

УДК 66.04 : 666.76 (575.2) (04)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СТРУКТУРУ ЛИДИТА

О.Л. Тузова

Приводятся результаты обжига лидита до 1200 °С (область активных фазовых переходов). Рассматриваются его свойства и возможность применения в качестве огнеупорного материала в различных нагревательных печах.

Ключевые слова: лидит; динас; огнеупоры; оксид кремния; углерод.

Одним из самых распространенных видов массовых огнеупорных изделий является динас. Он находит применение в печах черной и цветной металлургии, коксохимической и стекольной промышленности, в различных нагревательных течах и т. д. Изготовление динасовых огнеупоров – процесс чрезвычайно энергоемкий, долговременный, оказывающий негативное влияние на экологию [1]. Именно поэтому Кыргызстан заинтересован в том, чтобы найти материалы, которые можно использовать в качестве огнеупоров без предварительной обработки. Лидит – именно такой природный огнеупор, позволяющий применять его напрямую [2].

Исследование структуры лидитовых образцов проводилось методом минералогического изучения состава. Исследования проводились в Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР.

Под разными углами прохождения лучей света через тонкий геологический шлиф образца лидита видны различные кристаллические модификации кварца. В одном случае видна только структура непрозрачной, графитизированной части (рис. 1а). При этом прозрачная часть вы-

глядит сплошным белым пятном. Под другим углом съемки хорошо выявляется структура кристаллов кварца, в которой не присутствует углерод (рис. 1б).

На рис. 2 отчетливо видно, как воздействие различных направлений луча света в микроскопе выявляет скрытую структуру. На рис. 2а видно лишь кварцевое гнездо катаклаза и его линии, секущие породу, а на рис. 2б – часть кварца с небольшим содержанием углерода серого цвета. Основная же масса всего образца имеет насыщенный черный цвет.

При изучении результатов исследований установлено, что содержание кварца в лидите составляет 70, а графитового вещества – 30 %. Основная часть углерода сконцентрирована в 30% кварцевой породы и может составлять в них от 3 до 4 % (эта часть образцов имеет насыщенный черный цвет). Остальная часть, небогатая углеродом, имеет серый цвет, содержание графита в ней невелико. Также имеются совершенно не содержащие углерод прослойки кварцита. Кварцевая порода обогащена углеродом послойно, создавая слои и сгустки размером от 0,01 до 0,05 мм. Слои обогащенного

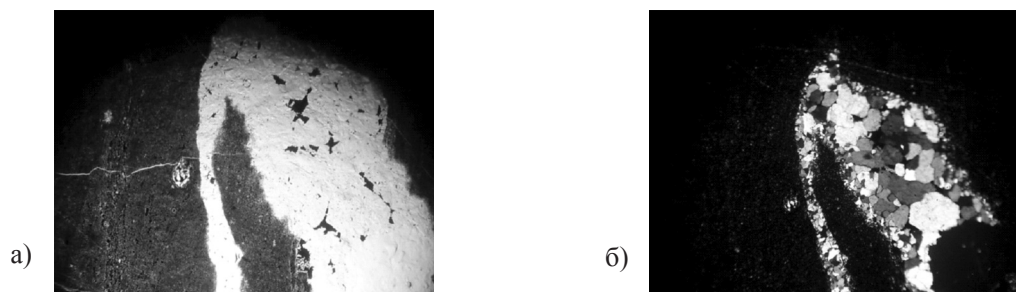


Рис.1. Геологический шлиф образца лидита толщиной 0,1 мм, снятый на просвет (увеличение 80)

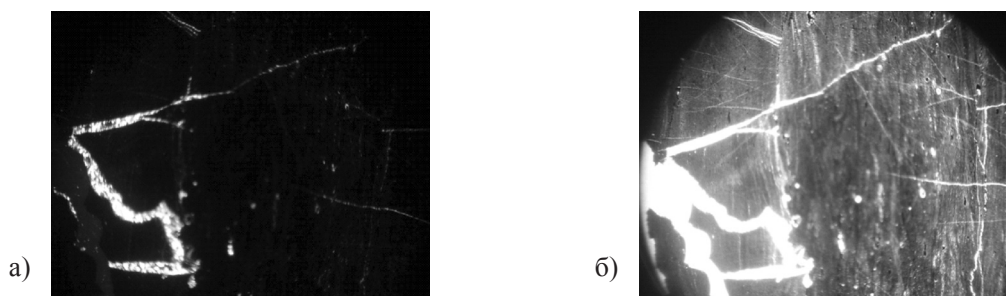


Рис. 2. Геологический шлиф образца лидита толщиной 0,1 мм, снятый на просвет (увеличение 80)

углеродом кварца группируются в параллельные прослой, намечая слоистость (рис. 2б). Таким образом, кварц встречается в двух разновидностях: кварц-1 в тесном сростании с графитовым веществом образует тонкозернистую халцедоновидную массу серого цвета с размером зерен менее 10 мкм. Зерна кварца имеют вытянутую форму и располагаются взаимно параллельно своим максимальным размерам. Кварц-2 (вторичный) заполняет трещины катаклаза, которые секут породу в различных направлениях, а также встречается в виде обособлений и гнезд неправильной и изометричной формы. Мощность прожилков варьируется от 20 до 100 мкм. Кварц имеет изометричные очертания и волнистые зубчатые границы. Размер зерен составляет от 10 до 200 мкм.

Изучение влияния кислорода воздуха на образцы проводилось для выявления воздействия кислорода на углерод, находящийся в лидитах, возможность его выгорания в поверхностных или глубинных слоях. Это необходимо для выявления микроструктуры исследуемых объектов,

косвенное изучение пористости объектов, спайности или изолированности углеродсодержащей части в лидитах, возможности получения пористых объектов обжиганием в воздушной среде.

При высоком увеличении (500) на оптическом микроскопе поверхность определяется как однородная, видны полосы шлифовки (рис. 3а), изредка попадаются области включения прозрачного кварца как макрообъекты. После термической обработки на воздухе при 1100–1200 °С проявляется внутренняя структура распределения углерода (рис. 3б). Сама поверхность лидитов остается такой же блестящей и черной, но на микроуровне видно, что углерод в глубину выгорает неравномерно. Поэтому на фотографии видно, как некоторые участки стали более светлыми (хорошее выгорание углерода), а другие остались темными (глубина выжигания углерода небольшая). При наведении резкости в глубину слоя проявляется как бы внутренняя шероховатость поверхности, это – выступы и впадины, образованные изменением концентрации углерода. Это говорит о том, что углерод находится

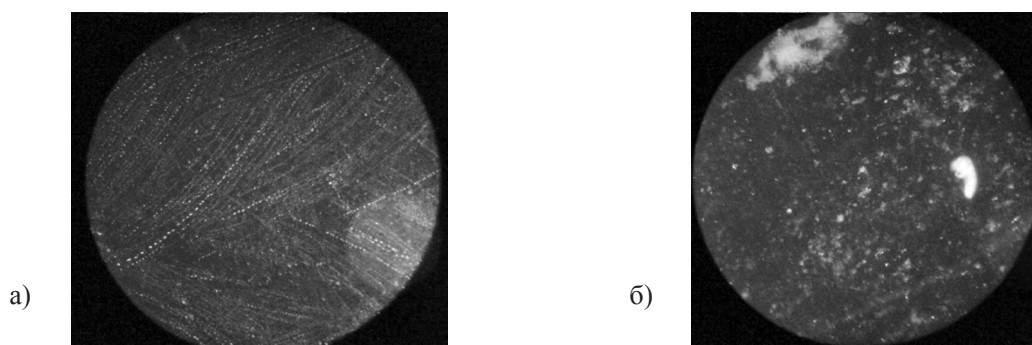


Рис. 3. Шлифованный лидит, увеличение 500, темное поле:

а) без отжига; б) после отжига на воздухе при 1100 °С видна внутренняя структура углеродсодержащего кварца через тонкий слой прозрачного оксида кремния, в котором поверхностный углерод сгорел, (оптическая микроскопия, металлографический микроскоп МИМ-7)

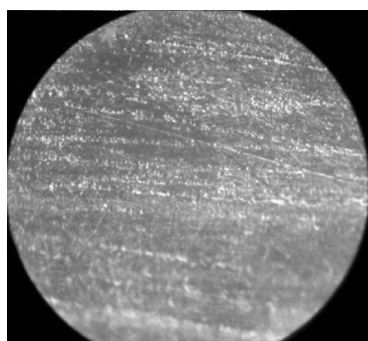


Рис. 4. Шлифованный лидит (увеличение 500); светлое поле, после отжига на воздухе при 1100° С виден наружный, практически не изменившийся внешне, тонкий слой прозрачного оксида кремния, в котором углерод сгорел. После отжига блеск полировки при внешнем осмотре не изменился и остался таким же, как и до термообработки

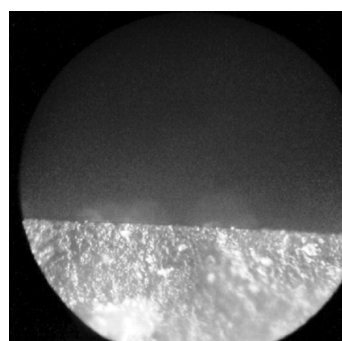


Рис. 5. Боковой скол шлифованного лидита (увеличение 500), темное поле, после отжига на воздухе при 1100° С, тонкая темная полоска, обозначенная стрелкой, – это слой оксида кремния, из которого выгорел углерод. Под ней находится неизменившийся углеродсодержащий слой оксида кремния до которого кислород воздуха не смог проникнуть

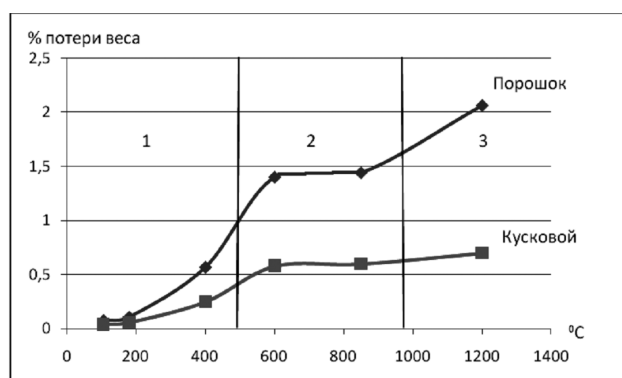
в матрице оксида кремния не только в разных концентрациях, но и неравномерно распределен. Доступ кислорода к нему также неравномерен, то есть имеются разные структуры кварца.

На рис. 4 видно, как изменился наружный слой образца полированного лидита после выгорания углерода. Кажется, что образец стал шероховатым, но объективно он внешне не изменился (поверхность осталась полированной и блестящей), видна лишь внутренняя структура выгорания слойного углерода.

Для определения глубины воздействия кислорода воздуха при обжиге лидита на содержащий в нем углерод был произведен ровный скол перпендикулярно обожженной поверхности и проведена микрофотосъемка. Стрелка на

рис. 5 указывает на тончайший слой (меньше 1 мкм) оксида кремния на поверхности, из которой выжжен углерод.

Исходя из того, что глубина проникновения кислорода в лидит по основной массе невелика и составляет порядка 0,1–1 мкм, можно сделать вывод о том, что пористость образца в массе невелика и при нагревании практически не меняется. Образец в сплошной массе не имеет сквозной пористости. Отдельно необходимо исследовать прослойки. На рис. 6 приведены графики изменения веса образцов кусковой и порошкообразного лидита в зависимости от температуры прокаливания их на воздухе (время нагрева – 1 час для каждой температурной точки). Из графиков видно, что в начальный период (зона 1) проис-



T, °C	% потери веса (порошок)	% потери веса (кусовой)
105	0,08	0,04
180	0,11	0,06
400	0,57	0,25
600	1,4	0,58
850	1,44	0,6
1200	2,06	0,7

Рис. 6. График изменения веса образцов лидита в зависимости от температуры прокаливания: среда: воздух; порошок – фракция меньше 0,25 мм; кусковой – вес от 3 до 9 грамм (усредненный результат по трем кускам)

ходит интенсивное удаление воды, находящейся в порах, прослойках кварца. Затем (зона 2) продолжается удаление воды и начинается поверхностное горение углерода. Возможно, удаляется также вода, адсорбированная не только на кварце, но и находящаяся в углеродных прослойках. И, наконец, зона 3 характеризуется продолжающимся медленным выгоранием углерода (хотя этот процесс уже почти остановился), а также удалением остаточной воды.

Известно, что остаточная вода из кремнезема удаляется после 1000 °С довольно тяжело. Поэтому видно большое отличие порошкового лидита от кускового. Также горение углерода лучше происходит на развитой поверхности порошкового образца и плохо идет на массивных образцах. Предварительное удаление воды идет довольно интенсивно в обоих случаях, но, тем не менее, кусковой образец, как малопористое образование, удерживает в себе как структурированную воду, так и защищенный внутри него углерод.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что при обжиге лидитов

до 1200 °С (зона активных фазовых переходов) увеличивается крупная пористость за счет появления микротрещин в зонах прослоек кварца, не содержащих углерод. Появление пористости на всей поверхности можно объяснить выжиганием поверхностного углерода на небольшую глубину. Лидиты устойчивы к воздействию кислорода воздуха при температурах до 1200 °С. Происходит лишь поверхностное выгорание углерода и удаление свободной и связанной воды.

Литература

1. *Тузов Л.В., Виноградов В.В., Тузова О.Л., Виноградов Н.В.* Снижение вредного влияния производства огнеупоров на экосистему путем: внедрения новых безотжиговых технологий / Мат-лы междун. науч.-практ. конф. «Современные достижения естественных наук в решении проблем повышения биопродуктивности горных систем» // Вестник КНУ. Серия 5. 2010.
2. *Виноградов В.В., Сулайманкулов К.С. и др.* Патент №1167 «Применение лидита в качестве огнеупоров». Зарегистрирован в Государственном регистре изобретений КР 30.06.2009.