

Генерация метана при разрушении угля

Захаров В.Н., Малинникова О.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.Мельникова Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: olga_malinnikova@mail.ru

Явление повышенного газовыделения при внезапных выбросах угля и газа известно давно, но единого мнения о причинах этого явления нет до сих пор.

Резкое изменение напряженно-деформированного состояния газонасыщенного угля при продвижении забоя запускает цепочку процессов, которые могут приводить к лавинообразному разрушению угля в виде внезапного выброса угля и газа, при выполнении ряда условий. Необходим достаточный запас энергии (суммы энергии упругого сжатия угля и энергии расширяющегося метана), которая может реализоваться в процессе выброса, не менее $0,2 \div 0,3$ МДж/м³. Скорость изменения (сброса) напряжения должна быть не ниже $1 \div 3$ МПа/с, то есть выше скорости релаксации нового напряженно-деформированного состояния массива. При этом массив оказывается перенасыщен энергией упругого сжатия угля из-за скачкообразного падения его прочности и энергией расширяющегося свободного газа, количество которого резко возрастает за счет увеличения объема метана, десорбирующегося в расширяющиеся трещины и макропоры. Характер разрушения при этом определяющим образом зависит от величины и скорости снятия бокового напряжения со стороны забоя.

Проведенные оценки потребляемой и затрачиваемой в этих процессах энергии дают основание полагать, что расширяющийся метан может не только механически разрушать уголь отрывом и выносить его в выработку. Химически связанный метан, освобождаясь, может изменять структуру угля, разрывая слабые связи в его алифатической части, «бахроме» вещества угля. При этом разрушение угля происходит на внутримолекулярном уровне, образовавшиеся фрагменты «бахромы» являются свободными радикалами.

Экспериментальные исследования показали, что молекулы вещества угля теряют значительную часть алифатических СН₃- групп, оторванные радикалы (СН₃- группы) химически активны и могут, совместно, с не менее активным атомарным водородом, также оторванным от «бахромы» молекулы угля, образовывать метан. То есть, при внезапном выбросе в результате механохимических процессов происходит что-то вроде ускоренного метаморфизма угля с образованием метана. Это подтверждается еще и тем, что технический анализ угля из выброса показал, что мелкие фракции угля содержат меньше летучих веществ в своем составе, то есть более мелкая фракция, представляющая собой более разрушенный уголь, оказывается более метаморфизована.

Образование метана происходит при пластическом разрушении угля в условиях достаточно высоких напряжений, когда главное минимальное напряжение не меньше 5 МПа; а главное максимальное напряжение превосходит его не меньше, чем в три раза. Количество образовавшегося метана зависит от условий разрушения угля.