

**Исследование связи неоднородности микроструктуры угля с его выбросоопасностью**

**Научный руководитель – Малинникова Ольга Николаевна**

***Пашичев Борис Николаевич***

*Аспирант*

Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия

*E-mail: borisnik-pa@yandex.ru*

Выбросоопасность угольных пластов усиливается с возрастанием глубины их залегания и увеличения темпов проходки и добычи угля. Существуют различные теории объясняющие это явление, однако большинство исследователей придерживаются мнения, что опасность возникновения газодинамических явлений, в том числе и внезапных выбросов угля и газа, определяют три основных природных фактора: горное давление; газоносность и давление газа в массиве; физико-механические свойства, геологическое строение и тектоническая нарушенность массива горных пород. В последнее время всё больше внимания уделяется влиянию микроструктурных факторов, нарушенности, неоднородности строения угля [1,3], которые помогли бы объяснить тот факт, что при общей приуроченности внезапных выбросов к мелкоамплитудным нарушениям угольных пластов, выбросы происходят только вблизи 5-7% таких нарушений. Методика наших исследований микроструктуры углей основана на анализе структурных неоднородностей угольных образцов отображенных на цифровых снимках их поверхности, сделанных растровым сканирующим электронным микроскопом. Для характеристики неоднородности микроструктуры применён математический аппарат, предложенный в работе [2], и адаптированный под исследование ископаемых углей, рассчитывающий значения информационной энтропии и статистической сложности. Информационная энтропия служит мерой структурной организованности (хаотичности) элементов системы, понятие статистической сложности определяется, как произведение энтропии на расхождение между наблюдаемым и равновероятным распределением шпирлет-признаков [2]. Для каждого образца рассчитываются значения энтропии и сложности, строится зависимость «энтропия-сложность», характеризующая распределение структурных неоднородностей в образце [3]. Проведенные исследования угольных образцов опасных и неопасных по выбросам угля и газа, показали, что двумерные распределения значений энтропии и сложности могут использоваться для разграничения указанных групп угля. Угли из выбросоопасной зоны пласта характеризуются сочетанием упорядоченных и хаотично расположенных элементов, со смещением в область высокой энтропии, а образцы из неопасной зоны в основном отличаются упорядоченной структурой, что соответствует невысоким значениям энтропии.

**Источники и литература**

- 1) Малинникова О.Н., Ульянова Е.В., Долгова М.О., Зверев И.В. Изменение микроструктуры ископаемых углей в результате внезапных выбросов угля и газа // Горный журнал. – 2017. – № 11. – С. 27–32.
- 2) Brazhe A. Shearlet-based measures of entropy and complexity for two-dimensional patterns, Phys. Rev., 2018, E 97. – P. 061301(7).
- 3) Malinnikova O., Uchaev Dm., Uchaev D., Malinnikov V., Ulyanova E. “Complexity–entropy” diagrams and their application to the study of coal tectonic disturbance, E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 129. – P. 01016(8).