

УДК 622.363.2:620.179.1.05

АДАПТАЦИЯ ПРИБОРОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Н.А. Зольников, В.Н. Дешковский, А.В. Варламов
(ОАО «Белгорхимпром»)

АННОТАЦИЯ. Представлены результаты экспериментов, выполненных при адаптации приборов неразрушающего контроля для оценки прочности, однородности и напряженного состояния массива соляных пород. Получены положительные результаты, подтверждающие целесообразность применения данных приборов в условиях Старобинского месторождения.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, дефекты структуры пород, прочность материала, образцы породы

ADAPTATION OF NON-DESTRUCTIVE CONTROL DEVICES TO STUDY THE PROPERTIES OF THE ROCK MASS IN CONDITIONS OF THE STAROBIN POTASH SALTS DEPOSIT

N. Zolnikov, V. Deshkovskii, A. Varlamov
(JSC «Belgorkhimprom»)

ABSTRACT. In the article the results of experiments during the adaptation of non-destructive control devices for estimation the rock strength, consistency and stress condition of rock salts mass are presented. Positive results have been obtained proving the expediency of the use of these devices in conditions of Starobin Deposit.

Key words: non-destructive control, structural defect of rocks, the strength of material, formation samples

В последние годы отмечается значительный рост производства и применения средств неразрушающего контроля (НК) главным образом в строительной индустрии. Преимущества НК обусловлены его высокой производительностью и малой трудоемкостью, что особенно важно при изучении свойств массива горных пород в натуральных шахтных условиях.

Пожалуй, одним из наиболее важных и часто определяемых критериев при стандартных испытаниях прочностных свойств горных пород, как и для бетонов, является предел прочности при одноосном сжатии.

В отличие от бетонов, определение прочностных свойств горных пород осуществляется главным образом по керну геологоразведочных скважин или образцам, изготовленным из монолитов путем механической обработки. Этот



На ОАО «Беларуськалий» (regioninvest.by)

метод является самым трудоемким, поскольку большую часть времени занимает пробоподготовка. В то же время механическое воздействие на извлекаемый монолит горных пород и дальнейшая его обработка при подготовке образцов влияют на определяемые в результате испытаний параметры. Из монолита, как правило, извлекаются наиболее прочные образцы, поскольку при пробоподготовке образцы с дефектами (трещины, ослабленные контакты пород с различными свойствами, например, глина — каменная соль и др.) разрушаются при механическом воздействии на них. При таком подходе к испытаниям на прочность идет речь о свойствах отдельно взятого куска горной породы, а не о горном массиве.

В настоящее время признано, что поведение массива пород в целом определяется прежде всего дефектами в его структуре. Массивы горных пород являются дискретными, анизотропными, неоднородными средами, обладающими к тому же начальным напряженным состоянием. Для изучения свойств массива горных пород необходимо проводить эксперименты над объектом исследования в его естественном состоянии, т. е. в шахтных условиях.

Поскольку приборы НК в настоящее время находят широкое применение, обеспечивая высокую точность измерений, то логичным является их апробация для изучения свойств горных пород и массивов горных пород. С целью внедрения новых приборов в практику натуральных шахтных исследований горной лабораторией ОАО «Белгорхимпром» приобретены два прибора неразрушающего контроля ОНИКС-2.5 и ОНИКС ОС НПП «Интерприбор» (г. Челябинск).

Прибор ОНИКС-2.5 предназначен для определения прочности материала (бетона) на сжатие неразрушающим ударно-импульсным методом по ГОСТ 22690-88.

Принцип работы прибора основан на обработке импульсной переходной функции электрического сигнала, возникающего в чувствительном элементе при ударе о материал (бетон). Преобразование

входного электрического параметра в прочность или другой эквивалентный параметр производится по формулам

$$B = U \cdot ak, \quad (1)$$

$$R = (A_0 + A_1 \cdot B + A_2 \cdot B^2) \cdot kv \cdot kf, \quad (2)$$

где

B — условная твердость материала, МПа;

U — эквивалент электрического параметра;

R — прочность материала, МПа;

ak — коэффициент калибровки;

kv — коэффициент возраста материала (бетона);

kf — коэффициент формы;

A_0, A_1, A_2 — коэффициенты аппроксимирующего полинома.

Прибор ОНИКС-ОС предназначен для определения прочности материала (бетона) методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690-88. Применяется в особо ответственных случаях при обследовании зданий и сооружений, а также для уточнения и корректировки калибровочных коэффициентов ударно-импульсных приборов, в данном случае — прибора ОНИКС-2.5.

Метод отрыва со скалыванием и заключается в регистрации усилия, необходимого для местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства.

Преобразование усилия вырыва в прочность производится по формуле

$$R = (A_0 + A_{01} \cdot F + A_2 \cdot F^2), \quad (3)$$

где

F — значение силы, при которой произошел вырыв, кН.

Если проведение градуировочных испытаний по каким-то причинам невозможно, то допускается работать прибором ОНИКС-2.5 по усредненным градуировочным характеристикам. При этом прочность измеряется в относительных единицах и отражает характер ее распределения в исследуемом объекте (в нашем случае — массиве горных пород).

На первом этапе проведены отдельные эксперименты по адаптации прибора ОНИКС-2.5 для изучения прочности и напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород в условиях Старобинского месторождения по следующей программе:

1) Изучение прочности образцов горной породы, определяемой с помощью прибора ОНИКС-2.5 и лабораторного пресса;

2) Изучение прочности массива горных пород прибором ОНИКС-2.5 в шахтных условиях с последующим извлечением монолита, изготовлением образцов и испытанием их с помощью лабораторного пресса;

3) Изучение НДС массива по длине горной выработки прибором ОНИКС-2.5.

Согласно рекомендациям производителя приборов, для установления градуировочной зависимости ОНИКС-2.5 из сильвинита изготовлены 5 образцов кубической формы с размером ребра 50 мм. Прове-

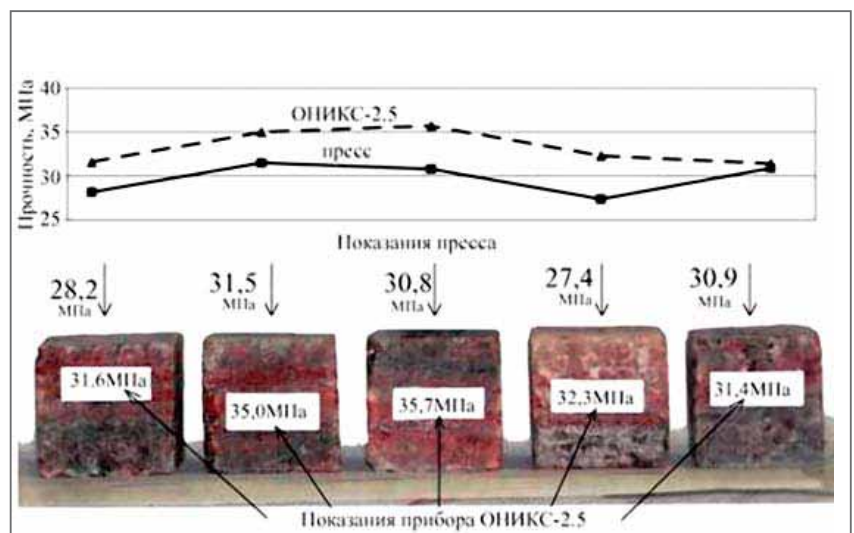


Рис. 1. Результаты лабораторных испытаний образцов сильвинита

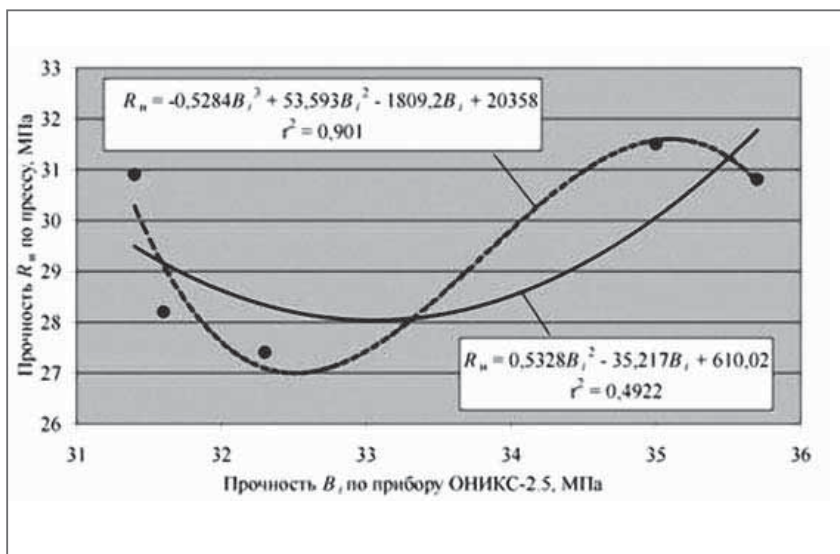


Рис. 2. Аппроксимация градуировочной зависимости для прибора ОНИКС-2.5 полиномами 2-й и 3-й степени

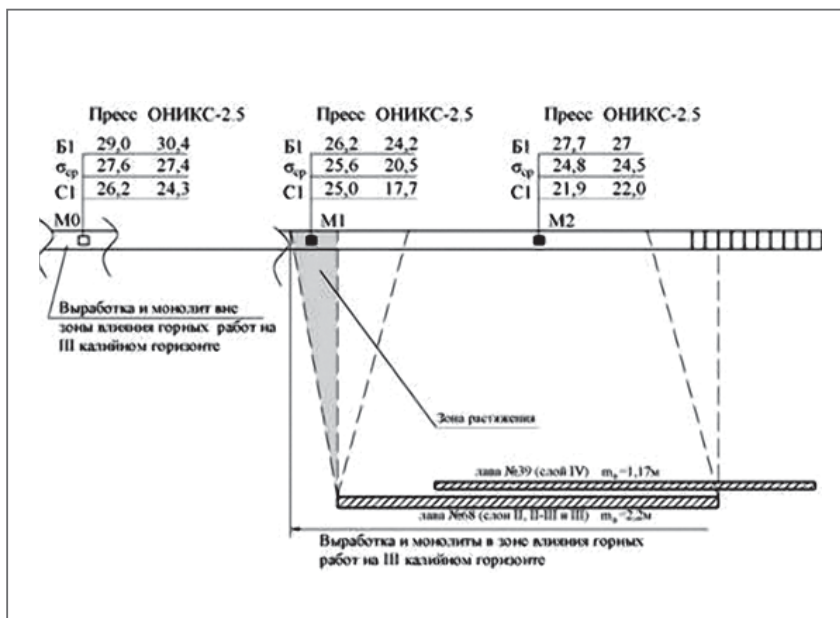


Рис. 3. Характер изменения предела прочности каменной соли на одноосное сжатие (слои B1 и C1) на горизонте каменной соли в зависимости от местоположения участка отбора монолитов по отношению к горным работам на III калийном горизонте

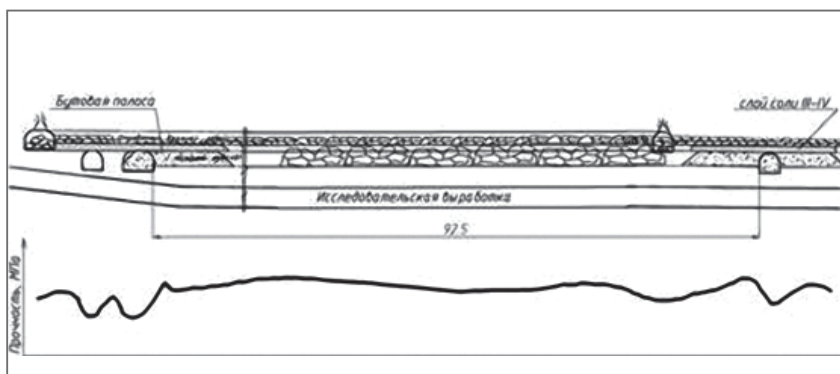


Рис. 4. Характер распределения прочности слоя каменной соли в полевой исследовательской выработке по результатам измерений прибором ОНИКС-2.5

дены испытания образцов прибором ОНИКС-2.5 с нанесением по 5 ударов по двум противоположным сторонам каждого куба (при этом в меню прибора установлены значения коэффициентов $A_0 = 0, A_1 = 1, A_2 = 0, k_{\sigma} = 1, k_{\phi} = 1$). Зафиксированы полученные средние значения V_i для каждого куба. Затем проведены разрушающие испытания образцов с такой же их ориентацией относительно оси сжатия, как и при испытаниях прибором ОНИКС-2.5 и вычислены значения предела прочности R_n . Результаты экспериментов представлены на рис. 1.

В первом приближении градуировочная зависимость может быть аппроксимирована полиномами второго или третьего порядков (рис. 2) и требует дальнейшего уточнения, поскольку количество экспериментов является недостаточным.

Исследования по п. 2 программы производились на подработанном горизонте каменной соли в трех зонах в пределах мульды сдвижения: вне зоны влияния очистных работ, в зоне растяжений, в плоском дне (рис. 3).

Для изучения НДС массива в полевой выработке, пройденной под столбом селективной лавы № 21 на гор. -445 м рудника Второго Соликамского рудоуправления, по прошествии более одного года производились замеры прибором ОНИКС-2.5 (рис. 4). Изменение прочности слоя каменной соли отражает характер нагрузки, которую воспринимают целики, бутовые полосы и почва лавы под действием обрушенных пород.

На следующем этапе адаптации приборов неразрушающего контроля прочности предстоит провести совместные эксперименты с измерением параметров приборами ОНИКС-ОС, ОНИКС-2.5 и лабораторным прессом.

Следует отметить, что для установления градуировочных зависимостей в настоящее время выполнено еще недостаточно экспериментов. Тем не менее первые эксперименты дают обнадеживающие результаты и в целом говорят о целесообразности применения приборов неразрушающего контроля для изучения прочности горных пород и НДС массива горных пород. ■