

Методы и приборы выявления трещиноватости гранита в процессе заготовки блоков

И.В. Павлов

ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы контроля качества, и в первую очередь трещиноватости гранитных блоков в процессе их добычи на карьерах Северо-Западного региона России. Анализируются причины возникновения трещиноватости, влияние её на прочность гранита в изделиях, рекомендуются приборы для её выявления.

Ключевые слова: граниты, дефекты, добыча гранита, карьер, качество; неразрушающий контроль качества, трещиноватость, технология добычи гранита, ультразвуковой контроль, экспорт.

Основным дефектом гранитных блоков, выявляемым часто после непродолжительного хранения или распиловки блоков заказчиком, является трещиноватость (fissuring), которая в большей или в меньшей степени присутствует в гранитах всегда на субмикроскопическом (разрыв различных типов атомных или межмолекулярных связей), микроскопическом (разрыв связей внутри или между отдельными кристаллами и зёрнами), макроскопическом (трещины видны невооружённым глазом) и мегаскопическом (крупные механические дефекты, часто геологической природы, имеющие размеры сравнимые с размером добываемого блока) [1]. Целью исследования, описываемого в статье, является определение возможности выявления методами неразрушающего контроля субмикроскопических и микроскопических закрытых и скрытых трещин, подбор современных, сертифицированных приборов для реализации на практике выбранных методов контроля. Причины возникновения и прорастания трещин в добываемых гранитных блоках это, в первую очередь, процессы, происходившие в горных породах в течение процесса их существования (возраст гранитов может достигать 2500 млн. лет). Процесс трещинообразования усугубляется перераспределением внешних и внутренних напряжений в гранитных блоках в процессе добычи [2].

В настоящее время крупные дефекты контролируют визуальным методом, рассматриваемая в статье трещиноватость при этом практически не обнаруживается, в результате этого производители и покупатели терпят большие убытки, так как визуально внутренние дефекты и микротрещины на поверхности блоков не определить. При последующей распиловке и обработке гранита эти дефекты проявляются, и происходит разрушение готовых изделий и полуфабрикатов. В связи с этим вопрос обнаружения и прогнозирования трещиноватости гранита в блоках стоит очень остро, так как позволит скорректировать технологический процесс и снизить убытки, как производителя, так и покупателя.

К сожалению, в настоящее время при промышленной добыче гранитных блоков трещиноватость гранитных блоков практически не контролируется. В процессе выполнения этой работы мы запросили ряд зарубежных горнодобывающих предприятий об имеющихся разработках по контролю трещиноватости и не получили не одного положительного ответа. В ноябре прошлого года, при посещении в Финляндии международной выставки горнодобывающей техники и оборудования «Финматерия» из экспозиции и бесед со стендистами многих передовых горнодобывающих предприятий мира мне также не удалось обнаружить реальных методов выявления трещин в гранитных блоках. Финны и шведы предпочитают не выявлять трещиноватость, а бороться с ней применением щадящих способов добычи, что, конечно, снижает трещиноватость, возникающую при добыче, но не исключает трещиноватость, обусловленную природными факторами.

В массиве горной породы гранит может находиться в сложнапряжённом состоянии, под большим давлением порядка 100...1000 МПа. В процессе добычи это напряжение в значительной степени снимается и перераспределяется. В. Гукер и В. Дювал, в работе [3] приводят такие цифры: измеренная ими скорость УЗК в горном массиве составила 5385

м/сек, в добытом блоке она не превысила 3900 м/сек. При приложении к данному образцу одноосного сжимающего напряжения, той же величины, что и в естественном состоянии скорость не превысила 4500 м/сек. Это, по нашему мнению, объясняется возросшей трещиноватостью гранита и снятием значительной части внутренних напряжений в процессе отделения блока от монолита. Для подтверждения этого предположения нами были проведены исследования, в процессе которых образцы подвергались нагружению на 25–50 % от предполагаемой разрушающей нагрузки, с последующим измерением скорости УЗК. Измерения показали, что после каждого цикла нагружение – разгрузка скорость УЗК падает, что также можно объяснить прорастанием трещин.

В статьях [4, 5] мы подробно рассмотрели методику и оборудование проведения неразрушающего контроля трещиноватости гранитов с помощью низкочастотных ультразвуковых колебаний. Здесь рассмотрим другие методы неразрушающего контроля гранита и приборы для их реализации, хорошо зарекомендовавшие себя при контроле качества разнообразных композиционных материалов, например, бетона, также подверженного трещиноватости.

При испытаниях на сжатие трещины могут закрываться и никак не сказываться на несущей способности гранита, поэтому по результатам многочисленных испытаний наиболее информативным методом, характеризующим трещиноватость, является метод вырыва анкера [3, 4, 5].

Для контроля этим методом в нашей стране выпускается о сертифицированный и внесённых в госреестр средств измерений прибор «Измеритель прочности ОНИКС-ОС». Прибор по точности близок к прямым методам оценки прочности, его используют в особо ответственных случаях или для корректировки показаний ударно-импульсных и ультразвуковых приборов. Принцип действия основан на измерении усилия вырыва

специального анкера вставленного в предварительно просверленное отверстие. Понятно, что чем больше трещиноватость гранита, тем легче вырвать анкер. Титановый 2-х килограммовый пресс позволяет развивать усилие до 10 тс. При этом электроника прессы позволяет производить контроль скорости нагружения с индикацией её на графическом дисплее с подсветкой, автоматически фиксировать усилие вырыва анкера, вычислять прочность контролируемого материала, производить статистическую обработку результатов испытаний, устанавливать градуировочные характеристики для испытания новых материалов, архивировать до 800 протоколов испытаний в реальном времени.

Водопоглощение гранитов может достигать 0,03%; при значительном снижении прочностных и деформативных свойств [6, 7, 8]. Приборы ВИМС-2.11 и ВИМС-2.12 предназначены для оперативного контроля влажности монолитных и сыпучих материалов.

Принцип измерения основан на взаимосвязи диэлектрических свойств влажного материала, с количеством содержащейся в нем влаги при положительных температурах. Интегрированный в корпус прибора датчик влажности обеспечивает компактность, небольшой вес прибора удобство в эксплуатации. Выпускаются модификации прибора с выносным датчиком. В прибор защиты базовые градуировочные зависимости (с возможностью их корректировки) и возможностью градуировки на 8 пород пользователя.

Влага – это чаще всего электролиты. Каверны (изолированные и полуизолированные пустоты) заметного влияния на удельное сопротивление пород не оказывают. Наличие трещин, заполненных электролитом, вызывает существенное снижение сопротивления по сравнению со снижением сопротивления, обусловленным межзерновой пористостью такого же объема.

Всемирно известный швейцарский производитель портативных приборов для неразрушающего контроля свойств таких материалов как, бетон, горная

порода, бумага и композитные материалы, компания Proceq SA выпускает и поставляет в Россию приборы для контроля электрического сопротивления горных пород и бетонов «Resipod», которые позволяют контролировать водопоглощение гранитов.

Измеритель частоты собственных колебаний «Звук -203» предназначен для измерения частот собственных колебаний самых разнообразных изделий и блоков из гранитов. Как известно [9, 10] частоты собственных колебаний изделий очень чутко реагируют на изменение их геометрических размеров, наличие трещин, изменение прочности, деформативности, плотности и пористости материалов. Прибор осуществляет автоматический спектральный и частотный анализ выборок виброакустических сигналов, может применяться в качестве виброанализатора. К основным функциям относится измерение основной моды частоты свободных колебаний объекта контроля, получение спектральной характеристики объекта контроля, вычисление скорости распространения акустических волн, модуля Юнга и т.д. Все эти приборы имеют встроенный компьютер, позволяющий производить накопление информации и обрабатывать её по заложенным в программу критериям, внесены в Госреестр средств измерений РФ и ряда других стран, имеют незначительную стоимость.

Применение рассмотренных приборов в различных комбинациях позволит контролировать трещиноватость гранитов и другие дефекты.

Литература

1. Разрушение, т. 7; часть 1. Неорганические материалы. Под редакцией Г. Либовица, перевод с английского. Из-во Мир, М.: 1976 с. 62 – 65.
2. Оловянный А.Г. Математическое моделирование процессов деформирования и разрушения в трещиноватых массивах горных пород. Записки Горного института том 185. 2010г. с. 95 -99.



3. Зиновьев, В.Н. Определение микротрещинообразования бетона при сжатии ультразвуковым импульсным методом // Инновации в науке и образовании– 2009: VII Междунар. науч. конф. (20-22 окт.): труды. - Калининград, 2009. - Ч. 2. – С. 70-76.
 4. И.В. Павлов, А.А. Ирканаева. Неразрушающий контроль качества блоков из природного камня. В мире неразрушающего контроля №1 (63) 2014г. стр. 53 -56.
 5. И.В. Павлов. Трещиноватость гранитных блоков, методы и приборы для её выявления. Инновации на транспорте и в машиностроении: сборник трудов 3-й международной научно-практической конференции. Том 4 / Под ред. В.В. Максарова/ отв. Ред. И.В. Павлов. – СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» 2015. 106 с.
 6. Study for cutting performance in arrayed diamond saw blade / S.P.Pyun, H.W.Lee Lee, J.H.Park // 1st International Industrial Diamond Conference 20–21 October 2005 Barcelona Spain. pp. 20-21.
 7. G. Weber and C. Weiss. DIAMIX – A family of bonds based on DIABASE-V21// Industrial diamond review. –2005, № 6. – Pp. 27– 28.
 8. Heitzman, James, "Ritual Polity and Economy: The Transactional Network of an Imperial Temple in Medieval South India", Journal of the Economic and Social History of the Orient (BRILL) 34 (1/2). 1991. Pp. 23–54.
 9. Клавдиенко Н.В., Мирошниченко Д.А. Формирование системы обеспечения качества продукции на основе применения процессного подхода // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 (часть 1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1087.
 10. Полякова Т.В., Сайбель А.В., Халезин С.В. Строительство и экология // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1388.
-

References

1. Razrushenie, t. 7; chast' 1. Neorganicheskie materialy. Pod redakciej G. Libovica, perevod s anglijskogo [Destruction, v. 7; Part 1. Inorganic materials. Edited by H. Liebowitz, translation from English]. Iz-vo Mir, M: 1976. pp. 62 – 65.
 2. Olovjannyj A.G. Zapiski Gornogo instituta tom 185, 2010. pp. 95 -99.
 3. Zinov'ev, V.N. Innovacii v nauke i obrazovanii. 2009: VII Mezhdunar. nauch. konf. (20-22 okt.): trudy. Kaliningrad, 2009. p. 2. pp. 70-76.
 4. I.V. Pavlov, A.A. Irkanaeva. V mire nerazrushajushhego kontrolja, №1 (63) 2014g. pp. 53 -56.
 5. I.V. Pavlov. Innovacii na transporte i v mashinostroenii: sbornik trudov 3-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Tom 4. Pod red. V.V. Maksarova. otv. Red. I.V. Pavlov. SPb: Nacional'nyj mineral'no-syr'evoj universitet «Gornyj» 2015. 106 p.
 6. Pyun, S. P. Study for cutting performance in arrayed diamond saw blade. P. S. Pyun, H. W. Lee, J. H. Park 1st International Industrial Diamond Conference, 20-21 October 2005, Barcelona. pp. 20-21.
 7. G. Weber and C. Weiss. DIAMIX – A family of bonds based on DIABASE-V21. Industrial diamond review. 2005, № 6. Pp. 27– 28.
 8. Heitzman, James (1991), "Ritual Polity and Economy: The Transactional Network of an Imperial Temple in Medieval South India", Journal of the Economic and Social History of the Orient (BRILL) 34 (1/2). 1991. pp. 23–54.
 9. Klavdienko N.V., Miroshnichenko D.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 4 (p. 1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1087.
 10. Poljakova T.V., Sajbel' A.V., Halezin S.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 4 (p. 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1388.
-