

стного забоя до 5...6 м/сутки, чтобы достичь за 5...8 суток подвигания 30 м, что соответствует периоду волны Вебера; уменьшить отставание смежных очистных забоев во времени до 8 суток, что соответствует выходу крепи на максимальный рабочий режим.

Таким образом, выполненный анализ позволил установить основные причины снижения устойчивости подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ - характер распределения и величины опорного давления, обосновать ведущее направление их устранения - снижение величины горного давления в максимальной его фазе волны Вебера и сдвигание или выполаживание пика давления, предложить и наметить рекомендации по обеспечению устойчивости выработок и их повторного использования.

УДК 552.513: 622.831.322

В.А.Баранов

ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПЕСЧАНИКОВ ДОНБАССА И ИХ СВЯЗЬ С ВЫБРОСООПАСНОСТЬЮ

Розглянуто проблеми структурних перетворень вуглевміщуючих пісковиків Донбасу, зміни ступеню викиднебезпечності з глибиною, формування метастабільної зони напруженого стану гірських порід. Встановлено закономірне зменшення значень коефіцієнтів варіації та дисперсії діаметрів породотворюючих зерен вуглевміщуючих пісковиків з палеоглибиною. Визначено, що структурні зміни найбільш інтенсивно проходять в пісковиках нижньої частини середнього катагенезу. Палеоглибина є одним з головних критеріїв викиднебезпечності порід Донбасу.

Исследование структурных изменений углевмещающих песчаников, влияющих на их свойства, актуально в связи с превалирующим проектированием подготовительных выработок в них, возникновением газодинамических явлений при их проведении, формированием зон нарушенности.

Общеизвестно, что пористость с палеоглубиной уменьшается и у пород вмещающих антрациты приближается к 1...3 %. Закономерное увеличение микронарушенности от периферий к центру Донбасса и с палеоглубиной до определенных стратиграфических горизонтов, установлено ранее [1].

Петрографические исследования позволяют утверждать, что породы Донбасса, вмещающие угли всех марок, от длиннопламенных до антрацитов, являются типично осадочными образованиями, представленными известняками, олигомиктовыми (в основном) песчаниками, аргиллитами, алевролитами и углями. Если рассматривать осадочный комплекс на качественном уровне в целом, необходимо отметить наиболее существенные изменения, происходящие в породах от низких стадий катагенеза к высоким, в существующем стратиграфическом разрезе.

Кварц - является основным породобразующим минералом песчаников Донбасса, а в количественном отношении составляет от 40 до 80 % и более. В верхней части стратиграфического разреза этот минерал представлен обломками разной величины (песчаная фракция 0,1 - 1,0 мм) и разной окатанности, в зависимости от генезиса и условий седиментогенеза. Собственно указанная

структура остается примерно такой вплоть до нижней части стратиграфического разреза, где начинается трансформация осадочных пород в метаморфические под действием меняющихся термобарических условий.

По данным [2], при пластическом деформировании горных пород происходит переход вещества в состояние "пределной термодинамической неустойчивости", а для осуществления возможности перехода упругой деформации в пластическую необходимо затратить значительное количество энергии.

В работе [3] указывается: "... когда однородное состояние становится неустойчивым и возникает выделенное направление, пространство перестает быть изотропным". То есть, в изотропном пространстве, при определенных энергетических воздействиях, формируются условия, способствующие образованию анизотропии свойств исследуемой системы.

Рассмотрим подробнее это "выделенное направление" применительно к горным породам. При векторном потоке энергии (независимо от источника: термического, динамического, геостатического и др.) в веществе формируются уровни ее концентрации и рассеивания. Иными словами, поток энергии носит волновой характер с определенной периодичностью, а интерференция проявляется в формировании неравновесных зон (слоев), расположенных нормально потоку энергии и характеризуется повышенной кинетической составляющей. Последняя реализуется в форме самоорганизации или точнее, структурирования вещества в выделенной зоне и, подобно известному явлению неустойчивости Бенара, порождает пространственную организацию вещества.

Указанная организация вещества распространяется только на интервал максимальной концентрации энергетического потока, где формируются зоны трещиноватости разных уровней. Образование трещиноватости под действием волн напряжений в горных породах описано ранее [4].

Таким образом, рассмотренную схему структурирования вещества в изотропном слое можно представить в следующем общем виде. Направленный поток энергии обуславливает интерференцию энергетических волн (волн напряжений) с формированием неравновесных (метастабильных) зон, в которых происходит структурирование вещества в виде объемной сетки с правильными геометрическими формами (отдельности) или зон трещиноватости. Размеры их функционально зависят от первичных условий: степени энергетических воздействий, состава и свойств вещества, масштабов объекта и времени реализации.

Указанные первичные условия необходимо рассмотреть более детально. Приведенная выше схема может реализоваться в полном объеме только в случае достаточного временного интервала. Иными словами, полная реализация интерференции энергетического потока в горных породах может происходить только в статических условиях. Результатом структурирования вещества в этих условиях можно считать формирование отдельности, перекрещивающихся перистых трещин, сутуровидных трещин, лестничных или сетчатых жил.

В случае достаточных по величине, но кратковременных напряжений (например при тектонических воздействиях), указанный процесс не реализуется или реализуется не в полной мере, что может приводить к образованию направ-

ленной трещиноватости - кливажу, серии сбросов, взбросов и других направленных деформаций на разных масштабных уровнях.

Рассматривая с этих позиций изменение структуры песчаников Донбасса в рамках катагенеза, необходимо учитывать следующие факты. Углевмещающие песчаники отличаются более жесткими параметрами по сравнению с другими слоями пород. Это позволяет им накапливать более значительный энергетический потенциал в результате напряженного состояния горного массива. Указанный потенциал реализуется в изменении структуры вещества, в первую очередь, породообразующих зерен кварца, как самого прочного минерала песчаников. Дробление, блокивание, грануляция этого минерала, как следствие развития в нем достаточного объема пластических микродеформаций, приводит к изменению свойств самих песчаников, уменьшение пористости в которых с палеоглубиной происходит с более значительной скоростью, чем в других слоях - аргиллитах, алевролитах, известняках.

Для изучения изменения структуры в песчаниках, в трех геолого-промышленных районах Донбасса - Красноармейском, Донецко-Макеевском и Центральном, были отобраны пробы, в шлифах из которых подсчитывались значения диаметров породообразующих зерен кварца. Для сравнения отбирались пробы пород среднего катагенеза (в районе залегания углей марок Г, Ж) и позднего катагенеза (в районе залегания углей марок ОС, Т).

Данные, приведенные в табл. 1, иллюстрируют закономерное уменьшение значений коэффициента вариации и дисперсии с палеоглубиной. Отсюда можно сделать вывод, что в результате накопления энергетического потенциала в песчаниках их породообразующие зерна реагируют на это не просто уменьшением диаметров, а комплексом структурных преобразований (блочность, мозаичность, грануляция), ведущим к выравниванию структурных параметров и уменьшением диапазона размеров обломочных зерен. Указанный процесс заканчивается формированием кварцитовидной и далее - кварцитовой структуры с минимальными для данных условий значениями коэффициента вариации и дисперсии породообразующих зерен.

Выполненные исследования позволяют утверждать, что подобные изменения наиболее интенсивно происходят в песчаниках нижней подстади среднего катагенеза (в районе развития углей марок К-ОС [5]). Характерно, что именно в этом диапазоне уменьшается и далее прекращается выбросоопасность песчаников в Донбассе.

Таким образом, уменьшение выбросоопасности песчаников с палеоглубиной (современная глубина в меньшей степени влияет на данный процесс) факт логичный и объяснимый с точки зрения энергетического состояния вещества и его структурных преобразований. В выделенном интервале накопленная энергия напряженного состояния пород реализуется в изменение структуры вещества, переводя ее тем самым в более стабильное состояние.

Таблица 1 - Статистические параметры изменения структуры песчаников с палеоглубиной

Район отбора проб	Ближайший к песчанику уголь, марки	Средний диаметр зерен кварца, d, мм	Коэффициент вариации, V, %	Значения дисперсии, σ
Красноармейский	Г	0,21	49,7	0,11
	ОС	0,13	44,9	0,06
Донецко-Макеевский	Ж	0,21	54,6	0,12
	Т	0,16	46,9	0,08
Центральный	Ж	0,28	52,7	0,14
	ОС	0,15	44,0	0,07

Для сравнения структурных изменений в более значительном интервале элигенеза горных пород, были исследованы пробы пород из Кривого Рога. В магнетитовых кварцитах Криворожья амфиболитовой фазы метаморфизма были установлены участки со вторичными (вновь образованными) кварцевыми зернами диаметром до 0,5 - 0,7 мм, в которых отмечены такие микродеформации как Бемовская штриховка, иррациональное двойникование, пластины и пояса деформации, повсеместно развитые в Донбассе в углевмещающих песчаниках. В породах более высокого стратиграфического уровня подобные микродеформации не установлены.

Приведенный материал позволяет наглядно проследить существующую в природе цикличность в преобразовании микроструктуры вещества с палеоглубиной. Исходя из фактических данных, можно заключить, что катагенез является собой полный замкнутый цикл преобразования осадочной породы в метаморфическую. Консолидация и обезвоживание на начальной стадии данного процесса приводит к формированию значительного объема пластических микродеформаций, но действием возрастающих геостатических и тектонических напряжений, переводящих структуру вещества в метастабильное состояние (средний катагенез). Дальнейшее ужесточение термодинамических параметров приводит в конечном счете к образованию новой структуры и новой породы (метаморфической). На этом заканчивается первый (условно) этап преобразования структуры и начинается новый. Концом катагенетического этапа преобразования песчаников на качественном уровне можно считать трансформацию его в кварцитопесчаник и, далее, в кварцит.

На новом этапе происходят аналогичные изменения: накопление энергетического потенциала, переход структуры из стабильного состояния в метастабильное, развитие пластических микродеформаций и реализация потенциальной энергии, накопленной породой, в новую, более устойчивую структуру.

Выводы. Установлено закономерное уменьшение значений коэффициента вариации и дисперсии диаметров породообразующих зерен углевмещающих песчаников с палеоглубиной. Структурные изменения наиболее интенсивно происходят в песчаниках нижней части среднего катагенеза. Одним из основных критериев выбросоопасности пород является глубина их залегания, но оп-

ределяющей выступает на первый план палеоглубина (максимальная глубина на которую опускался конкретный слой пород в процессе эпигенеза).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукинов В.В., Баранов В.А. Микронарушенность минералов - показатель напряженно-деформированного состояния горных пород // Уголь Украины, 1991. - №7. - С. 58-59.
2. Чередищенко А.И. Тектонофизические условия минеральных преобразований в твердых горных породах. - К.: Наук. думка, 1964. - 184 с.
3. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. - М.: Прогресс, 1986. - 432 с.
4. Иванов Г.А., Сарбеева Л.И. Кливаж (отдельности) в углях и вмещающих породах и пути его практического использования. - Л., М.: Гос. науч. - техн. изд-во нефт. и топлив. материалов, 1940. - С. 1-54.
5. Баранов В.А. Определение пикней и верхней границ выбросоопасности пород // Уголь Украины, 1999. - №2. - С. 38-40.

УДК 622.831.322

В.Г. Колесников, С.Ю. Андреев, С.Ю. Макеев

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ, ИЗМЕНЯЮЩИХ СОСТОЯНИЕ ГОРНОГО МАССИВА С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Проведені шахтні дослідження показали можливість керування станом гірничого масиву шляхом фізико-хімічної дії. Уточнена роль зовнішніх дій в зв'язку з неоднозначним впливом газового фактору на властивості масиву. Це доповнює уяву про можливість цілеспрямованого використання способів впливу на вугілля та породу різних технологій.

В последние годы все больший вес приобретает использование профилактических мероприятий для управления состоянием и свойствами угольно-породного массива. Как показали недавние случаи катастрофических проявлений сил горного и газового давления, производство страдает не только от отказа от обязательных способов воздействия на массив, но и от неправильного их применения. Это влечет за собой большие материальные и трудовые затраты и резко снижает рентабельность деятельности предприятия. Разработки последних лет, особенно зарегистрированные в горной науке открытия по закономерностям разрушения горных пород, показывают, что наибольший эффект в изменении состояния среды дают мероприятия комплексно воздействующие на свойства и структуру массива. Они взаимодополняют друг друга, технологичны, не прерывают основной цикл работ. Такой подход позволяет с большей надежностью снизить вредные факторы горного и газового давления, повысить объемы добычи и ее эффективность.

Некоторое время назад в ИГТМ НАНУ были проведены шахтные измерения напряжений во вскрываемом в зоне геологического нарушения угольном пласте в процессе всего цикла ведения работ по его физико-химической обработке (ФХО). Измерения проводились при вскрытии пласта m_2 "Тонкий" (мощность 0,45...0,50 м, угол падения 52...54°) забоем флангового квершлага, горизонт 970м, шахта "Кочегарка" ПО «Артемуголь». Вскрытие осуществлялось примерно в 8 м от мелкоамплитудного геологического нарушения, что вполне соответствует зоне его влияния. Обработка пласта проводилась по традиционной технологической схеме поочередной закачкой химического состава в семь нагнетательных скважин, пробуренных равномерно по контуру выработки и