

УДК 549.621.9:622.235

А.А. Калашник, канд.геол.наук

Казенное предприятие «Кировгеология»

Н.А. Ковришкин, доц., канд.техн.наук

Кировоградский национальный технический университет

Исследование микротрещиноватости частиц граната из концентрата Завальевского месторождения

В статье изложены результаты изучения микротрещиноватости частиц граната концентратов, полученных из пород гранито-гнейсовой формации Завальевского месторождения и Лозоватского обнажения.

микротрещиноватость, гранатовый концентрат, естественные и техногенные дефекты в минералах

Гранат обладает высоким удельным весом и повышенной сопротивляемостью к истиранию. В промышленности все более активно применяется абразивный гранат – изделие, полученное в результате обогащения гранатосодержащего сырья вплоть до получения высококачественного гранатового песка. Вследствие высокого сопротивления к разрушению (прочности), абразивный гранат востребован, с одной стороны, как многократное неметаллическое абразивное вещество, и, с другой стороны, как продукт для гидроабразивной резки различных материалов. Острые грани зерен граната обеспечивают высокое качество и продуктивность обработки. При этом гранатовый песок безопасен для здоровья человека вследствие того, что не является канцерогенным и нетоксичен. Абразивный гранат не загрязняет окружающую среду и рабочее место.

Общее потребление гранатового концентрата на мировом рынке по отраслям следующее: очистка поверхностей – 40%, очистка воды – 24%, гидроабразивная резка – 12%, абразивы – 12%, щадящие абразивы – 6%, нефтяная промышленность – 4%, прочие – 2%.

Украина располагает одной из мощных сырьевых баз граната в СНГ и Европе. Однако рынок гранатового концентрата на сегодняшний день в большей мере обеспечивает внутренние потребности страны за счет экспортируемого сырья из Чехии, Австралии, Индии, часто довольно сомнительного качества, в частности по показателю радиоактивности, обусловленному присутствием в концентратах плохо извлекаемых радиоактивных примесей, в первую очередь ториеносных монацита, а также циркона (малакона), апатита. Получение чистых концентратов с радиоактивностью первого класса из высокопримесных радиоактивных исходных трудоемко и дорого, поэтому показатели удельной активности зачастую замалчиваются. В то же время имеются отечественные источники гранатовых концентратов, которые генетически характеризуются низкопримесным содержанием радиоактивных минералов, в первую очередь Завальевское месторождение, материнскими породами граната на котором являются гранат-биотитовые гнейсы и кварциты.

ЗАО «Завальевский графит» выходит на уровень промышленного производства высококачественного и более дешевого относительно ввозимого в Украину гранатового

концентрата, и способен обеспечить им внутренние потребности нашей страны. Кроме того, попутное промышленное производство гранатового концентрата обеспечивает рациональное и максимально полное использование ресурсов Завальевского графитового месторождения.

Одним из технических требований, предъявляемых к качеству гранатового концентрата, является характер трещиноватости частиц – густота трещин, их направленность, глубина проникновения в тело частицы минерала. Степень трещиноватости обуславливается генетическими причинами (в первую очередь, различными условиями минералообразования, также степенью проявленности наложенных процессов – тектоническими, метаморфическими, гипергенными). Выбранная схема технологического обогащения и условия измельчения в дробилках, мельницах и дезинтеграторах предопределяют степень формирования техногенной трещиноватости.

Гранаты относятся к группе минералов, присутствие которых в породах обуславливает генетическое трещинообразование. Разновидности этого минерала, как правило, в условиях практически всех фаций метаморфизма не образуют резко вытянутых индивидов. Основные кристалломорфологические свойства – сингония кубическая, встречаются в хорошо выраженных кристаллах – ромбододекаэдрах, тетрагонтриоктаэдрах или комбинации этих форм, отсутствие спайности. Однако, при некоторых термодинамических условиях, и особенно при наличии водных растворов, в процессе перекристаллизации и обменных реакциях могут образовывать индивиды и агрегаты вытянутой и пластинчатой формы и поэтому в благоприятных тектонических условиях могут обуславливать генетическое трещинообразование. Кристаллы граната могут становиться вытянутыми вдоль краев синклинали в условиях динамического влияния растягивающих тектонических напряжений при формировании синклиналей, что может обуславливать высокую природную трещиноватость и снижение абразивно-эксплуатационных свойств – формирование в процессе обогащения гранат-содержащих пород значительного содержания фракции – 0,1 мм, образования при дроблении обломков нежелательных форм (пластинчатой, игольчатой, остроугольной).

Динамическое разрушение минералов и степень развития микротрещиноватости при техногенном обогащении основываются на исходных размерах естественных дефектов пород. Согласно классификации естественных дефектов в горной породе (поры, трещины и т.п.) В.В.Ржевского и Г.Я.Новика, приведенной в [1] дефекты по величине делятся на три порядка: дефекты первого порядка – собственно дефекты кристаллической решетки минералов и другие внутрикристаллические дефекты размером 10^{-9} - 10^{-5} м. Дефекты второго порядка – это трещины в межзерновом цементе или непосредственно между зернами размером 10^{-6} - 10^{-2} м. Дефекты третьего порядка – это тектонические трещины, кливаж, трещины выветривания и т.д., достигающие размеров 10-100 м. Акцентируется внимание [1], что именно дефекты второго порядка оказывают решающее влияние на процессы измельчения в дробилках, мельницах и дезинтеграторах, что обуславливает качество получаемого концентрата по показателю микротрещиноватости. Дефекты второго и первого порядков ориентированы хаотично и обусловлены в большей мере процессами диагенезиса осадков, степенью метаморфизма и кристаллизации магм. Они являются основой развития генетических микротрещин.

Цель работы – изучить микротрещиноватость частиц граната из гранатового концентрата Завальевского месторождения.

Объектом исследований были минералогические пробы гранатового концентрата, полученные в результате технологического обогащения при попутной промышленной разработке Завальевского месторождения в действующем

обогащительном цехе гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит». Концентрат однотипен по вещественному составу. Преимущественным в отобранной пробе является класс $-0,5+0,1$ мм при его выходе с содержанием граната более 90%. Для сравнения микротрещиноватости использовался гранатовый концентрат, полученный авторами из мелкообъемной пробы коры выветривания гранат-биотитовых гранитов, отобранной при исследовании Лозоватского обнажения. Гранаты в обогащенной пробе с Лозоватского обнажения характеризуются наличием генетической трещиноватости при отсутствии влияния техногенной.

Определение степени трещиноватости частиц граната выполнялось на минеральных зернах, выбранных хаотически из типового товарного концентрата ЗАО «Завальевский графит» с применением ранее разработанных способов [2] и высокоточной лабораторной техники. Исследования выполнялись в КНТУ на растровом электронном микроскопе модели РЭМ-106И производства фирмы «SELMИ» (рис.1) с разрешающей способностью электронного микроскопа при получении изображений 4 нм, с возможностью регулирования увеличения от 15 до 300 тыс.крат.



Рисунок 1 – Установка РЭМ-106И в процессе проведения исследования

Технологические особенности обуславливают поведение минеральных частиц при обогащении. Определяющие технологические признаки граната – плотность, крупность, характер поверхности, магнитность, электропроводность. Неоднородность свойств связана с разной степенью микротрещиноватости, минеральными включениями (биотит), примазками, плохой раскрываемостью и, соответственно, плохой извлекаемостью попутных минеральных включений относительно крупных зерен граната, неоднородным присутствием разновидностей граната в гранатовом концентрате ЗАО «Завальевский графит»: альмандина (свыше 90%), пирропа (единичные зерна), гроссуляра (единичные зерна). Свойства разновидностей граната перекрываются между собой и лишь частично со свойствами сопутствующих в концентрате минералов-примесей (в первую очередь ильменита, а также пирита, пирротина, магнетита, биотита, пироксена, роговой обманки, кварца).

Для исследования микротрещиноватости частиц граната предварительно были изготовлены скрепленные шлифы из частиц граната различных гранулометрических фракций различных проб (рис.2). Общий вид шлифа из частиц товарного гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит» приведен на рис.3.

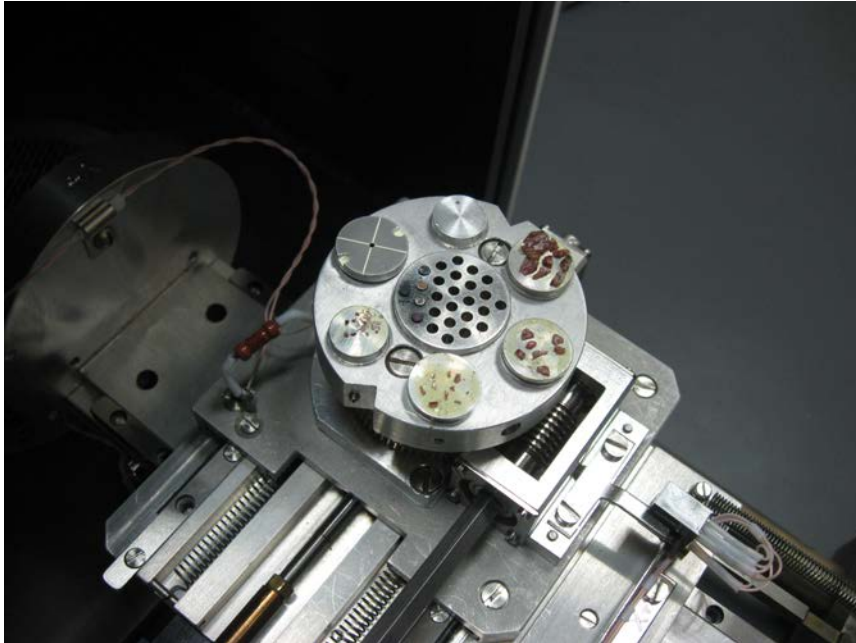


Рисунок 2 – Образцы зерен граната перед подготовкой к проведению исследования микротрещиноватости в установке РЭМ-106И

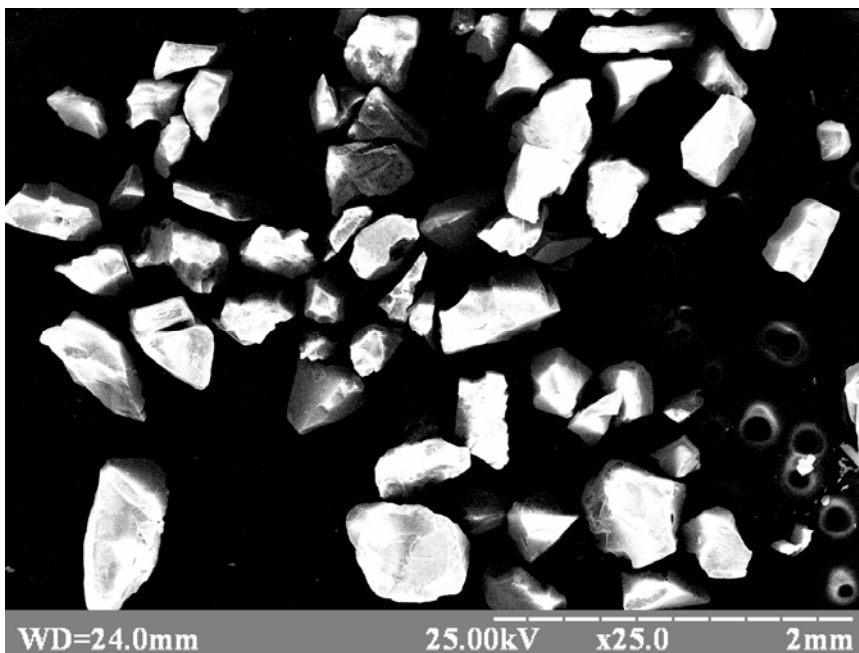


Рисунок 3 – Общий вид шлифа из частиц товарного гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит» granulометрической фракции $-0,5+0,1$ мм перед началом исследования микротрещиноватости

Далее определялась длина сечения всех частиц граната, попадавших в ряд параллельных линий-профилей, секущих шлиф и располагающихся друг от друга на расстоянии около 1 мм и велся расчет количества трещин вдоль линии каждого профиля (рис. 4-6). Количество расчетных профилей в каждом шлифе было не менее 2. Длины сечений всех частиц граната и количество трещин подсчитывались, производилось деление первого показателя на второй и тем самым определялся показатель трещиноватости (мм^{-1}), который характеризует степень трещиноватости зерен граната. Характер трещиноватости частиц для зерен граната исследованного гранатового концентрата показаны на рис.7-8.

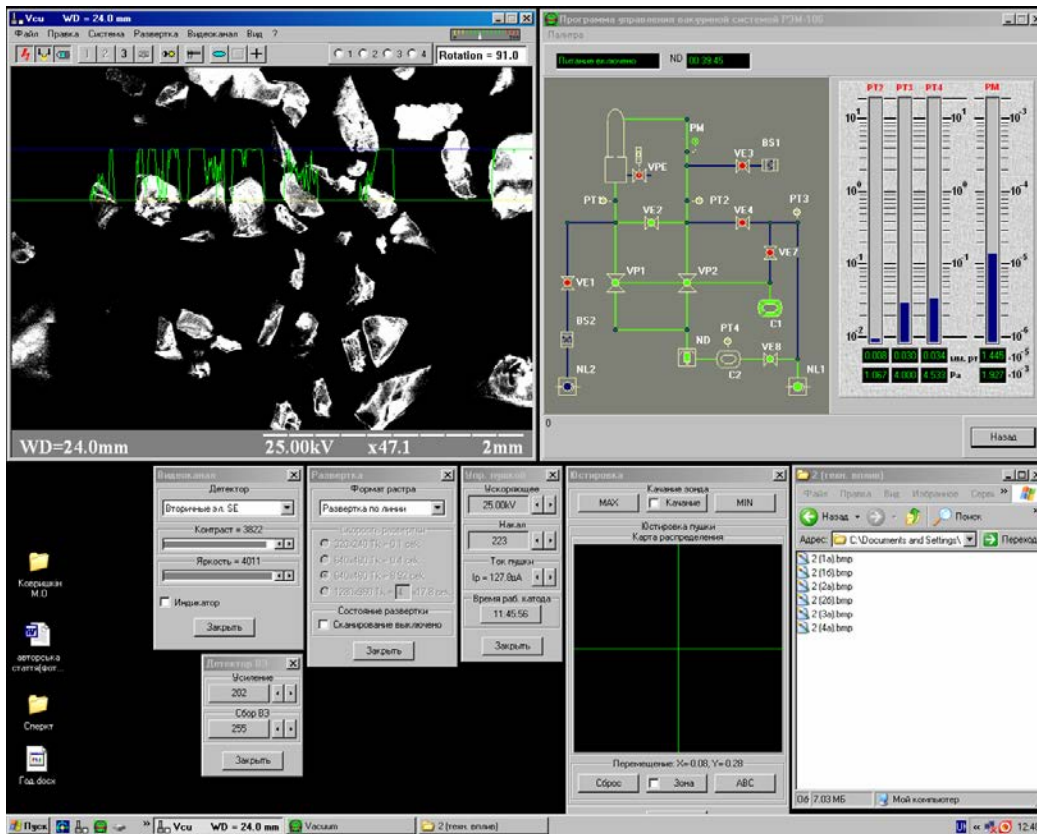


Рисунок 4 – Измерение длины частиц зерен граната по линии-профилю 1 в 1 исходном шлифе из гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит»

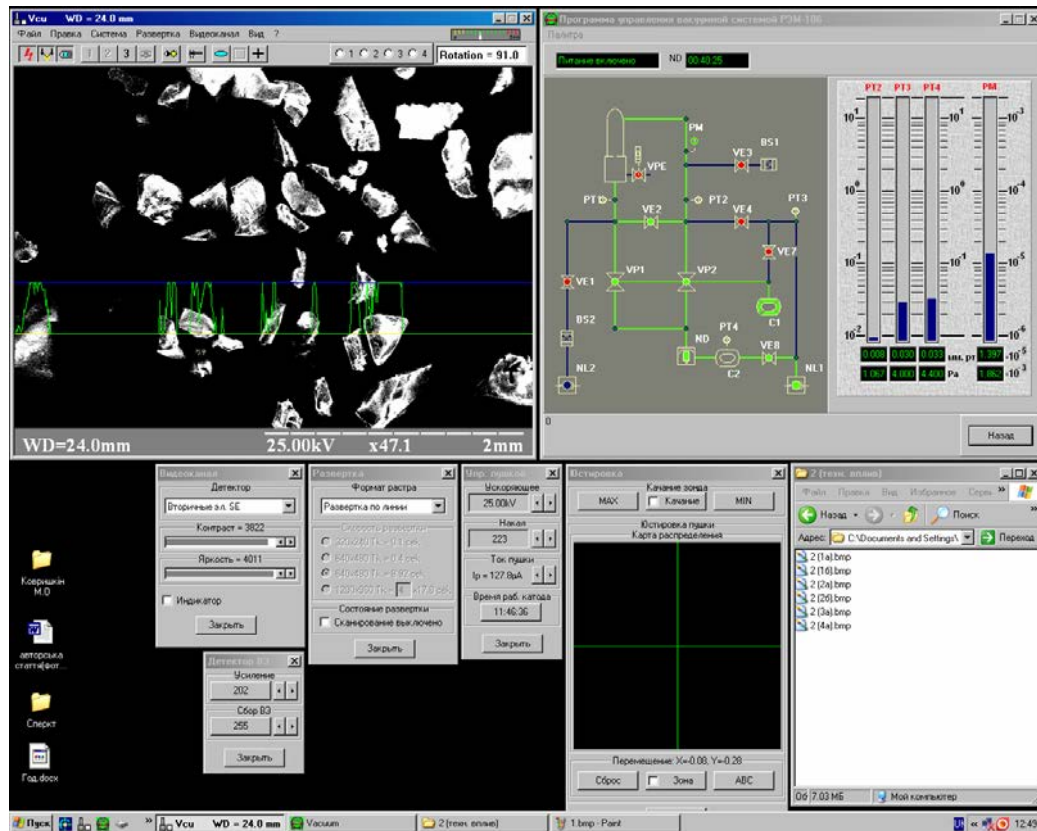
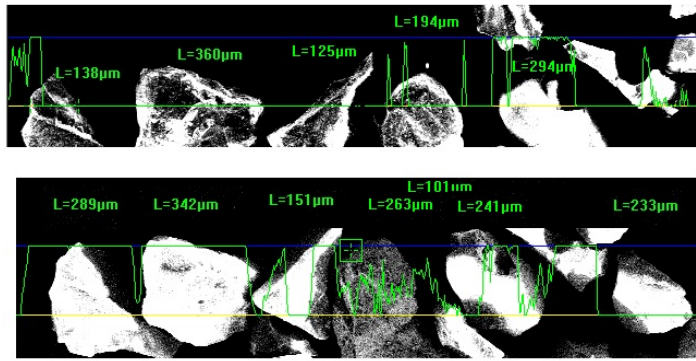


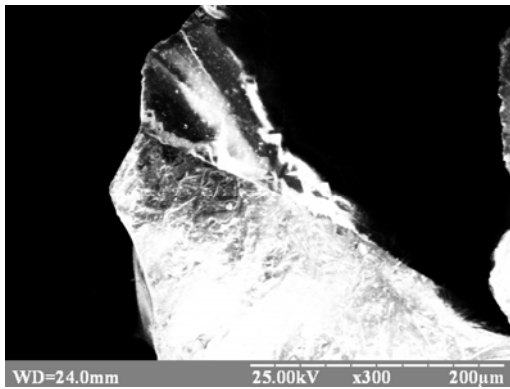
Рисунок 5 – Измерение длины частиц зерен граната по линии-профилю 2 в 1 исходном шлифе из гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит»



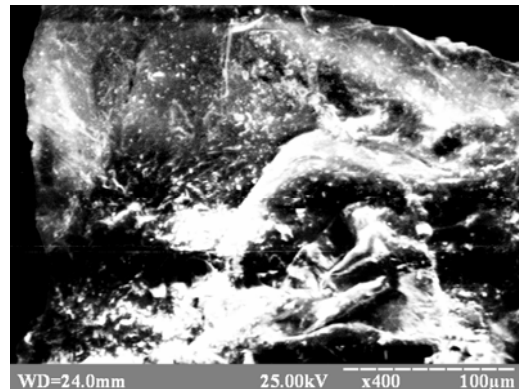
область 1
линия 1

область 1
линия 2

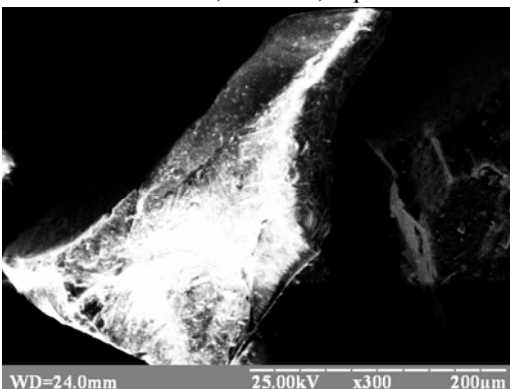
Рисунок 6 – Определение трещиноватости зерен граната в шлифе 1 (гранатовый концентрат гранулометрической фракции -0,5+0,1 мм, ЗАО «Завальевский графит»)



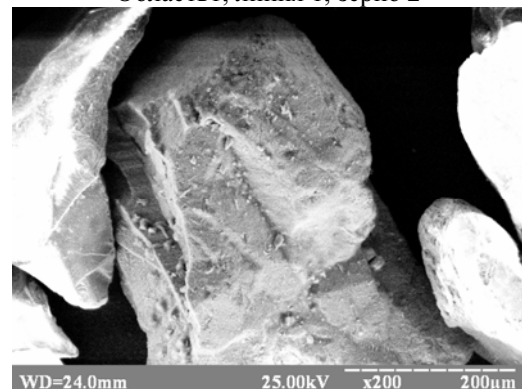
Область 1, линия 1, зерно 1



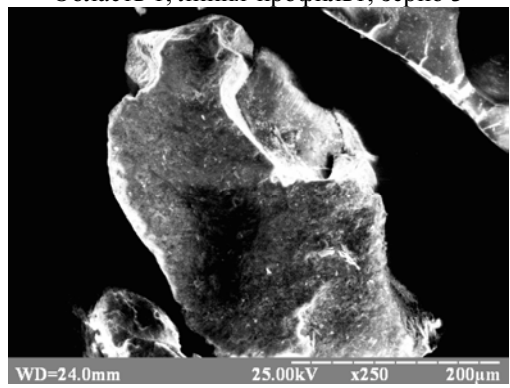
Область 1, линия 1, зерно 2



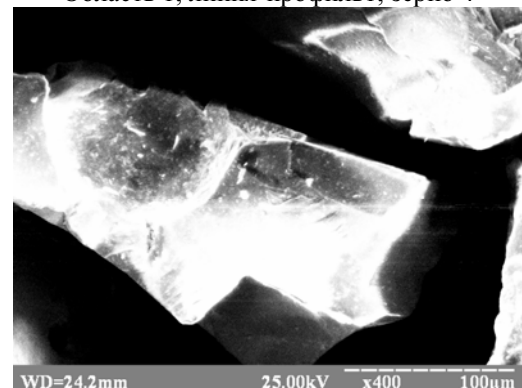
Область 1, линия-профиль 1, зерно 3



Область 1, линия-профиль 1, зерно 4



Область 1, линия-профиль 1, зерно 5



Область 1, линия-профиль 1, зерно 6

Рисунок 7 – Характер трещиноватости гранатовых частиц товарного гранатового концентрата ЗАО «Завальевский графит» (генетическая и техногенная трещиноватость)

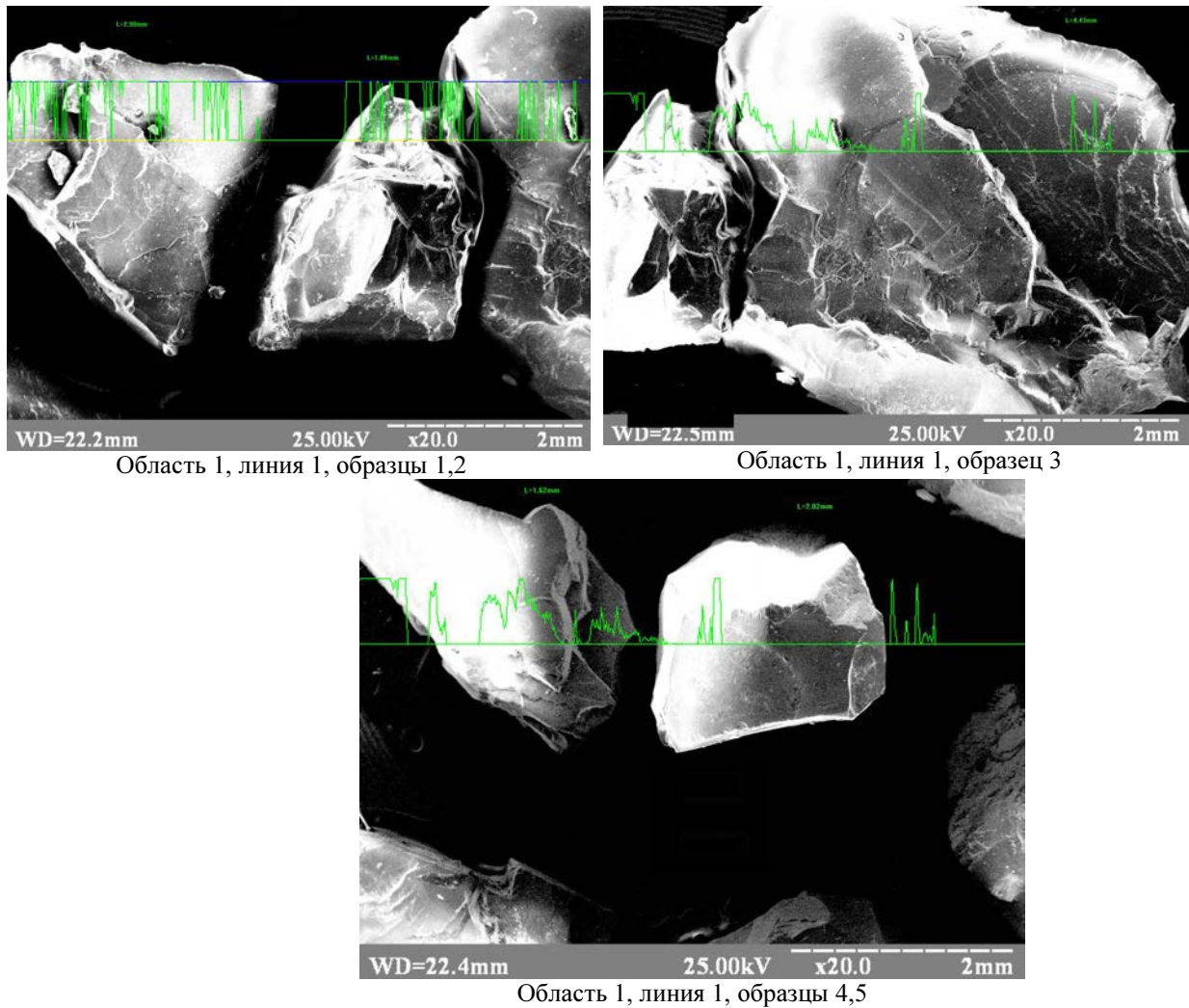


Рисунок 8 – Характер трещиноватости гранатовых частиц гранатового концентрата Лозоватского обнажения (генетическая трещиноватость при отсутствии техногенной)

Показатели трещиноватости для зерен граната исследованных шлифов отражены в табл.1.

Таблица 1 – Трещиноватость частиц граната (мм^{-1}) из гранатовых концентратов

Источник концентрата	Образцы	Гранулометрические классы, мм	Трещиноватость частиц граната, мм^{-1}
Завальевское месторождение	Область 1, линия 1	-0,5+0,1	0,570
Завальевское месторождение	Область 1, линия 2	-0,5+0,1	0,540
Завальевское месторождение	Область 2, линия 1	-0,5+0,1	0,590
Завальевское месторождение	Область 2, линия 2	-0,5+0,1	0,550
Лозоватское обнажение	Область 1, линия 1	-5,2+0,8	0,375

Приведенные результаты основаны на изучении частиц граната фракции - 0,5+0,1 мм.

Для сравнения приведем данные по исследованию микротрещиноватости в близком гранулометрическом классе (-0,5+0,315 мм) по данным [2] исследования гранатовых концентратов месторождений Emerald Creek (США) и Bengal Bay (Индия) –

лидеров мирового рынка товарного гранатового концентрата, которые составляют соответственно, 0,436 и 1,283 мм⁻¹.

Таким образом, проведенные нами с помощью современной аппаратуры исследования трещиноватости частиц гранатов из концентрата Завальевского месторождения показали, что они характеризуются крайне низкими показателями трещиноватости (0,550-0,590 мм⁻¹), что свидетельствует о высоком качестве по этому показателю получаемого гранатового концентрата в ЗАО «Завальевский графит». Это обусловлено среди прочих причин и техническими инновациями в технологической схеме обогащения граната, использованной ЗАО «Завальевский графит».

Учитывая уровень запасов гранатовой руды на Завальевском месторождении и налаженное промышленное производство высококачественного гранатового концентрата при попутной эксплуатации Завальевского графитового месторождения ЗАО «Завальевский графит» способно в течение длительного времени обеспечивать Украину собственным гранатовым сырьем для различных целей, что представляет национальные интересы Украины.

Авторы статьи выражают искреннюю признательность Хейсону О.Ю. (ЗАО «Завальевский графит») за содействие в проведении исследований.

Список литературы

1. Ржевский В.В. Основы физики горных пород /В.В.Ржевский, Г.Я.Новик. - М.: Недра, 1992. - 327 с.
2. Ковальчук Л.Н. Трещиноватость частиц граната из концентратов некоторых месторождений мира /Л.Н. Ковальчук, П.Н. Хартанович // Геолого-мінералогічний вісник. - 2001. - №1. - С.106-109.

Г. Калашник, М. Ковришкін

Дослідження мікротріщинуватості часток гранату з концентрату Заваллівського родовища

В статті наведено результати вивчення мікротріщинуватості часток гранату концентратів, що отримані з порід граніто-гнейсової формації Заваллівського родовища та Лозуватського оголення.

G. Kalashnyk, M. Kovryshkin

Research of micro fissuring particles of garnet from concentrate of Zavalievskogo deposit

Results of study micro fissuring particles of garnet in concentrates selected from the rocks of granite-gneisses formations of Zavalievskogo deposit and Lozovatskogo outcropping have been considered in the article.

Одержано 18.04.12