

УДК 622.271(575.2)(04)

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТРЕЩИН ГОРНЫХ ПОРОД

В.И. Нифадьев, С.В. Турсбеков, Г.Ж. Турсбекова, С.К. Кунедил

Предлагается классификация трещин, развитых в горных породах, либо по условиям их образования, либо по ряду геометрических признаков.

*Ключевые слова:* трещины; зоны отрыва; влажность.

Большинство исследователей различают четыре вида трещин соответственно их генезису: эндогенные, экзогенные, выветривания и давления.

Эндогенные трещины в осадочных породах (первичные трещины) возникают преимущественно в стадии превращения осадков в горную породу (диагенез). Наиболее важным физическим изменением при диагенезе является потеря воды и уплотнение отложений путём уменьшения их влажности и пористости (происходит усыхание пород).

Эндогенные трещины образуют обычно две взаимно перпендикулярные, хорошо прослеживающиеся на больших участках, системы – основную, параллельную простиранию пластов, и торцевую, параллельную падению пластов.

Основная трещиноватость эндогенного происхождения образуется в результате скалывания, торцевая – в результате отрыва. Основные трещины имеют гладкие поверхности, торцевые – шероховатые. Так как трещины этого вида располагаются почти перпендикулярно пласту, они ещё имеют название прямоколющих. Протяженность первичных трещин нормально напластованию ограничивается контактами литологических разностей. Элементы залегания трещин хорошо выдерживаются при постоянных элементах залегания напластования. Изменение элементов залегания пластов вызывает изменение элементов залегания первичных трещин. Зная строение пластового месторождения, можно предсказывать ориентировку в пространстве трещин этой группы, а, следовательно, и ориентировку трещин в деформирующемся массиве.

Экзогенные трещины (вторичные, тектонические) – результат более поздних воздействий тектонических сил на уже сформировавшийся

массив горных пород, разбитый первичной трещиноватостью. Трещины данного вида пересекают массив пород вкрест простирания слоёв на большие и разнообразные по форме блоки, они не ограничены контактами литологических разностей пород и часто имеют зеркала скольжения. По отношению к пласту такие трещины большей частью располагаются косо, поэтому получили название кососекущих. Постоянство ориентировки тектонических трещин прослеживается от слоя к слою. Экзогенные трещины широко распространены на участках, нарушенных взбросами и сдвигами, и являются их оперяющими разрывами. Зная элементы залегания крупных тектонических нарушений, можно с небольшой погрешностью предсказать ориентировку мелкой трещиноватости в массиве [1].

Разновидностью экзогенных трещин является кливаж, под которым понимается способность горных пород делиться по параллельным или почти параллельным поверхностям слоёв на тонкие пластинки. Это свойство пород в механическом смысле выражается как образование поверхностей скольжения, по которым частицы породы смещаются относительно друг друга в процессе пластической деформации.

Кливаж не нарушает сплошности пород, что отличает его от тектонических трещин, рассмотренных выше. Место образования кливажа соответствует последней стадии развития пластической деформации, характеризующейся потерей прочности пород перед разрывом. Известно широкое использование кливажа угольных пластов для эффективной отбойки угля в очистных забоях.

Трещины выветривания образуются в результате длительного воздействия на поверхностные зоны земной коры (коры выветривания) атмосфер-

ных реагентов (холод, тепло, вода, и др.). Кора выветривания может иметь мощность от нескольких метров до десятков метров. В результате выветривания появляется дополнительная сеть трещин, вызывающая распадение крупных породных блоков на отдельные мелкие куски. При этом полностью используются все, вплоть до скрытых, трещины эндогенного и экзогенного происхождения.

Трещины давления обусловлены технологической деятельностью человека в недрах земной коры и вызваны нарушениями равновесного состояния массива в областях, где широко ведутся горные работы. Эти трещины обычно являются трещинами отрыва. Поверхности их весьма неровны, извилисты, как правило, они не распространяются далеко в толщу и сосредоточены вблизи забоев. Они образуют систему параллельных трещин.

Наблюдения за характером складок слоистых пород, сформировавшихся под влиянием тангенциальных внутренних сил Земли, показывают, что массив расслаивается на отдельные слои или группы разнородных слоёв разной мощности, самостоятельно изгибающихся в складки. При этом происходят межслоевые подвижки. Вследствие межслоевых подвижек образуются поверхности скольжения, сдвиговые характеристики по которым значительно снижаются. Эти поверхности способствуют образованию оползней при падении слоёв в сторону выемки.

Таким образом, горные породы земной коры разбиты густой сетью трещин разнообразного генезиса, различных размеров, ширины, возраста и пр., которые играют роль систем поверхностей ослабления. Все поверхности ослабления подлежат учёту при решении задач устойчивости откосов, при изучении прочности трещиноватых массивов и выборе оптимальных параметров их разрушения.

В практике широко используется геометрическая классификация трещин горных пород В.В. Белоусова. Согласно этой классификации, к продольным относятся трещины, если линия скрещивания плоскостей трещины и напластования отклоняется от линии простирания напластования не более, чем на  $20^\circ$ ; к поперечным – когда линия скрещивания этих же плоскостей отклоняется от линии падения напластования не более чем на  $20^\circ$ . Все остальные трещины относятся к диагональным [1].

Такая классификация не может удовлетворить специалистов, занимающихся вопросами обеспечения устойчивости карьерных откосов. Нужна классификация, где за основу берётся от-

кос уступа или борт карьера. Кроме того, классификация В.В. Белоусова не учитывает трещин межслоевых подвижек, образующихся в процессе складкообразования, то есть контактов пластов полезных ископаемых.

Поэтому предлагается следующая геометрическая классификация. Все выявленные трещины как поверхности ослабления независимо от их генезиса делятся на продольные, диагональные и поперечные. К продольным трещинам относятся такие, направление простирания (а не линия скрещивания) которых отличается от направления простирания плоскости откоса не более чем на  $20^\circ$ . К диагональным относятся трещины, простирание которых отличается от направления простирания откоса в пределах  $21-70^\circ$ . Все остальные трещины поперечные. Кроме того, трещины разделяются на согласные и несогласные падающие с откосом.

По углу падения трещины делятся на пологие, у которых угол падения не более  $30^\circ$ , наклонные – от  $30$  до  $60^\circ$  и крутые – от  $60$  до  $90^\circ$ . Измерив азимут простирания откоса участка борта карьера непосредственно компасом, или на плане горных работ, и, используя классификационную диаграмму, очень легко и быстро можно сориентировать любую трещину по её измеренному азимуту простирания относительно откоса. Сориентировав, таким образом, все выявленные на участке откоса трещины или их системы, мы предварительно можем сказать, какие из них являются наиболее опасными с точки зрения устойчивости откосов. Без сомнения, в первую очередь к ним нужно отнести продольные согласно падающие с откосом трещины. Поперечные согласно падающие трещины могут не влиять на устойчивое состояние откоса. И тем более все несогласно падающие с откосом трещины могут не приниматься во внимание в расчётах устойчивости откосов [3].

Аналогичный предварительный анализ можно произвести и при сопоставлении угла наклона откоса на каком-либо участке уступа с углами падения выявленных на этом участке трещин, чтобы оценить наиболее опасные из них.

#### *Литература*

1. Попов И.И., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. М.: Недра, 1980. 239 с.
2. Попов В.Н., Бойков В.Н. Технология отстройки бортов карьеров, М.: Недра, 1991. 252 с.
3. Галустьян Э.Л. Управление геомеханическими процессами на карьерах. М.: Недра, 1980. 237 с.