Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1986, т. 109

УДК 624.131.1 : 622.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ И СВОЙСТВАХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОГНОЗЕ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

В.П.ГНЕДИНА, В.Н.ЕЛИЗАРОВ

Как показывает опыт разработки пластовых месторождений, основным геологическим процессом, препятствующим нормальному ведению горных работ, является нарушение устойчивости кровли и почвы подземных выработок, что влечет за собой осложнение условий эксплуатации и безопасности труда горняков, а кроме того приводит к потерям и разубоживанию добываемого полезного ископаемого, резко снижает возможности применения современных средств механизации.

В связи с этим для выбора оптимальных проектных решений огромное значение приобретает прогноз устойчивости горных выработок на базе инженерно-геологической информации, полученной на разных этапах освоения месторождения.

Как известно, инженерно-геологические условия отработки месторождений определяются целым рядом природных факторов. Вместе с тем информация о составе, состоянии и свойствах вмещающих пород и полезного ископаемого занимает особое место. И это не случайно, так как свойства пород, слагающих месторождение, а так же их изменения в пространстве и во времени под действием природных и технологических факторов, в значительной мере предопределяют особенности напряженного состояния и закономерности развития геологических процессов и явлений в горных выработках.

В настоящее время накоплен большой опыт использования данных о состоянии и свойствах горных пород при прогнозе условий разработки угольных месторождений. При этом необходимым условием является использование этих данных на геологической основе. Наиболее распространенным приемом является составление специальных карт кровли и почвы пластов полезного ископаемого. Принцип построения этих карт заключается в том, что на литологические карты наряду с геологической информацией тем или иным способом вносятся данные о прочности горных пород, пористости, петрографических особенностях и т.д.

Кроме того, данные о свойствах горных пород входят в качестве непременного компонента в целый ряд прогностических классификаций и типизаций кровли и почвы подземных выработок по степени устойчивости. И, наконец, они используются в расчетах устойчивости горных выработок.

Для надежной оценки условий проходки, крепления и охраны горных выработок необходимо выявить специфику взаимодействия горных сооружений с вмещающими породами, изучив на базе шахтных исследований и наблюдений с при-

влечением информации, полученной в период разведки месторождения, комплекс показателей, характеризующих состав, состояние и свойства пород в условиях их естественного залегания.

На примере Ленинградского месторождения горючих сланцев рассмотрим возможности использования результатов изучения карбонатных пород ордовика для прогноза устойчивости кровли в подготовительных и очистных выработках.

Геологическое строение месторождения изучено достаточно хорошо [1, 2, 4], поэтому здесь отметим только его главную особенность - наличие двух районов, разделенных так называемым Везенбергским уступом. В разрезе первого района, расположенного к югу от уступа, выделяются три горизонта среднего ордовика (кукерский, итферский и шундоровский), слагающие единую сланценосную формацию, представленную ритмичным чередованием карбонатных пород с разным содержанием карбонатов, терригенного и органогенно-сапропелевого материала. Это так называемый "нормальный" (полный) разрез ордовикских карбонатных пород, на фоне которого наблюдаются локальные аномальные участки с повышенной степенью доломитизации, кавернозности и трещиноватости, приуроченные к карстовым нарушениям.

Для второго района (района Везенбергского уступа) характерно сокращение мощности карбонатной толщи за счет эрозионных процессов и абразии девонского моря, а так же более широкое площадное распространение вторичной доломитизации и выветривания в промпласте, его кровле и почве.

Различие в масштабах вторичных изменений пород для выделенных районов в первую очередь предопределяется мощностью толщи ордовикских отложений, перекрывающих промпласт. Дело в том, что слои плотных глинистых известняков шундоровского и итферского горизонтов в значительной мере препятствовали проникновению агентов выветривания в глубь массива и глубинный карст формировался в локально замкнутой системе в пределах одной или группы сближенных тектонических трещин [2]. В массиве Везенбергского уступа, где шундоровский, а частично и итферский горизонты подверглись размыву, поверхностные воды, не встречавшие серьезных водоупоров, стали причиной широкого распространения вторичных изменений пород. Вместе с тем следует отметить, что характер и закономерности проявления вторичных изменений пород в пределах зоны Везенбергского уступа и локальных участков карстовых нарушений во многом идентичны, так как в основе их лежат одни и те же процессы - доломитизация и выветривание.

Процесс доломитизации, связанный с метасоматическим замещением карбонатов кальция карбонатами магния, приводил к упрочнению кристаллической решетки с одновременным увеличением пористости, что способствовало повышению прочности карбонатных пород ордовика и некоторому нарушению сплошности. Процессы выветривания, напротив, способствовали разупрочнению и даже полной дезинтеграции пород в результате раздоломичивания известняков, растворения и выноса органического вещества и карбонатов. Наложенные друг на друга, эти процессы сыграли определяющую роль в ухудшении условий устойчивости пород кровли и почвы подземных выработок, и поэтому прогноз условий экс-

плуатации Ленинградского месторождения невозможен без изучения закономерностей изменения состава, состояния и свойств пород и сопоставления этих изменений с шахтными наблюдениями за устойчивостью выработок.

В соответствии с вышесказанным при оценке инженерно-геологических условий первого района критерием для выделения участков, опасных по нарушению устойчивости кровли и почвы выработок в процессе их проходки, являются карстовые нарушения.

По данным [I], в пределах карстовых нарушений выделяются три структурные зоны: трещиноватости, дробления и замещения - с различной степенью вторичных изменений пород, что подтверждается количественными показателями (степенью доломитизации, плотностью и прочностью).

Учитывая, что доломитизация предшествовала процессам выветривания и что доломитизированные зоны обширнее зон выветривания, главным поисковым признаком карстовых нарушений может служить степень доломитизации карбонатных пород ордовика.

Первичное фоновое содержание доломита во вмещающих породах в среднем составляет 7-I2 %, в зоне трещиноватости 20-70 %, в зоне дробления 70-I00 % [2]. В зоне замещения, где процессы выветривания наиболее развиты, доломитизация переменная со спадами до нуля.

Различным зонам карстового нарушения присущи и различия в изменении прочностных свойств пород [3]. Так, в зоне трещиноватости прочность известняка уменьшается по сравнению с фоновой на 3-5 %, сланцев на 5-I5 %. В зоне дробления доломитизация повышает прочность известняков на сжатие в I,5-2 раза, а химическое выветривание и механическое дробление снижает прочность сланцев на 20-35 %.

Еще большие изменения претерпевают породы в зоне замещения. Здесь доломитизированные разности известняков имеют более высокие значения прочности по сравнению не только с фоновой, но и с прочностью пород зоны дробления, а недоломитизированные, напротив, имеют пониженные значения сопротивления сжатию.

При изучении кернового материала диагностическим признаком карстовых нарушений может служить сульфидная, лимонитовая и кальцитовая минерализация [2]. Сульфидная минерализация проявляется в виде пленок, щеток и отдельных кристаллов марказита, пирита, галенита и сфалерита. Обогащенные сульфидами участки обычно приурочены к границам зон доломитизации и выветривания. Кальцитовая минерализация сопровождается образованием розовых и белых кристаллов кальцита, лимонитовая - гидроокислов железа, в результате чего породы приобретают несвойственную им красно-бурую окраску.

Карстовые нарушения подтверждаются и таким интегральным критерием, как показатель качества пород, представляющий собой отношение суммарной длины кусков керна размером более I0 см к длине изучаемого интервала и зависящий от прочности, расслоенности и трещиноватости горных пород в естественном залегании.

По данным исследований, показатель качества для неизменного геологического разреза составляет 60 % и выше, для зон трещиноватости и дробления 30-60 %, для зоны замещения менее 30 %.

Таким образом, выявленные закономерности изменения состава, состояния и свойств пород являются поисковыми признаками карстовых нарушений и позволяют на стадии разведки с достаточной степенью надежности выявить их зональности. Это создает условия для более обоснованного и рационального планирования горных работ, так как заметное снижение прочности пород в естественном залегании в зоне дробления и исключительно высокая степень нарушенности в зоне замещения не позволяют производить в этих зонах очистные работы и требуют своевременной остановки забоев для оставления предохранительных целиков.

В отличие от первого района, на площади Везенбергского уступа процессы доломитизации и выветривания горных пород не ограничиваются зонами карстовых нарушений и носят площадной характер. Причем интенсивность направленности и сфера воздействия этих изменений неодинаковы из-за различия в мощности и литологии пород ордовика, перекрывающих промпласт.

Это подтверждается в первую очередь наличием обратной линейной зависимости между мощностью пород ордовика и содержанием MgO в промпласте. Связывая увеличение содержания MgO с ростом степени доломитизации, можно сказать, что в пределах распространения шундоровского горизонта доломитизация не достигла пород промпласта, так как здесь содержание оксида магния близко к фоновому значению нормального разреза и не превышает 4,0 %. Там же, где шундоровский горизонт отсутствует, степень доломитизации закономерно увеличивается с юго-востока на северо-запад, т.е. в направлении сокращения мощности пород ордовика. Эта зависимость четко прослеживается вплоть до линии размыва нижней плотной пачки известняков итферского горизонта.

К северу от линии размыва, где в кровле ордовика появляются кукерские известняки, характер зависимости сохраняется, однако содержание оксида магния в породах промпласта резко снижается и не превышает 10 %. Скачок в сторону уменьшения содержания MgO можно объяснить раздоломичиванием известняков за счет процессов выветривания. Подобный вывод согласуется и с характером изменения прочностных свойств пород ордовика. Образцы карбонатных пород, отобранные в районе отсутствия шундоровского горизонта, имеют увеличенную в 1,4–1,5 раза прочность на одноосное сжатие, что вполне увязывается со степенью их доломитизации. В то же время, на участках, где итферские породы размыты и преобладают процессы выветривания, прочность доломитизированных разностей близка к прочности пород неизмененного разреза.

Таким образом, если исходить только из характера изменения показателей прочности пород в образце, то ожидать ухудшения условий устойчивости выработок в пределах Везенбергского уступа не приходится, ибо здесь прочность на одноосное сжатие пород непосредственной кровли равна или превышает прочность пород в первом районе.

Однако шахтные наблюдения по 49, 53 и 57-му откаточным штрекам показывают обратное. По мере сокращения мощности пород ордовика интенсивность расслоения основной и непосредственной кровли растет, а степень устойчи-

вости выработок падает. Не удается однозначно судить о поведении пород кровли и по степени доломитизации, так как раздоломичивание известняков в результате выветривания не позволяет увязать изменение условий устойчивости с содержанием MgO.

Следовательно, на площади Везенбергского уступа использовать только эти показатели в качестве критерия для прогноза поведения пород кровли и выделять с их помощью районы разной степени устойчивости не представляется возможным.

Главным критерием для выделения зон различного физического состояния пород и разной степени устойчивости основной и непосредственной кровли может служить мощность пород ордовика, перекрывающих промпласт. По данным ЛГИ [5], границы между этими зонами приурочены к линии размыва плотных глинистых известняков в основании шундоровского и итферского горизонтов, что соответствует изолиниям мощности карбонатных пород ордовика 9 и 17 м.

Первая зона, в пределах которой мощность ордовика более 17 м, ограничена на юге линией Везенбергского уступа, а на севере – линией размыва нижней пачки шундоровского горизонта, выполнявшей роль экрана. Породы кровли этой зоны характеризуются постоянной мощностью итферского и кукерского горизонтов, низкой (фоновой) доломитизацией и постоянной плотностью и прочностью, характерной для пород южнее Везенбергского уступа. Условия устойчивости здесь существенно не отличаются от южной части месторождения.

Вторая зона занимает территорию месторождения, ограниченную изолинией мощности карбонатных пород 17 м и линией размыва итферского горизонта ордовика. В этой зоне по линии главного направления изменчивости, т.е. с юго-востока на северо-запад установлено увеличение степени доломитизации, степени расслоения непосредственной кровли и степени региональной трещиноватости.

Устойчивость выработок во второй зоне определяется двумя факторами: несущей способностью непосредственной кровли и давлением от вышележащих выветрелых и трещиноватых пород девона. В связи с этим степень устойчивости кровли в значительной мере будет характеризоваться показателем относительной мощности карбонатных пород, т.е. отношением мощности пород ордовика к глубине залегания промпласта [5]. Этот показатель является интегральным критерием изменчивости условий устойчивости, поскольку с его уменьшением связаны увеличение расслоения, интенсивности трещиноватости, а также пригрузки на породы непосредственной кровли.

Третья зона, где мощность пород ордовика изменяется от 9 м до нуля, характеризуется максимальным развитием процессов выветривания, что связано с отсутствием экранирующего горизонта плотных глинистых известняков итфера и уменьшением мощности самого кукерского горизонта. Для пород этой зоны характерно уменьшение степени доломитизации и прочности по сравнению со второй зоной, рост интенсивности трещиноватости и расслоенности с юга на север вплоть до формирования своеобразной квазиоднородной сыпучей среды.

Оценивая третью зону с позиций устойчивости, следует отметить, что при существующей технологии отработка этого района подземным способом не представляется возможной.

Итак,можно утверждать, что при прогнозе условий разработки Ленинградского месторождения наиболее информативны следующие показатели: степень доломитизации, прочность, степень трещиноватости и расслоенности. Однако эти показатели следует использовать для прогноза только на основе ретроспективного анализа условий формирования свойств пород, т.е. с позиции истории геологического развития территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газизов М.С. Карст и его влияние на горные работы (в условиях Прибалтийского сланцевого бассейна). М., Наука, 1971.

2. Данилова Г.А., Дубарь Г.П., Кирюков В.В., Майоров Н.Ф. Сланценосная толща и геология карста Ленинградского месторождения горючих сланцев. - В кн.: Горно-геологическое значение карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев. Сборник научных статей. Л., изд.ЛГИ, 1973.

3. Дашко Р.Э. Характеристика прочности пород промышленного пласта и непосредственной кровли на Ленинградском месторождении горючих сланцев. - В кн.: Горно-геологическое значение карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев. Сборник научных статей. Л., изд.ЛГИ, 1973.

4. Дубарь Г.П., Левин А.С. Особенности геологического строения и изучения Ленинградского месторождения горючих сланцев. - В кн.: Формации горючих сланцев. Методы изучения и генетическая классификация / Отв. ред. С.С.Бауков, В.А.Котлуков. Таллин, Валгус, 1973.

5. Иванов И.П. Оценка инженерно-геологических условий сланцевых месторождений. - В кн.: Методы и критерии промышленной оценки минерально-сырьевой базы сланцедобывающих предприятий. Л., Недра, 1984.