УДК 549.651.24

М.А.ИВАНОВ, *д-р геол.-минерал. наук, профессор, ivan@spmi.ru*
А.П.СИМАКОВ, *аспирант, simakov@spmi.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

M.A.IVANOV, *Dr. in geol.-min. sc., professor, ivan@spmi.ru*
A.P.SIMAKOV, *post-graduate student, simakov@spmi.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ДВА ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПА ПЕРИСТЕРИТОВЫХ ПЛАСТИНОК В ИРИЗИРУЮЩИХ ПЛАГИОКЛАЗАХ

Физико-математическое моделирование показало, что цвет иризации, имеющий интерференционную природу, зависит от периода идентичности перистеритовой решетки. Чем больше период, тем выше цвета интерференции.

Выделены два генетических типа перистеритов: перистериты распада и сегрегационные перистериты. Сегрегационные перистериты образуются путем укрупнения (перекристаллизации) перистеритов распада в процессе посткристаллизационных изменений минералов при формировании геологических тел. Образование сегрегационных пертитов – одна из причин возникновения полихромной иризации в плагиоклазах.

Ключевые слова: основные и кислые плагиоклазы, иризация, интерференция, распад твердого раствора, перистериты распада, сегрегационные перистериты, анортозиты, пегматиты.

TWO GENETIC TYPES OF PERISTERITES IN IRIDESCENT PLAGIOCLASES

Physico-mathematical modeling has shown that color of iridescent depends on spacing of peristerite lattice. The more spacing lattice, the color of iridescent is higher. The phenomenon of iridescent in plagioclases has an interferential nature.

We can select two genetic types of peristerites: peristerites of decomposition and segregation peristerites. Segregation peristerites are formed from post**crystallizational** consolidation of peristerites of decomposition. The form of segregation pertisrerites is one of the reasons of polychromatic iridescent genesis in plagioclases.

Key words: basic and acid plagioclases, iridescent, interference, solid solution, peristerites of decomposition, segregation peristerites, anorthosites, pegmatite

Иризация плагиоклазов возникает за счет интерференционного усиления определенных длин волн на «стопке» перистеритовых пластинок (перистеритовой решетке) – продуктов распада твердого раствора [2, 3]. В общем случае такая стопка представляет собой чередование закономерно ориентированных по (081) областей алюмокремнекислородного каркаса с различным соотношением Ca и Na (фазовым составом) и, соответственно, разной оптической плотностью. Так как длина и ширина пластинок много меньше их толщины, а по толщине они достаточно близки друг к другу, перистеритовую решетку можно характеризовать некоторым периодом идентичности. При падении на такую решетку пучка сложного (белого) света происходит нелинейное сложение интенсивностей двух или нескольких световых волн. Это явление сопровождается чередующимися в пространстве максимумами и минимумами интенсивности [1]. Происходит усиление световых волн определенного цветового диапазона и практиче-

ски полное гашение всех остальных волн. На поверхности стопки появляется интерференционная картина – цветной отблеск, иризация.

Наиболее полный аналитический обзор предложенных в разное время физических моделей иризации содержится в работе Н.К. Крамаренко [2]. Предложенная этим автором своя модель иризации, описывающая природу явления иризации, как интерференцию света на стопке разнородных пластин, до настоящего времени продолжает оставаться наиболее обоснованной. Но, так как при ее создании был принят целый ряд существенных допущений и упрощений, продолжить ее разработку в рамках принятых условий затруднительно.

В ходе наших исследований, проводимых совместно с Б.А. Федоровым и А.В. Смирновым (кафедра физики естественнонаучного факультета Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики), реализован алгоритм решения этой задачи, позволяющий моделировать интерференционные спектры по известному периоду идентичности перистеритовой решетки [6]. В основу алгоритма лег итерационный метод, основанный на использовании формул Френеля.

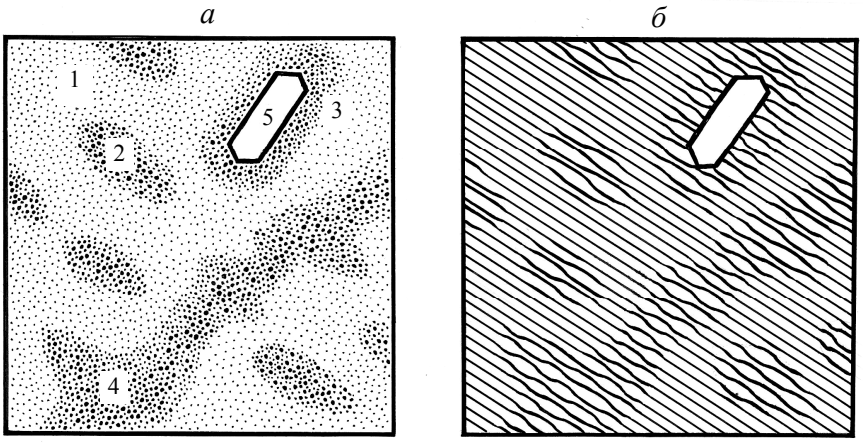
Полученная интерференционная модель иризации, в отличие от модели Н.К.Крамаренко, использует параметры перистеритов (периоды идентичности), полученные экспериментальным путем методами малоуглового рентгеновского диффузного рассеяния и атомно-силовой микроскопии. Учитывалось, что перистеритовые пластинки (слои) типизируются по показателю преломления, расчет интерференционной картины может быть произведен для любого количества слоев, а слои разных типов могут иметь разную толщину.

Модель апробирована при расчете иризационных спектров серии эталонных образцов лабрадора с месторождения Юламаа (Ylämaa), Финляндия. Оказалось, что расчетные параметры цвета интерференции соответствуют фактически наблюдаемому цвету иризации образцов. Период перистеритовой решетки в данном случае увеличивается от неиризирующего лабрадора (107,5±10 нм) к иризирующему синим (150±10 нм), через иризирующий зеленым (196±10 нм) к иризирующему красным (231±10 нм). Данная модель позволяет предположить, что плагиоклазы, обладающие наименьшим периодом перистеритовой решетки, могут интерферировать в ультрафиолетовой области спектра. Естественно, иризацию в таких случаях увидеть невозможно.

В свете изложенного отдельного рассмотрения заслуживают полихромные иризационные картины, в которых отражаются признаки деформации кристаллов, распад твердого раствора в виде образования вростков рудных минералов (гематита, ильменита) и другие посткристаллизационные изменения, описанные в работах С.А.Руденко и М.А.Иванова как метаморфизм минералов [4, 5].

В лабрадорах месторождения Юламаа и олигоклазах пегматитов Северной Карелии и Северо-Байкальского нагорья такие изменения установлены при детальном оптико-микроскопическом изучении поля иризации. Во многих образцах плагиоклаза это поле неоднородно, характеризуется дискретными изменениями цвета интерференции в пределах участков 0,1-0,001 мм (аномалий), от краев к центру которых порядок интерференции повышается и в целом выше в сравнении с фоновым. Так, в кристаллах лабрадора с темно-синей иризацией цвет иризации в пределах аномалий повышается до бледно-голубого, желтого, иногда до красного, а в кристаллах олигоклаза (беломорита) голубая иризация сменяется на светло-голубую и светло-желтую. Согласно разработанной численной модели иризации указанное изменение цвета интерференции соответствует увеличению толщины перистеритовых пластинок от 150±10 до 231±10 нм (на 45-55 %).

Причины увеличения параметров перистеритовых пластинок в локальных участках кристаллов раскрываются при изучении формы аномалий иризации. В объеме кристаллов такие аномалии представляют собой



Неоднородности в иризирующем плагиоклазе:

а – области иризации разного цвета: 1 – синий или голубой основной фон; 2-4 – области желтой или красной иризации (2 – дисковидные (нодули); 3 – ореолы вокруг микровключений рудных минералов; 4 – прожилки и ветвящиеся зоны); 5 – рудный минерал; *б* – интерпретация образования укрупненных сегрегационных перистеритовых пластинок в процессе перекристаллизации первичных перистеритовых пластинок распада

трехмерные области трех морфологических типов : 1) дисковидные (нодули), уплощенные по (061) и удлиненные по [001]; 2) в виде ореолов вокруг микровключений рудных минералов – продуктов распада твердого раствора; 3) прожилки и ветвящиеся зоны (см. рисунок, *а*). Первые размером 0,01×0,1×0,5 мм распределяются неравномерно, участками; вторые – шириной 0,1-0,2 мм окаймляют микрокристаллы гематита и ильменита; третьи – шириной 0,1-0,5 мм протягиваются на 5-20 мм и более.

Так как признаки метасоматических замещений, в результате которых в кристаллах плагиоклаза могли бы образоваться новые индивиды этого минерала, по форме и параметрам соответствующие указанным аномалиям иризации, отсутствуют, вполне очевиден вывод об их сегрегационной природе. Увеличение параметров перистеритовой решетки являются результатом собирательной перекристаллизации ламелей, составляющих эту решетку. Причиной перекристаллизации перистеритов в локальных участках кристаллов могли явиться дефекты первичных перистеритовых пластинок, возникших в результате спиноидального распада плагиоклазовой матрицы [7] на контактах перистеритовых пластинок с поверхностью ранее образованных рудных минералов, а также микротрещины и другие нарушения. Не исключено каталитическое влияние воды и других летучих компонентов.

Очевидна аналогия этого явления с образованием в калиево-натриевых полевых шпатах сегрегационных пертитов, по размеру значительно превосходящих пертиты распада [4]. Согласно геолого-минералогическим данным такие пертиты возникают в процессе собирательной перекристаллизации первичных пертитов, возникших на начальной стадии распада твердого раствора. Укрупнение пертитов, как и полисинтетическое двойникование и упорядочение структуры, наиболее интенсивно развивалось в зонах деформаций и метасоматического замещения, обусловленных тектоническими напряжениями и участием растворов [5]. Плагиоклазы, парагенетически связанные с калиево-натриевыми полевыми шпатами, по-видимому, также испытывали подобные преобразования. Естественно предположить, что образование сегрегационных пертитов и описанная выше перекристаллизация перистеритовых пластинок является следствием единого процесса преобразования (метаморфизма минералов), проявившегося в реальных условиях геологической среды.

Таким образом, на основании результатов исследования перистеритов, моделирования и углубленного изучения интерференционных картин иризации можно говорить о двух типах перистеритовых пластинок в

кристаллах иризирующих олигоклазов и лабрадоров, образующихся последовательно: 1-й тип – перистериты распада (первичные); 2-й тип – перистериты сегрегационные (более поздние). Морфология сегрегационных перистеритовых пластинок и механизм их образования в процессе посткристаллизационных изменений первичных перистеритовых структур пока могут быть определены лишь теоретически. Неясно, в какой степени разные по составу перистеритовые пластинки различались способностью к перекристаллизации с укрупнением и обособлением индивидов. Если допустить, что эти различия были несущественными или равными, то обособление пластинок и укрупнение их по толщине на 45-55 % можно описать пространственной моделью, предусматривающей попеременное увеличение толщины тех и других с постепенным нарастанием амплитуды отклонений от параметров толщины первичных пластинок распада (см.рисунок, *б*).

Выделение указанных типов перистеритовых пластинок важно учитывать как типоморфный признак, свидетельствующий о посткристаллизационных преобразованиях плагиоклазов при формировании геологических тел.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Королев Ф.А.* Теоретическая оптика. М.: Высшая школа, 1966. 555 с.

2. *Крамаренко Н.К.* Фазовый состав, пластинчатое строение и иризация плагиоклазов. Киев: Наукова думка, 1975. 108 с.

3. Минералы: Справочник. Т. V. Каркасные алюмосиликаты. М.: Наука, 2003. Вып.2. 379 с.

4. *Руденко С.А.* Полевые шпаты керамических пегматитов Южной Карелии // Записки Ленинградского Горного института. 1952. Т.27. Вып.2. С. 159-195.

5. *Руденко С.А.* Метаморфизм минералов – важное явление в истории их формирования / С.А.Руденко М.А.Иванов, В.А.Романов // Записки ВМО. 1978. Вып.6. С. 697-710.

6. *Симаков А.П.* Физико-математическая интерференционная модель явления иризации плагиоклазов. // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире». Пермь, 2010. Т.1. С. 77-80.

7. *Furman Sh.A., Tikhonravov A.V.* Basics of optics of multilayer systems. Edition Frontieres, Gif-sur-Yvette, 1992. 104 p.

REFERENCES

1. *Korolev F.A*. The theoretical optic. Moscow: Hide School, 1966. 555 p.

2. *Kramarenko N.K.* Phase composition, lamellar structure and iridescent of plagioclases. Kiev: Naukova Dumka, 1975. 108 p.

3. The minerals: Enchiridion. Vol. V. Framework alumina silicates. Pub.2. Moscow: Science, 2003. 397 p.

4. *Rudenko S.A.* The feldspars of ceramic pegmatite from South Karelia // Zapiski LGI. 1952. V.27, N 2. P.159-195.

5. *Rudenko S.A.* Metamorphism of minerals is impotent phenomenon in history of its formation / S.A.Rudenko, M.A.Ivanov, V.A.Romanov // Zapiski VMO. 1978. N. 6. P. 697-710.

6. *Simakov A.P*. Phisico-mathimatical interferential model of iridescent phenomenon in plagioclases // Materials of I All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists « Geology in the developing world » Perm, 2010. V.1. P. 77-80.

7. *Furman Sh.A., Tikhonravov A.V.* Basics of optics of multilayer systems. Edition Frontieres, Gif-sur-Yvette, 1992. 104 p.