Особенности открытой добычи и переработки углей сложноструктурных месторождений Кузбасса [Текст] / И.А. Паначев [и др.]. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. – 220 с.
5. Ультразвуковой прибор с визуализацией (дефектоскоп) ПУЛЬСАР-1.2/2.2 [Электронный ресурс]. Описание и технические характеристики. Режим доступа: <http://www.interpribor.ru/pulsar12.php>

□ Авторы статьи:

Шаламанов
Виктор Александрович,
докт.техн.наук, проф. каф. «Автомобильные дороги» КузГТУ.
Тел: 8-905-901-60-41

Бойко
Дмитрий Васильевич,
старший препод. каф. «Автомобильные дороги» КузГТУ,
e-mail: boiko_dmitrii87@mail.ru