**ТРЕЩИННАЯ ТЕКТОНИКА ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ И ЕЁ ИНФОРМАТИВНОСТЬ**

**Жиров Д.В.**

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты, Россия

Трещинная тектоника является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность добычи полезных ископаемых. При этом, если для большинства видов твёрдых полезных ископаемых она рассматривается с точки зрения безопасности горных работ, то для облицовочного камня её производный параметр блочность служит основным показателем промышленной ценности месторождения / проявления. Трещинная тектоника и трещиноватость горных пород играют особую роль в таких прикладных аспектах горного дела, как устойчивость горных выработок, динамические проявления, взрываемость (дробимость), водопритоки, выбросы газов и мн. др. Поэтому весьма актуальна потребность в прогнозе параметров и атрибутов трещиноватости, главными из которых являются количество систем, интенсивность (частота) и изменчивость распределения, линейные размеры и азимутальные характеристики трещин. Их прогнозируемость требует достаточно обоснованной отправной платформы – исходной модели образования трещин различных систем и их распространения в массиве пород.

Существует множество работ и методов контроля и оценки трещиноватости на глубину и по простиранию в массивах горных пород с недостаточной обнажённостью [1-5]. Наибольшее распространение в настоящее время получили потенциальные геофизические методы, в первую очередь разновидности электро- и магниторазведки, которые на базе эмпирических соотношений по хорошо изученным и заверенным участкам позволяют строить экстраполяцию на слабоизученные области. Высокоточные сейсмические методы, предназначенные для точной локализации и геометризации скрытых (не выходящих на поверхность) крупных элементов разрывной тектоники, из-за своей дороговизны в геологии рудных и нерудных полезных ископаемых, как правило, не используются.

Наши исследования [6-8], опирающиеся на базу пространственно распределённых многопараметрических замеров (от 1000 до 50000 и более по различным геологическим телам и объектам), позволили классифицировать трещиноватость интрузивных тел на 2 большие генетические группы прототектоническую (позднемагматического и контракционного генезиса), и трещиноватость "наложенной тектоники". По отношению к геологическому телу они характеризуются как "внутриформационные" и "трансформационные" и соответственно отражают закономерности внутренней и внешней среды [6].

Трещиноватость прототектонического парагенезиса имеет относительно однородное распределение в пределах геологического тела за исключением выветрелой и разгруженной приповерхностной зоны, а также удовлетворительную – хорошую предсказуемость по основным параметрам, в том числе по индивидуальным (для каждой основной системы) закономерностям их изменения с глубиной и по простиранию. Основными факторами контроля параметров трещиноватости (количество систем, их пространственные соотношения и интенсивность проявления и др.) прототектонического парагенезиса служат: морфоструктурный (форма и размер геологического тела) и петрологический (формация, внутреннее строение и соотношение магматических фаз, параметры текстуры и др.). В соответствии с выделенными критериями мы наблюдаем вариации количества основных систем от 3-4 для крупных батолитов и куполов гранитоидов до 7-8 в массивах центрального типа и тел мафит-ультрамафитов. Имея представление о форме геологического тела, мы достаточно точно можем прогнозировать основные параметры прототектонической трещиноватости в любой части массива пород. Весовой вклад прототектоники в общую выборку оценивается от минимум 15-20% в приповерхностной зоне, до 80-90% в целом по массиву пород геологического тела.

Наложенная тектоника формирует собственные новые парагенезисы разрывных нарушений с оперяющей трещиноватостью, а также реактивирует часть уже существующих систем прототектонического генезиса с образованием мультикинематических дизъюнктивов (имеющих признаки неоднократных смещений). Она имеет неоднородное распределение в массиве пород и менее надежную предсказуемость основных параметров. Для её выявления на конкретном участке массива пород используется комплекс взаимодополняющих методов картирования, анализа элементов геоморфологии и гидрологии, потенциальных геофизических методов, результаты радоновой съемки и др. Выделение и идентификация элементов наложенной тектоники возможны также за счёт дифференцированной обработки и анализа (посредством фильтрации уже установленных элементов прототектоники). Полученная выборка представляет большую информативную ценность с точки зрения реконструкции тектонической эволюции и параметров палео- и современных стресс состояний (ориентации главных осей, вида напряженно-деформированного состояния и др.). Представительность элементов наложенной тектоники может сильно варьировать, как в различных формациях, так и в пределах одного геологического тела.

В случае установления нескольких различных этапов наложенной тектоники и восстановления относительной последовательности проявления эндогенных и экзогенных процессов предоставляется возможность проведения реконструкции основных тектонических событий, опираясь на представление о том, что минералообразование и контактовые преобразования в жилах, трещинах и других нарушениях первоначальной сплошности имеют регрессивный характер, т.е. меняются от высокотемпературных гидротермальных минералов на ранних стадиях постмагматической эволюции к низкотемпературным и гипергенным на поздних. Увязка этих данных с результатами анализа кинематических признаков (борозд скольжения, смещений маркеров, ориентированных сколов и др.) позволяет достаточно точно восстановить эволюцию стресс состояний с восстановлением положения главных осей на каждом выделенном этапе. Однако необходимо отметить, что в данном случае мы одновременно используем эволюционный (от древних деформаций к молодым) и ретроспективный (от молодых деформаций к древним) принципы реконструкции событий, в отличие от большинства традиционных методов, которые базируются только на ретроспективном [9-13].

В приповерхностной части массива пород расположена зона разгрузки и выветривания, в которой избирательно и существенно повышается интенсивность проявления ряда новых систем/подсистем (как правило, субгоризонтальных и пологонаклонных трещин). Азимутальные и в меньшей степени линейные параметры крутопадающих систем модифицируются с заметным изменением среднего значения, моды и размаха. На практике это означает существенную разницу в параметрах трещиноватости приповерхностных и глубоких частей массива пород. Роль трещин этой группы в верхней части массива является превалирующей (до 80-90%). С глубиной (от первых десятков сантиметров до 150-200 м) влияние фактора "поверхности" уменьшается и стремится к нулю.

Техногенная трещиноватость (от буровзрывных работ), как правило, имеет следующие зоны влияния: - полного разрушения/дробления; - преимущественного распространения новообразованных трещин (по ЛНС); - реактивации / раскрытия имеющихся структурных неоднородностей. Считается, что влияние промышленных взрывов (все три зоны) распространяется вглубь массива на первые десятки метров, как правило не превышая в крепких породах 8-10 м.

Таким образом, применение дифференцированного подхода к документации, обработке и анализу трещинной тектоники, а также выявленные закономерности позволяют избирательно (по генетическим группам и их системам) прогнозировать основные параметры трещиноватости в массиве пород, как в приповерхностной части, так и на глубину. Кроме того, совместная обработка и анализ отфильтрованной выборки элементов наложенной трещинной тектоники и кинематических признаков относительных смещений дают представление и данные об эволюции поля напряжений и параметрах его стресс состояний.

**Литература**

1. Альмухаметов Б.Я. и др. Методические рекомендации по изучению трещиноватости и блочности горных пород на месторождениях облицовочного и стенового камня. Изд.: Казань, 1985. 111 с.
2. Кушнарев И.П. Методы изучения разрывных нарушений. -М.: Недра, 1977. 248 с.
3. Изучение тектонических структур. Методическое пособие по геологической съёмке масштаба 1: 50000. Вып. 16 /Вознесенский В.Д., Балашов А.Н., Горлов Н.В. и др. / Купман А.С. (ред. серии), Горлов Н.В. (ред. выпуска). - Л.: Недра, 1984. 287 с.
4. Михайлов А.Е. Полевые методы изучения трещин в горных породах. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр. 1956. 132 с.
5. Мушин И.А., Корольков Ю.С., Чернов А.А. Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. М.: Научный мир, 2001. - 120 с.
6. Жиров Д.В., Сим Л.А., Рыбин В.В., Маринин А.В. Реконструкция палео- и современных напряжений на Ковдорском бадделеит-апатит- магнетитовом месторождении Материалы Третьей тектонофизической конференции "Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле", 8 – 12 октября 2012 г. ИФЗ РАН. - М.: ИФЗ РАН, 2012. Т2. С. 299-303.
7. Жиров Д.В. Морфоструктурные критерии контроля трещиноватости интрузивных пород: методические и прикладные аспекты реконструкции стресс-состояний. / Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием "Геомеханика в горном деле". 1-3 октября 2013 г., Екатеринбург. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2014. (516 с.) С.96-105.
8. Сим Л.А., Жиров Д.В., Маринин А.В. Реконструкция напряженно-деформированного состояния восточной части Балтийского щита. // Геодинамика и тектонофизика. 2011. Т.2. № 3. С.219-243.
9. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность природных горных массивов. – М.: ИКЦ Академкнига, 2007. 406 с.
10. Семинский К.Ж., Гладков А.С., Лунина О.В., Тугарина М.А. Внутренняя структура континентальных разломных зон. Прикладной аспект. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2005. с.
11. Григорьев А.С., Осокина Д.Н. (ред.). Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. 257 с.
12. Расцветаев Л.М. Парагенетический метод стируктурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений. в сб. Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. Часть II -М.: ГИН, 1987. 236 с.
13. Мишин Н.И., Степина З.А., Панфилов А.Л. Структурная организация рудных полей. СПб.: «Автор», 2007. — 232 с.