

УДК 553.9

В.Г. Пожидаев

**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

Семинар № 1

В Восточном Донбассе промышленная угленосность приурочена к пяти верхним свитам среднего карбона ($C_2^3 - C_2^7$), содержит угли технологических марок от «Д» (длиннопламенных) до «А» (антрацитов), что объясняется процессами регионального метаморфизма. Среди углей антрациты составляют около 87 %, коксующиеся угли - примерно 4-5 %. Угли особо ценных марок «КЖ» (коксово-жирные), «К» (коксовые) и «ОС» (отошенные спекающиеся) составляют более 80 % от запасов коксующихся углей. В стратиграфическом разрезе метаморфизм углей возрастает от верхних пластов к нижним, по площади - с севера на юг. Наиболее представительным районом с наличием всего диапазона марочного состава углей является Каменско-Гундоровский район, который приурочен к Северной зоне мелкой складчатости Донбасса. На территории этого района находится девять шахт, работающих на глубоких угольных горизонтах (Северная Гундоровская - 3, Гундоровская Ю-3, 1 БИС, Северное Изварино - 1, Углерод и др.).

Практика показывает, что при ведении горных работ на глубоких горизонтах проявляются сложнейшие инженерно-геологические процессы и явления, изучение которых необходимо осуществлять для оценки безо-

пасности горных работ. Под оценкой инженерно-геологических условий понимается их прогнозная оценка, т.е. решение комплекса вопросов, связанных с учетом природных и горнотехнических факторов в их сложном взаимодействии.

На основе анализа вещественного состава углевмещающих пород и степени метаморфизма углей, трещиноватости, расслоения и анизотропности выделены четыре системы массивов горных пород. Для первой системы характерна начальная стадия вторичных изменений с высокими показателями расслоения. Вторая и третья системы массивов характеризуются высокой трещиноватостью и умеренным расслоением пород. Степень вторичных изменений этой системы характеризуется образованием большого количества слюдястых минералов. Четвертая система объединяет породы, вмещающие сильнометаморфизованные угли, имеющие высокую трещиноватость при незначительном расслоении.

Сопоставление значений напряжений, полученных при измерении их в тектонически нарушенном и ненарушенном массивах, с величинами γH позволило сделать следующие выводы:

- на участках Каменско-Гундоровского угленосного района, где отсутствуют крупные тектонические нарушения, при горизонтальном или субго-

горизонтальном залегании вертикальные напряжения (σ_z) близки к γH ;

-при наличии тектонических нарушений напряжения в массиве значительно превышают γH и в среднем увеличиваются в 1,6 – 1,8 раза. Прослеживается определенная зависимость σ_z от типа тектонической структуры. Наибольшие напряжения (2,9 – 3,8 γH) наблюдались в районе антиклиналей, несколько меньше напряжения в районе синклиналей.

Промежуточное положение занимают районы моноклиального залегания пород, где напряжения составляют от 2,5 до 2,8 γH . При этом было установлено, что в условиях одинаковых тектонических структур более высокие напряжения наблюдаются при крутом залегании пород.

К инженерно-геологическим процессам и явлениям, возникающим при освоении глубоких горизонтов Восточного Донбасса, относятся различные деформации в очистных, подготовительных и капитальных выработках, а также горные удары и выбросы пород и угля. На основе типизации инженерно-геологических процессов, характерных для глубоких горизонтов Восточного Донбасса, в зависимости от различных геологических факторов - литологического состава пород кровли, мощности слоев, их тектонической нарушенности, а также от степени углефикации (метаморфизма) углей, влияющих на прочностные и деформационные свойства пород в кровле и почве горных выработок, установлено, что все инженерно-геологические процессы и явления, происходящие в глубоких шахтах, как в кровле, так и в почве горных выработок связаны с напряжением и неоднородностью состава и свойств массивов пород.

Установлено, что физико-механические и деформационные свойства

пород глубоких горизонтов находятся в зависимости от различных природных факторов: геоструктурной обстановки, литологического состава, фациальных особенностей, стратиграфической и современной глубины залегания, напряженного состояния.

Отмечается довольно быстрый рост показателей прочности пород от зоны длиннопламенных углей через газовые к жирным углям, а затем на более высоких стадиях метаморфизма углей эти показатели растут более медленно и без резких скачков. Изменение твердости песчаников и известняков с ростом метаморфизма происходит весьма неравномерно со значительными колебаниями в зонах распространения углей «Ж», «К», «ОС» с последующим плавным снижением твердости.

По разрезу угленосной толщи также проводились сопоставления показателей физико-механических свойств пород в районах распространения углей марочного состава «Д», «Г», «Ж», «К», «ОС», «Т», «А». Анализировались аргиллиты и песчаники свит C_2^5 , C_2^6 и C_2^7 среднего карбона Каменско-Гундоровского района. Средние значения объемного веса, пределов прочности при сжатии и разрыве, а также твердости этих пород увеличиваются в направлении от районов распространения наименее метаморфизованных длиннопламенных углей «Д» к высокометаморфизованным антрацитам «А», а значения пористости и коэффициент пластичности в том же направлении уменьшается, что отражает различную степень преобразования угленосных отложений. Установлено, что изменение средних значений показателей физико-механических свойств как глинистых, так и обломочных пород в процессе метаморфизма углей происходит нерав-

номерно и с разной интенсивностью. Оно наиболее резко проявляется на рубеже марок «Д» и «Г», а также в зоне распространения коксовых углей. При этом на низких стадиях метаморфизма углей наибольшему изменению подвергаются значения общей пористости, прочности на сжатие и твердости угле вмещающих пород, а на средних и высоких стадиях – показатели прочности на растяжение.

Кроме того, установлены закономерности изменения физико-механических свойств пород с глубиной вне зоны выветривания. Доказано, что интенсивность изменений свойств пород для каждой литологической разности в основном зависит от современной глубины залегания и степени вторичных изменений.

Изменение физико-механических свойств с возрастанием метаморфизма происходит неравномерно. Так, на начальной стадии метаморфизма (в интервалах углей марок «Д» – «К») прочностные характеристики возрастают с глубиной также и за счет катагенетических изменений, проявляющихся главным образом в уплотнении материала. На более высоких стадиях катагенеза и начального метаморфизма это явление менее значительное. Чтобы иметь представление о количественном влиянии одновременно глубины залегания и вторичных изменений пород на физико-механические свойства был проведен множественный корреляционно-регрессионный анализ. Результаты исследований показывают, что между прочностью на сжатие ($\sigma_{сж}$, МПа), прочностью на растяжение параллельно слоистости (σ_p^{\parallel} , МПа), глубиной (H , м) и метаморфизмом (M , баллы) получены тесные корреляционные связи. Между прочностью на растяжение перпендикулярно слоистости (σ_p^{\perp} , МПа), скоростью ультразвуковых волн параллель-

но (V_p^{\parallel} , мм/мкс) и перпендикулярно слоистости (V_p^{\perp} , мм/мкс), глубиной и метаморфизмом установлены менее тесные корреляционные связи. Анализ полученных результатов показывает, что на физико-механические свойства пород оказывают влияние и глубина, и метаморфизм.

Установлено, что стратиграфическая глубина оказывает влияние на изменение физико-механических свойств пород лишь на участках распространения углей низкой метаморфизации – «Д» и «Г». В районах распространения углей средней и высокой метаморфизации стратиграфическая глубина особого влияния не имеет, так как по всем стратиграфическим горизонтам угле вмещающие породы имеют одинаковую степень вторичных изменений. По всему же разрезу угленосной толщи при наличии нескольких типоморфных разностей изменения свойств пород с глубиной, в частности прочностью, описываются нелинейными уравнениями регрессии. Инженерно-геологическая оценка глубоких горизонтов угольных месторождений немыслима без изучения деформационных свойств, отражающих их поведение при мгновенной и длительной нагрузке.

Особое значение при исследовании деформационных свойств имеет оценка реологических показателей пород, что наглядно выражается в росте сдвижений в горных выработках. Анализ данных реологических свойств показывает, что величина параметров ползучести зависит от литологической принадлежности, глубины залегания и степени вторичных изменений в горных породах.

По результатам проведенных исследований установлена различная склонность пород к проявлению свойств ползучести. При этом выделяются два характерных периода де-

формирования: первый период характеризуется интенсивным протеканием деформаций – неустановившаяся ползучесть, но с затуханием скорости деформирования; второй – стабилизацией процесса деформирования – установившаяся ползучесть. Продолжительность каждого периода деформирования, а также величина деформаций ползучести определяются структурно-текстурными особенностями пород, их физическим состоянием и величиной прикладываемой нагрузки. Было установлено, что период неустановившейся ползучести как для аргиллитов, так и алевролитов изменяется в больших пределах.

Проведенные исследования показали, что процесс ползучести различных типов пород протекает по линейному закону. В результате определены параметры, которые позволили найти теоретические значения величин деформации испытанных пород.

Результаты исследований показали, что породы на глубоких горизонтах Каменско-Гундоровского района обладают значительной деформационной способностью с максимальными условно-мгновенными деформациями аргиллита, где реологический показа-

тель достигает величины 0,104. Анализ обобщенных физических, прочностных и деформационных свойств пород Каменско-Гундоровского района показывает их изменение в пространстве.

Во всех литологических разностях пород установлены два периода деформирования: с интенсивным протеканием деформаций – неустановившаяся ползучесть; со стабилизацией процесса деформирования – установившаяся ползучесть, которые зависят от литологической принадлежности и глубины залегания пород. Изменение физико-механических свойств пород с глубиной находится в прямой зависимости от степени метаморфизма углей и, как правило, носит постоянный характер. В районах распространения углей марки «Д» и «Г» прочность пород с глубиной увеличивается очень интенсивно, составляя на каждые 100 м глубины 15–20 %. По мере возрастания степени метаморфизма углей изменение физико-механических свойств пород с глубиной уменьшается и практически не происходит при переходе к углям марки «А».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по геоэкологическому изучению угольных месторождений при разведке.- М., МПР РФ, 1999. – 40 с.

2. Молев М.Д., Бородин Р.А. Оценка нарушенности антрацитовых пластов, разрабатываемых шахтами ОАО «Ростовуголь» // Уголь.- 1999. - № 7.

3. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Европейской части России. т.1 / Под ред. В.Ф. Череповского. – М.: 2000.- 474 с.

4. Фромм В.В. Опыт создания единого геоэкомониторинга в угледобывающих регионах Донбасса. - М.: Геология и разведка. 1998, № 6. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Пожидаев В.Г. - УЖ «Русский уголь».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 1 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. А.М. Гальперин