

УДК 622.831.537.86

Е.В. Гладкая (канд. техн. наук)**А.В. Кравченко (канд. техн. наук)**

Институт физики горных процессов НАН Украины

В.Д. Иващенко (канд. техн. наук)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

З.А. Самойленко (д-р ф.-мат. наук)**Е.И. Пушенко (инж.)**

ДонФТИ НАНУ им. А.А. Галкина

ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ СЛАБЫХ ПОРОД НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ КРОВЛИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ К ВНЕЗАПНОМУ ОБРУШЕНИЮ ПО СТРУКТУРНЫМ СВОЙСТВАМ ПОРОДООБРАЗУЮЩЕГО КВАРЦА

На основе экспериментальных данных был проведен анализ структурного состояния вмещающих угольный пласт пород в местах внезапных обрушений кровли.

Ключевые слова: устойчивость, структурное состояние, глинистые породы, непосредственная кровля.

При проведении горных выработок нарушается естественное равновесие пород, вызывающее перераспределение компонент тензора напряжений и другие изменения в горном массиве [1]. Эти изменения осложняют условия ведения горных работ и влияют на экономическую эффективность, безопасность труда, полноту отработки запасов угля и т.д. [2].

Управляемость кровли угольных пластов, т.е. способность кровли подвергаться воздействию комплекса технических мероприятий, предотвращающих обрушение пород в подкрепленное пространство и обеспечивающих безопасность труда, зависит от ее устойчивости и физико-механических свойств. Исследованиям последних посвящен целый ряд работ [3-7], в которых детально проанализированы горно-геологические и горнотехнические факторы, влияющие на устойчивость кровли и ее обрушиваемость.

Горно-геологические факторы определяются естественной устойчивостью кровли горных выработок и зависят от условий конкретного месторождения. К ним относятся:

- структурные особенности и физико-механические свойства горных пород;
- глубина залегания, угол падения и мощность угольного пласта.

На сегодняшний день в классификации кровель угольных пластов различные авторы выделяют до девяти их классов или типов. Различие этих классификаций состоит в количестве учитываемых горно-геологических и горно-технических факторов. При этом в качестве основных индикаторов, во всех во всех классификациях выбраны литология, вещественный состав пород и их физико-механические свойства. Из физико-механических свойств учитывают пределы прочности на одноосное сжатие и растяжение. Накоплен большой фактический материал практически по всем угольным пластам в каждом бассейне, что позволило его не только классифицировать, но и предпринять попытки разработать критерий устойчивости кровли [8].

Однако нельзя также не отметить, что среди многих влияющих на устойчивость факторов, существующие к настоящему моменту классификации кровель недостаточно учитывают дефектность структуры горных пород. Состав и структура горных пород являются определяющими факторами, влияющими на различные физико-механические свойства. Поэтому изучение структурной особенностей вме-

шающих угольный пласт пород на состояние углепородного массива, в том числе при решении вопросов устойчивости кровель различных горных выработок является актуальной задачей. При этом, как показывает опыт ведения горных работ, деформации вмещающих выработку пород наблюдаемые при проведении и поддержании горных выработок, весьма различны, особенно при проведении горных выработок в глинистых породах [7].

Глинистые породы, содержащие рассеянное угольное вещество, всегда существенно отличаются по физико-механическим свойствам от вмещающих пород другого состава. Данные породы занимают в разрезе Донецкого бассейна около 65 - 75 % [8] и, как правило, формируют непосредственную кровлю угольных пластов, тонкие слои легко обрушиваются в рабочее пространство лав даже при незначительном кратковременном обнажении.

Ранее в результате многочисленных исследований [9] углевмещающих песчаников, было установлено, что одним из показателей напряженно-деформированного состояния горных пород является микронарушенность породообразующих минералов, в частности кварца. Структурные изменения проявляются в виде дислокаций, пластических деформаций, микротрещин и т.д.

Факт деформации структуры кварца, входящего в состав глинистых пород был установлен и при изучении особенностей структурного состояния непосредственной кровли пласта h_6' «Смоляниновский» на шахте им. А.А. Скочинского. Пласт h_6' относится к особо опасным по внезапным выбросам угля и газа, по суфлярным выделениям газа, имеет III категорию по самовозгоранию. Непосредственная кровля угольного пласта представлена аргиллитом мощностью 2,6 - 5,8 м с коэффициентом крепости $f=4,3$. Аргиллит от темно-серого до серого, горизонтально-слоистый, слабо песчаный, по всему слою с редкими включениями глинисто-карбонатных стяжений и остатками обугленной флоры, местами переходит в алевитистый аргиллит.

Для изучения склонности слабых пород непосредственной кровли угольных пластов к внезапному обрушению по структурным свойствам породообразующего кварца применялся метод рентгеновской дифракции, основанный на явлении дифракции рентгеновских лучей от кристаллического вещества. Особенностью данного метода является то, что исследования ведутся на малых навесках породы (менее 0,5 г) и позволяют идентифицировать породообразующий кварц при его содержании в горной породе от 3%, что для глинистых петротипов не маловажно.

Для исследований отбирались образцы пород непосредственной кровли угольного пласта h_6' «Смоляниновский» по мере прохождения 12-го западного конвейерного штрека 2 западной лавы УПЦП и доставлялись в лабораторию. Рентгенограммы порошка диспергированных пород основной кровли снимались на установке УРС-55А в хромовом $K\alpha$ – излучении. При ведении горных работ в пределах 2 западной лавы УПЦП имела место обрушаемость пород кровли (на высоту свыше 1 м).

Были отобраны и изучены образцы пород непосредственной кровли угольного пласта h_6' из мест ее внезапного обрушения, приуроченных как к морфологическим нарушениям угольного пласта (ПК 101+7 м, ПК 103+2 м), так и к нарушенным тектоникой зонам (ПК 104).

В результате исследований было установлено, что для всех образцов, отобранных из мест обрушения непосредственной кровли пласта h_6' характерно наличие нескольких фаз породообразующего минерала кварца в аргиллите в виде α - кварца ($\alpha - SiO_2$), β -кварца ($\beta-SiO_2$), α -кристобаллита и β -кристобаллита, что

свидетельствует о его метастабильном состоянии и является характерным для осадочных пород Донбасса (рис.).

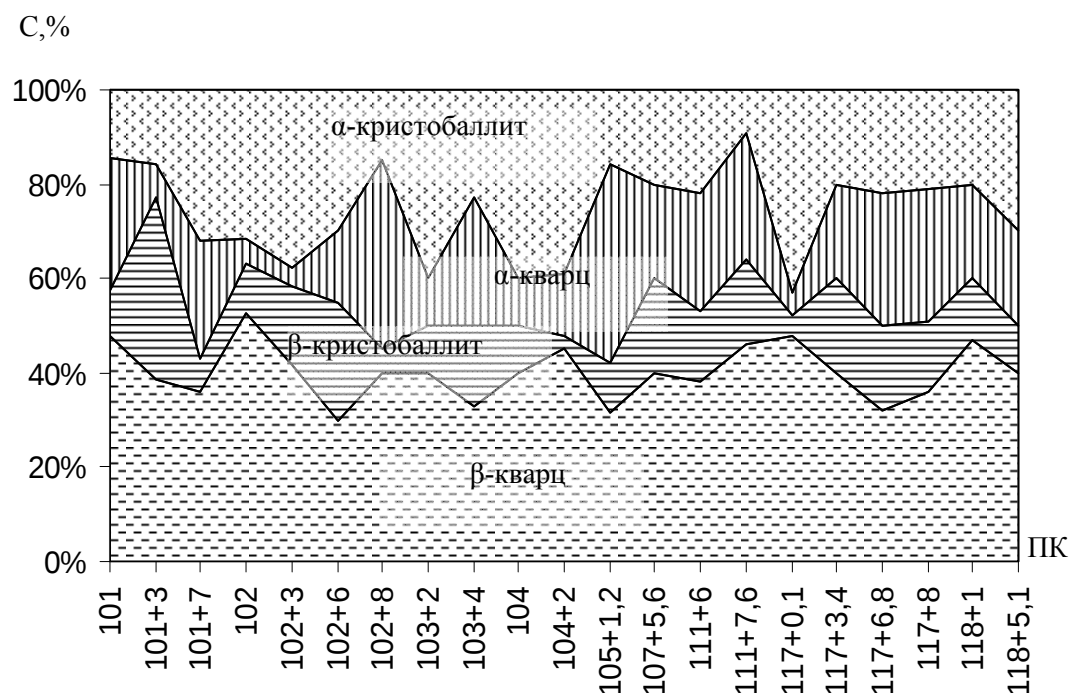


Рис. Изменение фазового состояния кварца (C , %) в аргиллите непосредственной кровли пласта h_6' по длине 2-го западного конвейерного штрека 2 западной лавы УПЦП шахты им. А.А. Скочинского.

Дальнейшие исследования показали, что во всех образцах пород, кварц находится в напряженном состоянии с преобладанием остаточных растягивающих напряжений в макроструктуре. Значения линейной деформации для основной фазы породообразующего кварца в виде $\beta\text{-SiO}_2$ изменяются от $84 \cdot 10^{-4}$ до $113 \cdot 10^{-4}$. В целом, β -кварц характеризуется как достаточно прочная, сохраняющая осевую кристаллографическую анизотропию. При этом очень интенсивный фон в больших углах дифракции $\theta \geq 48^\circ$, наблюдаемый во всех исследуемых образцах означает наличие интенсивных остаточных микронапряжений III-го рода в виде смещенных атомов из нулевых узлов, а широкие линии в этих углах свидетельствуют о напряжениях II-го рода в виде сжатых и растянутых групп однотипных плоскостей. По фазовому составу, исследуемые образцы характеризуются повышенным содержанием $\beta\text{-SiO}_2$ (более 40 % от общего количества породообразующего кварца). Фаза α -кварца представлена линиями слабой интенсивности, что характеризует эту фазу, как релаксированную. В целом, многофазная структура кварца, наличие сильной пластической деформации с аморфизацией отдельных слоев структуры, а также разнонаправленное действие внутренних напряжений с преобладанием растягивающих усилий, могут существенно ослабевать прочностные свойства глинистых пород и способствовать неустойчивости кровли за счет развития трещиноватости.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволили получить качественные и количественные показатели изменения микроструктуры породообразующего кварца в глинистых породах непосредственной кровли угольного пласта при обрушении кровли (табл.).

Таблица – Особенности микроструктуры породообразующего кварца в местах обрушения непосредственной кровли

Структурные особенности кварца				
Вид пластической деформации	Остаточные микронапряжения	Основная фаза кварца %	Микродеформации кварца $\cdot 10^{-4}$	Отношение основной фазы к сопутствующей
Сдвиг с разворотом	II рода, III рода	≥ 40	≥ 80	$\geq 2,5$

Полученные в ходе проведенных исследований особенности структуры породообразующего кварца, отражающие его дефектность и напряженное состояние, могут служить основой для разработки способа оценки склонности глинистых пород к обрушению.

Список литературы

1. Норель Б.К. Изменение механической прочности угольного пласта в массиве / Б.К. Норель. – М.: Наука, 1982. – 128с.
2. Руководство по геолого-геофизической методике изучения и прогноза устойчивости горных пород на стадии разведки угольных месторождений / сост.: В.В. Гречухин, А.А. Климов, В.Г. Бакланов, С.Б. Иохин; Мин-во геологии СССР. – М., 1983.
3. Смирнов Б.В. Теоретические основы и методы прогнозирования горно-геологических условий добычи полезных ископаемых по геологоразведочным данным / Б.В. Смирнов. – М.: Недра, 1976. – 48 с.
4. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов / А.А. Борисов. – М.: Недра, 1980. – 320с.
5. Бугара М.П. Прогноз устойчивости непосредственной кровли в сложных горно-геологических условиях / М.П. Бугара, Ю.Б. Грядущий, В.В. Назимко // Уголь Украины. – 1997. – № 4. – С. 15-17.
6. Зубов В.П. Борьба с вывалами на концевых участках лав при отработке пластов на больших глубинах / В.П. Зубов // Уголь. – 1985. – № 12. – С. 22-26.
7. Физико-механические свойства и устойчивость горных пород / под редакцией С.Г. Авершина. – Фрунзе: Илим, 1967. – 122 с.
8. Гречухин В.В. Петрофизика угленосных формаций / В.В. Гречухин. – М.: Недра, 1990. – 472 с. (НПО «Нефтегеофизика»).
9. Лукинов В.В. Структурные преобразования кремнезема в песчаниках Донбасса / В.В. Лукинов, В.А. Баранов // Минералоиды: Тез. докл. Всесоюзного минералогического семинара, г.Сыктывкар, май-июнь 1989. – Сыктывкар (Коми) НЦ УрО АН СССР, 1989. – С. 37-38.

Надійшла до редакції 01.11.2012

О.В. Гладка, О.В. Кравченко, В.Д. Івашенко, З.А. Самойленко, К.І. Пушенко
ОЦІНКИ СХИЛЬНОСТІ СЛАБКІХ ПОРІД БЕЗПОСЕРЕДНЬОЇ ПОКРІВЛІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ
ДО РАПТОВОГО ОБРУШЕННЯ ПО СТРУКТУРНИМ ВЛАСТИВОСТЯМ ПОРОДОУТВОРЮЮЧОГО
КВАРЦУ

На основі експериментальних даних був проведений аналіз структурного стану вміщуючих вугільний пласт порід в місцях раптових обвалювань покрівлі.

Ключові слова: стійкість, структурний стан, глинисті породи, безпосередня покрівля.

E.V. Gladkaya, A.V. Kravchenko, V.D. Ivashenko, Z.A. Samoilenko, E.I. Pushenko
EVALUATION OF WEAK ROCKS PROPENSITY DIRECT ROOFING COAL SEAM TO A SUDDEN
COLLAPSE OF STRUCTURAL PROPERTIES OF THE ROCK-FORMING ON QUARTZ

On the basis of experimental data was analyzed the structural state of the host breeds in the coal seam in the seam areas of roof collapse.

Keywords: stability, structural state, clay breeds, direct roof