

УДК 622.831.537.86

Г.П. Стариков, Е.В. Гладкая, А.В. Кравченко

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ОСНОВНОЙ КРОВЛИ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ

ИФГП НАН Украины

*Наведено результати рентгеноструктурних досліджень основної покрівлі пласта  $l_1$ , дано оцінку впливу фазового стану кварцу в пісковіку на вугільний пласт*

**Ключові слова:** основна покрівля, пісковік, рентгеноструктурні дослідження, фазовий стан

G.P. Starikov, E.V. Gladkaya, A.V. Kravchenko

## INFLUENCE OF THE BASIC ROOF STRUCTURE CHANGE ON COAL SEAM BEHAVIOR

*Results of X-ray structure studies of basic roof rock above of layer  $l_1$  are presented. influence of the phase state of quartz in sandstone on the coal seam behavior estimated*

**Keywords:** basic roof, sandstone, X-ray structure analysis, phase state

В результате проведения горных работ угольный массив, находящийся в условиях геостатического сжатия ( $\mu_\sigma = -1$ , где  $\mu_\sigma$  – параметр Надаи–Лоде) [1], переходит в объемное неравнокомпонентное сжатие с величиной  $\mu_\sigma = 0$ . В случае  $\mu_\sigma = 1$  формируется обобщенное растяжение, которое при достаточной степени метанонасыщенности способствует внезапному выдавливанию (отжиму) угля. В соответствии с современной классификацией газодинамических явлений внезапное выдавливание (отжим) угля представляет собой быстрое смещение угольного массива в рабочее пространство более чем на 0,2 м [2].

На отжим угля оказывают влияние множество факторов: ширина призабойного пространства и жесткость крепи, ширина захвата исполнительного органа, способ управления кровлей, глубина разработки, состав вмещающих пород и др. В то же время на глубинах свыше 600 м максимальное влияние на процесс отжима оказывают мощные (15–25 м) слои пород основной кровли пласта, представленные, как правило, песчаниками. В свою очередь, на свойства песчаников существенно воздействует изменение их структуры, проявляющееся в усилении дефектности различной масштабности (макро-,

мезо- или микроуровней), в частности атомного порядка в виде искаженности кристаллографических параметров.

С целью изучения структуры горных пород были проведены рентгеноструктурные исследования песчаника  $l_1Sl_2^1$  основной кровли пласта  $l_1$  в пределах поля шахты им. А.Ф. Засядько. Для определения структурных особенностей породообразующих минералов отбирали пробы породы объемом 0,15–0,2 кг через каждые 10 м по длине 11 технологических скважин, пробуренных по песчанику  $l_1Sl_2^1$  с 13-го восточного вентиляционного и 13-го восточного конвейерного штреков. Пробы доставляли в лабораторию, где исследовали с помощью метода рентгеновской дифракции. Рентгенограммы порошка диспергированных пород основной кровли снимали на установке УРС-55А в хромовом  $K\alpha$ -излучении (рис. 1).

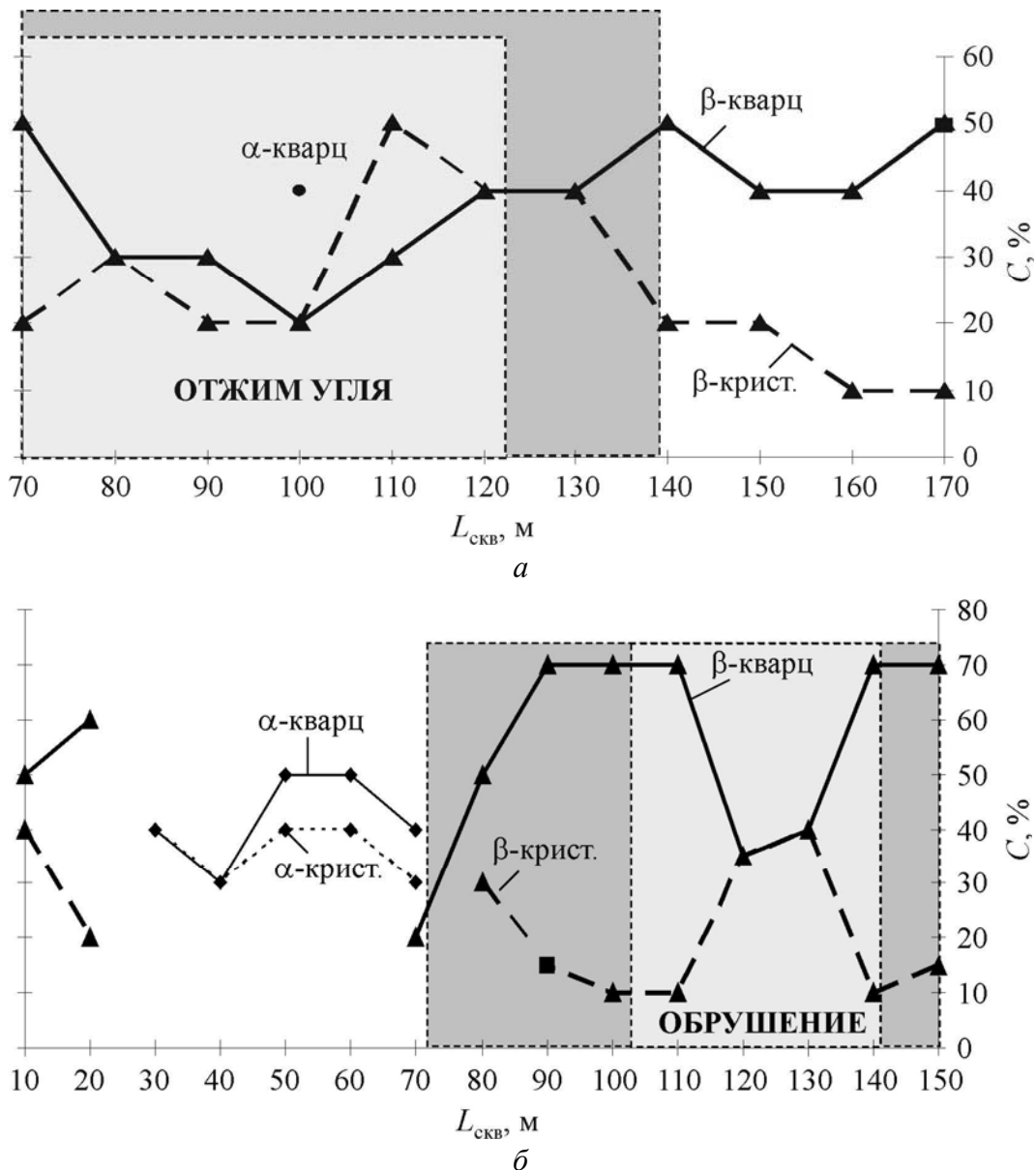
При рентгенографическом изучении проб песчаника  $l_1Sl_2^1$  выявлено наличие нескольких фаз породообразующего минерала кварца в песчанике, что свидетельствует о его метастабильном состоянии. С помощью анализа рентгенодифракционных линий, экспериментально наблюдаемых на дифракционных картинах, по длине скважин выделены зоны с аномальной структурой кварца в песчанике. Сопоставимость экспериментальных данных с результатами геологической съемки позволила выявить связь между структурными изменениями и некоторыми проявлениями горного давления.

Так, по скважине ПК-46 (13-й восточный конвейерный штрек) на интервале 70–140 м была выделена зона с напряженной структурой кварца (рис. 2,а). При этом все линии на рентгенограммах в малых углах текстурированные, что свидетельствует о сдвиговых напряжениях. В больших углах отмечается очень интенсивный фон, что характеризует высокую концентрацию диспергированной структуры с нарушенным ближним порядком при сохранении напряженного состояния и преобладании на всем интервале  $\beta$ -фазы.

По скважине ПК-48 в интервале 90–100 м линии сплошные, слабой интенсивности, в больших углах размытые, что свидетельствует о мелкозернистой, напряженной структуре с аморфизированными слоями. На остальном интервале линий практически нет. Во всех углах наблюдаются полосы «галло». Это означает, что кристаллическая структура представляет собой стеклообразную форму.



**Рис. 1.** Пример рентгенограммы песчаника: 1 – диатропный максимум; 2 – диффузные полосы «галло»



**Рис. 2.** Изменение фазового состояния кварца  $C$  в песчанике пласта  $l_1$  по длине скважин, пробуренных с 13-го восточного вентиляционного и 13-го восточного конвейерного штреков:  $a$  – ПК-46,  $b$  – ПК-64;  – зоны структурных изменений в кварце согласно экспериментальным данным

При исследовании образцов по скважине ПК-64 (13-й восточный конвейерный штрек) присутствуют линии во всех углах дифракции. Все отражения слабой интенсивности и размытые, а начиная с  $\theta = 56^\circ$  явно видны диффузные полосы «галло», свидетельствующие о формировании кристаллической фазы из аморфной как результат фазового перехода типа «беспорядок – порядок» из аморфного состояния в кристаллическое на начальной стадии процесса. Линии раздвоенные, что говорит о двухфазном состоянии в виде метастабильной и стабильной фаз.

На интервале 70–150 м наблюдаются сплошные дифракционные линии во всех углах  $\theta$ , что характеризует мелкозернистую ( $\sim 10^{-6}$  см) структуру. В малых и средних углах  $\theta$  линии двойные, а в больших углах все интенсивные линии выглядят не двойными, а просто уширенными одинарными. Такой эффект может быть обусловлен избирательным расположением атомов примесного элемента в данных избирательных семействах малозаселенных плоскостей с большим, чем у Si и O, атомным номером  $Z$  (например, Fe). В пользу этой ситуации говорит высокая интенсивность большеугловых линий в отдельных группах, в то время как соединения силицидов в больших углах дают только очень слабые линии. В малых углах линии проявляют диатропный максимум, свидетельствующий об остаточных напряжениях типа сдвиговых деформаций. Начиная со 100 м по длине скважины, высокоиндексные плоскости находятся в напряженном состоянии, испытывая напряжения сжатия и растяжения, что проявляется в уширении соответствующих линий.

Кроме того, имеет место проявление напряжений, обусловленных смещением атомов из узлов решетки, т.е. нарушений дальнего атомного порядка в виде «размытия» нулевых положений атомов с преобладанием  $\beta$ -фазы и напряженной структуры с преобладанием растягивающих напряжений на интервале 140 м по длине скважины (рис. 2,б).

Из анализа результатов рентгеновских исследований следует, что песчаник имеет высокую степень неоднородности по количеству и фазовому составу кварца. Установлено, что с появлением в песчанике  $\beta$ -фазы в створе этих зон по угольному массиву наблюдаются внезапные отжимы либо обрушения непосредственной кровли. У каждой модификации кварца при кристаллизации объем изменяется от 0,6 до 17,4 % [3]. Отсюда следует, что на контактах разных фаз происходит разрыв сплошности песчаника с образованием трещин различной ориентации. Кроме того, при появлении в песчанике  $\beta$ -кварца уменьшается его модуль упругости, так как модуль упругости  $\alpha$ -фазы в 1,3–1,7 раза больше, чем у  $\beta$ -фазы. Это, с одной стороны, обеспечивает возможность аккумуляции значительных объемов метана, а с другой – приводит к хрупкому разрушению угольного массива (потере устойчивости) при его разгрузке.

1. *Норель Б.К.* Изменение механической прочности угольного пласта в массиве. – М.: Наука, 1982. – 128 с.
2. *Методические указания по классификации газодинамических явлений на угольных шахтах / ЦБНТИ МУП СССР.* – Донецк, 1991. – 17 с.
3. *Дэна Дж., Дэна Э.С., Фрондель К.* Минералы кремнезёма / Пер. с англ. – М., 1966 (Система минералогии, т. 3).

*Статья поступила в редакцию 7 октября 2008 года*