

Разрезы ВЧР наиболее чувствительны к геодинамическим процессам, так как они отражают влияние как эндогенных так и техногенных факторов. В связи с этим, для мониторинга геодинамических процессов в районах действующих и строящихся промышленных и экологически опасных объектов были выбраны разрезы.

В отличие от выполняемого в отдельных точках мониторинга высоты, наклонов поверхности или даже геофизических полей – мониторинг разреза позволяет контролировать структуру разреза и прогнозировать вероятность ее разрушения, в том числе образование текучих песчано-глинистых отложений (пльвуны, провалы и др.), более надежно.

Как следует из приведенных на рис. 1 разрезов, они изменяются из года в год. Причем на разрезах видны не только разрывы контролирующего ВЧР горизонта, но и вертикальные и горизонтальные его подвижки.

Для оценки состояния мест разрыва контролирующего ВЧР горизонта в разрезе (см. рис. 1) была выполнена съемка методом СДВР (рис. 2).

Аномалии вертикальной магнитной составляющей электромагнитного поля на частоте радиостанции 19,1 кГц контролируют зоны проводимости или зоны предельно напряженных участков разреза, в которых, судя по разрезам, происходит разрушение в связи с геодинамическими процессами. В этих местах следует с осторожностью производить земляные работы, чтобы не вскрыть находящиеся под нагрузкой жидкие отложения и не спровоцировать опасные процессы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эйби Дж. А. Землетрясения. // Перевод с англ. – М., Недра, 1982, 264 с.
2. Глинская Н. В., Каминский В. Д. и др. Оценка сейсмической опасности для расположенных на побережье стратегически важных промышленных и гражданских объектов. // Материалы международной конференции 15-19 сентября 2003 г. «Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия». – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003, стр. 103-107.
3. Мищенко О.Н., Глинская Н.В., Локшина В.А., Прялухина Л.А. Влияние геодинамических процессов на разжижение песчано-глинистых отложений в береговой зоне Финского залива // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения: Материалы международной конференции, 18-23 сентября 2006г, Воронеж.

### ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТРЕЩИНОВАТОСТИ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

**Мясникова О.В.**

Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск

В естественном состоянии в условиях неопределенности, при высоких всесторонних давлениях отягощенных структурными неоднородностями, существующими в земной коре, скальные горные породы уже напряжены. В них имеются скрытые внутренние напряжения, которые вызывают развитие многочисленных дефектов структуры. Согласно современным представлениям теории разрушения горных пород, следует отметить, что любой процесс разрушения – это процесс зарождения, развития и слияния трещин. Трещинообразование в горном массиве [1], начинается, когда разность между главными напряжениями достигает критических значений, а развитие процесса трещинообразования задается условием  $\sigma_{\text{крит}} < \sigma_{\text{разр}}$ . В дальнейшем, при превышении предела прочности материала, начинаются процессы разупрочнения горной породы, возникающие вследствие образования системы внутренних микротрещин, при этом очаг разрушения будет определяться длинами микротрещин, концентрации которых ближе всего к критической или развитием магистральной трещины, вследствие процессов кластеризации.

Согласно классификации, предложенной в работе [2], структурные неоднородности в горных породах можно разделить на пять иерархических уровней:

- нулевого порядка – крупные тектонические разрывы, связанные с региональными полями тектонических напряжений, разбивающие массивы пород на блоки с линейными размерами свыше 10 км;
- первого порядка – обусловлены наличием в массиве горных пород крупных геологических нарушений, тектонических разрывов, разбивающих массив и связанные обычно с локальными складчатыми структурами, условлено ограничивать их линейные размеры интервалом  $10^2$ - $10^3$  м;
- второго порядка – неоднородности структуры и состава пород в пределах одного слоя, естественные макротрещины, видимые в обнажениях, их размеры условно ограничиваются интервалом  $10^1$ - $10^2$  м;
- третьего порядка – микротрещины, к ним относятся внутрикристаллические трещины, вызванные условиями возникновения и развития в породе отдельных кристаллов – размеры порядка  $10^9$ - $10^5$  м и межкристаллические трещины, ориентированные хаотично – размеры  $10^4$ - $10^2$  м, а также контакты между отдельными минеральными образованиями, зернами и кристаллами;

– четвертого порядка – связаны со структурными нарушениями межкристаллических областей, дефектами кристаллической решетки породообразующих минералов: вакансии, межузельные атомы, дислокации и т.д.

В данной работе изучается микроскопический уровень трещиноватости, соответствующий третьему иерархическому уровню неоднородностей.

Цель исследования – проследить влияние динамических нагрузок на развитие и зарождение микроповреждений в изверженных горных породах.

Например, при применении буро-взрывного способа добычи горной массы, в скальном массиве, под действием взрыва ВВ (взрывчатого вещества), происходит разрушение горной породы в результате совокупного действия расширяющихся продуктов взрыва (газов), детонации, ударных волн (трансформирующихся в волны напряжений по мере удаления от заряда) и волн разгрузки [3]. Если абсолютная величина волны напряжения выше некоторого предела прочности породы, то возникают или сдвиги одних частей выделенного малого объема относительно других, или отрыв их друг от друга. В первом случае могут развиваться пластические деформации или сколы, во втором – хрупкое разрушение [4].

Эксперимент был проведен на одном из гранитных месторождений Карелии, где исследовалось поведение микротрещин в процессе взрывного воздействия при отрыве блока от массива и при пассивировке взрывом, для придания блоку правильной геометрической формы.

Для изучения параметров микротрещиноватости использовался оптический метод. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

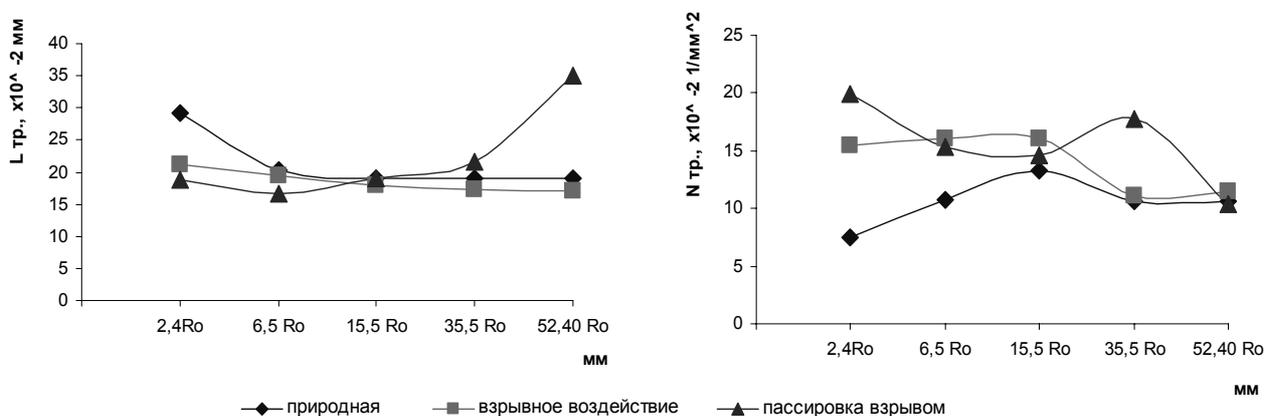


Рис. 1. Изменение микротрещиноватости в граните при динамическом воздействии ( $R_0$  – радиус заряда)

При взрывном динамическом воздействии на гранит в зоне непосредственной близости от заряда (до  $15,5R_0$ ), которая характеризуется высокими сжимающими напряжениями, наблюдается значительное увеличение концентрации микротрещин и при этом прослеживается уменьшение их средней длины по сравнению с естественной. Это подтверждает факт образования новых микротрещин. По мере удаления от центра заряда происходит развитие и слияние микротрещин, вследствие чего снижается их концентрация. При распределении микротрещин по размерам (рисунок 2) в ближней зоне от центра заряда порядка 84% концентрации микротрещин приходится на диапазон от 0,10 до 0,35 мм. Трещины такого размера не превышают размеров минеральных зерен, и, как правило, начинаются от границ срастания зерен и распространяются внутри зерна. Следует учесть, что при отрыве блоков используются щадящие технологии, основным требованием которых является свести до минимума влияние БВР на трещинообразование в горной породе.

Под воздействием дополнительных динамических нагрузок на горную породу, в частности при пассивировке взрывом, происходит существенное увеличение средней длины микротрещин, что подтверждает рисунок 1. Распределение микротрещин по размерам (рисунок 3) позволяет понять динамику процесса микротрещинообразования при динамическом воздействии на гранит. По мере удаления от центра заряда происходит увеличение длин микротрещин, вследствие процессов кластеризации. Одновременно с этим концентрация микротрещин остается практически неизменной, подтверждая тот факт, что образование новых трещин не происходит.

В дальнейшем при последующих технологических операциях на противоположной от взрыва грани блока создаются условия для образования откольных трещин. Это доказывает, что вследствие взрывной пассивировки в блоке могут появляться трещины параллельно грани, наиболее удаленной от линии шпуров, в направлении действия взрывной ударной нагрузки. В дальнейшем при распиловке данного блока перпендикулярно этой грани в получаемых плитах проявляются трещины, снижая выход качественной продукции (плит).

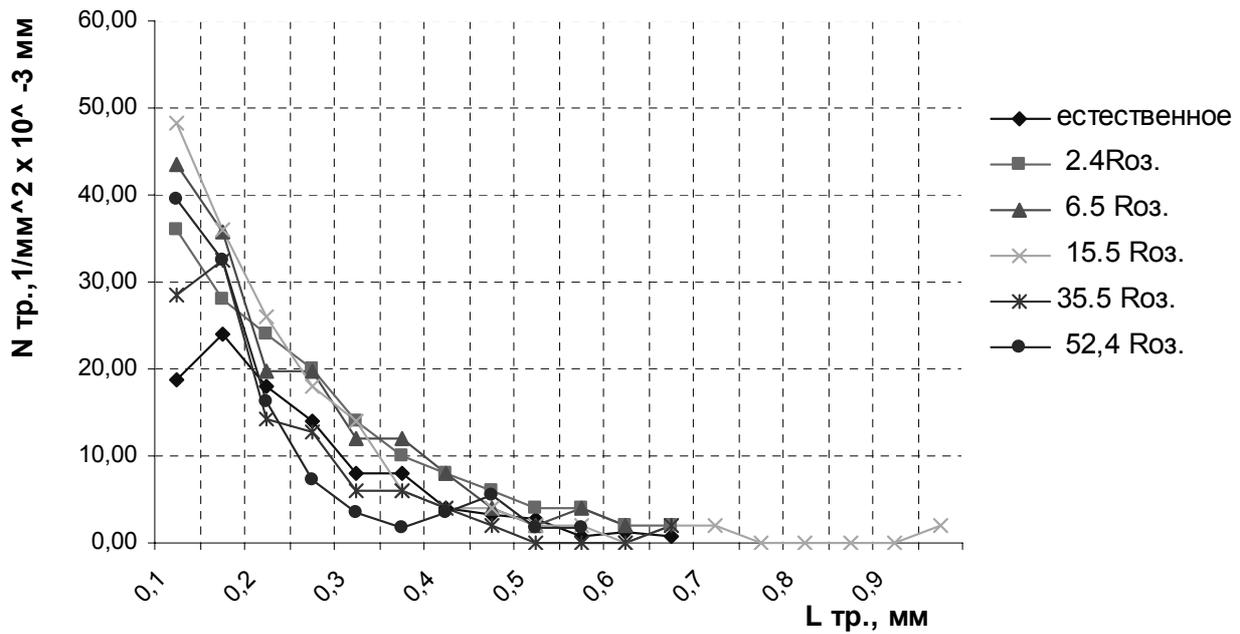


Рис. 2. Распределение микротрещин по размерам на различных расстояниях от центра заряда при взрывном воздействии

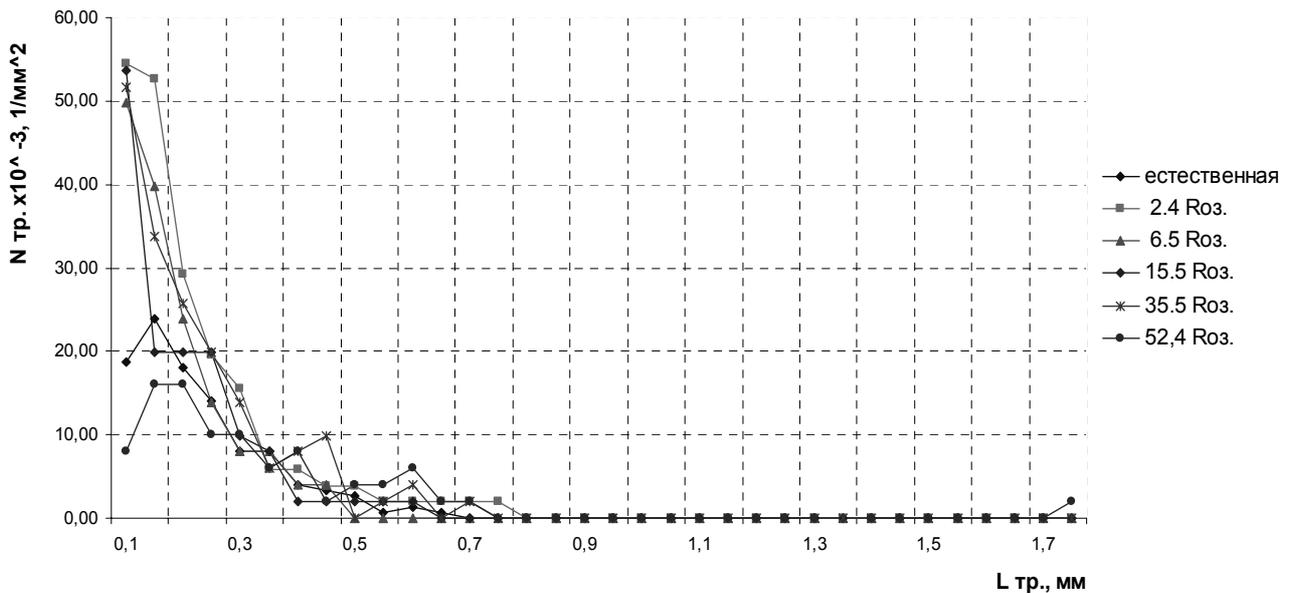


Рис. 3. Распределение микротрещин по размерам на различных расстояниях от центра заряда при взрывном воздействии и пассивировке взрывом

Проведенные исследования показали, что:

1. В результате действия динамических нагрузок в горной породе наблюдается быстрое изменение параметров микротрещиноватости:
  - рост и слияние природных микротрещин в более крупные ;
  - зарождение новых микротрещин;
  - раскрытие крупных микротрещин с образованием дефектов следующего иерархического уровня.
2. Микротрещиноватость наводится во всех иерархических уровнях.
3. Динамическое воздействие приводит к резкому увеличению концентрации микротрещин в ближней и средней зоне действия взрыва.
4. Неразумное использование ВВ создает условия для образования внутренних дефектов в товарном блоке, приводит к снижению его физико-механических показателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мораховский В.Н. Некинематическая тектоника и ее рудообразующее значение. Санкт-Петербургский горный институт: СПб, 2000, 117 с.
2. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1970, 160 с.
3. Ржевский Б.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, – 1984, 360с.
4. Боровиков В.А., Ванягин И.Ф., Межулин М.Г., Цирель С.В. Волны напряжений в обводненном трещиноватом массиве. Ленинград, – 1989, с. 83.
5. Мясникова О.В., Шеков В.А. Исследование динамики поведения микротрещиноватости наведенной взрывом в гранитах // Геолого-технологические исследования индустриальных минералов Фенноскандии. Петрозаводск, 2003, с. 82-85.

### НЕКОТОРЫЕ ГЛУБИННЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ И СОВРЕМЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Надежка Л.И.<sup>1</sup>, Геншафт Ю.С.<sup>2</sup>, Салтыковский А.Я.<sup>2</sup>, Семенов А.Е.<sup>3</sup>,  
Ипполитов О.М.<sup>3</sup>, Пивоваров С.П.<sup>3</sup>, Сафронич И.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет, г. Воронеж

<sup>2</sup> Институт физики Земли РАН, г. Москва

<sup>3</sup> Геофизическая служба РАН, г. Обнинск

Территория Воронежского кристаллического массива (ВКМ) достаточно хорошо изучена комплексными глубинными исследованиями (рис. 1) [1-5]. На основе моделирования гравитационного поля с учетом данных ГСЗ и петрофизики построены плотностные модели земной коры и верхней мантии [6].

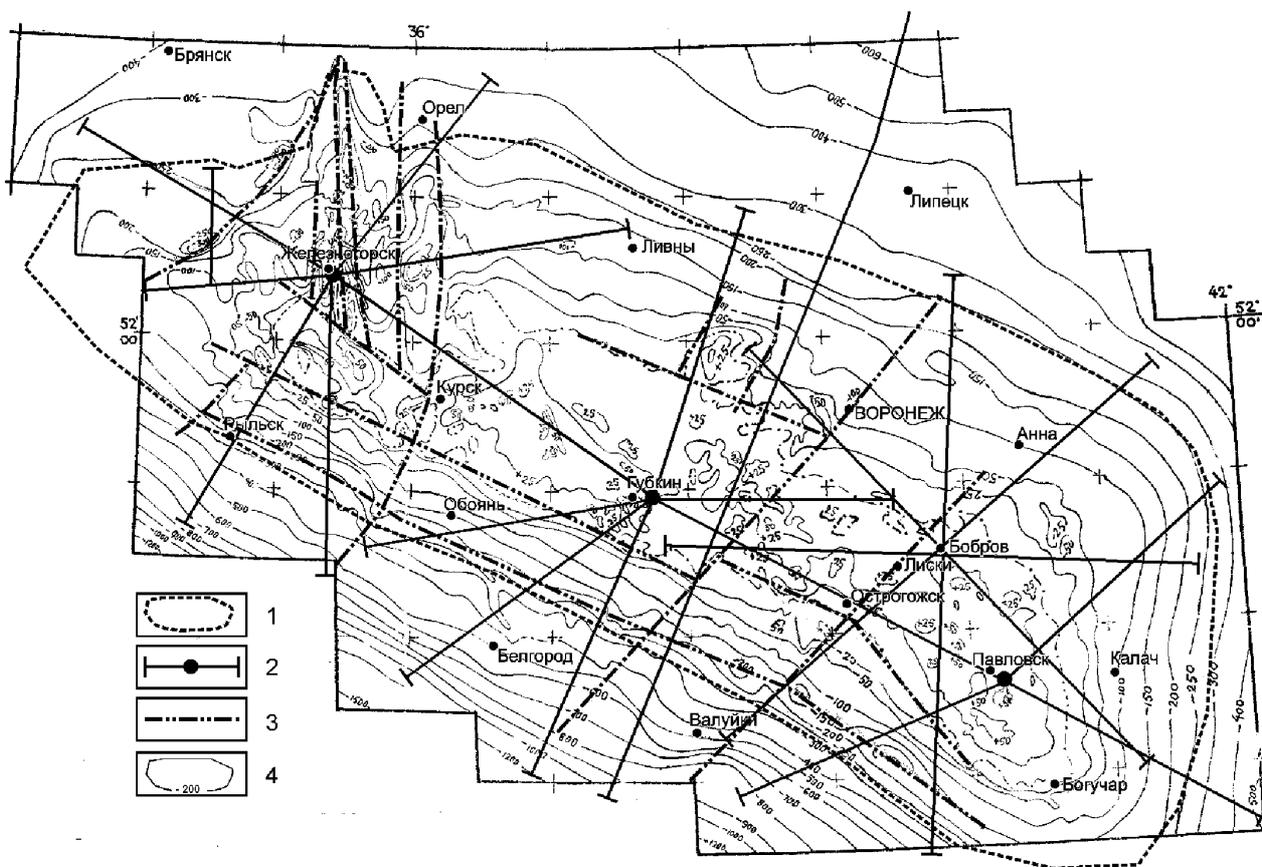


Рис. 1. Схема рельефа фундамента ВКМ с профилями ГСЗ

1 – граница кровли антеклизы; 2 – профили ГСЗ с пунктами промвзрывов;  
3 – тектонические нарушения; 4 – изогипсы кровли фундамента в метрах