

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Л. А. Варданянц
 чл.-корр. АН Армянской ССР

Цели, задачи и методы исследования плагиоклазов
 и их двойников

Плагиоклаз является главнейшим породообразующим минералом, поэтому знание его состава имеет существенное значение для диагностики изучаемых горных пород. У нас, в СССР, состав плагиоклаза в петрографических описаниях горных пород указывают обычно в процентах содержания анортита, т. е., по Федорову, в виде номера, от № 0 до № 100, притом с точностью до единиц. Это создает обманчивое представление, что состав плагиоклаза был определен действительно с точностью до одного процента анортита. Между тем такую точность определения его состава может дать только химическое исследование, оптические же методы, применяемые при обычных петрографических исследованиях, обеспечивают точность всего лишь в пределах ± 5 или да же $\pm 6\%$ содержания анортита.

На первый взгляд такое положение может представляться как парадокс, но он будет лишь кажущимся, так как здесь нет никаких противоречий. Дело в том, что при определении состава плагиоклаза тем или иным оптическим методом пользуются, в качестве шкалы сравнения, рабочими диаграммами, показывающими изменение свойств минерала в зависимости от изменения его химического состава. Но при этом всегда забывают, что кривые на таких рабочих диаграммах представляют лишь усредненные значения сильно отклоняющихся друг от друга величин.

Детальные, притом всесторонние (оптические, совместно с химическими) исследования всегда показывают, что все особенности строения кристаллов плагиоклаза и его физические свойства, принимаемые в качестве его констант в оптических методах исследования (показатели света- и дупреломления, угол оптических осей, углы погасания на тех или иных кристаллографических плоскостях и т. п.), далеко не столь уж постоянны и меняются в довольно широком диапазоне, соответствующем интервалу в 10 или даже 12% содержания анортита. Наиболее ясно это отражено на статистической диаграмме расположения проекций кристаллографических элементов плагиоклаза, составленной В. В. Никитиным [10]. Дополнительные материалы об этом имеются также в статье А. Н. Заварицкого [7].

Диаграмма В. В. Никитина показывает, что у плагиоклазов проекция каждого кристаллографического элемента (грань, ребро и др.), полученные в результате измерения большого числа индивидов с разным содержанием анортита, составляют на диаграмме не линию, а полосу, шириной до 10—12° по дуге большого круга, причем в пределах самой полосы точки проекций концентрируются более густо вдоль ее осевой части.

Для построения осевой линии усредненных значений полосы она была градуирована посредством небольшого числа химических анализов на интервалы через каждые десять процентов анортита, после чего для каждого отрезка полосы была определена средняя точка. Совокупность таких средних точек, отвечающих плагиоклазам с целым числом десятков процентов анортита (0%, 10%, 20% и т. д.), дает среднюю линию полосы, фигурирующую в виде кривой на рабочих диаграммах, применяемых при определении плагиоклазов федоровским методом.

Таким образом, отдельные измерения могут давать значения, отклоняющиеся от средней линии на 5 и даже 6° по дуге большого круга. Столь значительный размах отклонений от средних значений обуславливается лишь в небольшой мере степенью точности и погрешностями измерений (предельные отклонения, получаемые в результате неточности измерений, не выходят за пределы 2°), главным же образом — непостоянством оптических и иных свойств самого плагиоклаза. На это обстоятельство еще раньше обращалось внимание В. Н. Лодочниковым [8, § 114 и др.].

Нет никаких оснований для предположения, что при постоянном составе плагиоклаза отклонения от средних значений должны отражаться на рабочей диаграмме только в направлении, поперечном к осевой линии статистической полосы. Наоборот, более вероятно, что отклонения могут быть в любом направлении от точки среднего статистического значения, т. е. и вдоль полосы, притом в тех же размерах, что и поперек к ней. Поэтому нужно признать, что каждая точка на усредненной кривой имеет свой круг погрешностей (отклонений), диаметр которого должен быть приблизительно равным ширине самой полосы, а именно 10—12° по дуге большого круга.

У двух точек на средней линии, отстоящих одна от другой не более, чем в 10—12° по дуге большого круга, их круги погрешностей должны в большей или меньшей степени перекрывать друг друга. Поэтому даже и в тех случаях, когда проекция замеренного кристаллографического элемента располагается точно на средней линии полосы, необходимо допускать возможность того, что истинным значением данного элемента является не эта точка, но любая другая в пределах 5—6° в одну или в другую сторону.

Иначе говоря, следует признавать возможность ошибки в пределах половины ширины статистической полосы на диаграмме В. В. Никитина даже и в тех случаях, когда проекция двойниковой оси или полюса грани попадает точно на ту или иную кривую его рабочей диаграммы. К сожалению, об этом совершенно забывают даже высокоавторитетные ученые,

в силу чего создается ложное представление, что состав плагиоклаза может быть определен федоровским методом с точностью до одного процента.

На рабочей диаграмме В. В. Никитина длина кривых, соответствующих важнейшим кристаллографическим элементам, такова, что изменение состава плагиоклаза на один процент анортита вызывает перемещение точки на усредненной кривой приблизительно на 1° . Поэтому отклонение положения проекции кристаллографического элемента (двойниковой оси, толкса плоскости срастания и т. п.) на $5-6^\circ$ соответствует в среднем отклонению в составе плагиоклаза на $5-6\%$ анортита.

Таким образом, даже и наименее точные измерения при определении состава плагиоклаза федоровским методом дают в действительности значения с возможной ошибкой до 6% анортита. Следовательно, получив по рабочей диаграмме В. В. Никитина, что состав плагиоклаза равен, например, 40% анортита, мы должны понимать и писать результат измерения обязательно лишь в виде $\text{№ } 40 \pm 6$.

Парадоксом федоровского метода является также и то, что для плагиоклазов от № 0 до № 40—45, т. е. для наиболее важного интервала изоморфного ряда, метод этот в большинстве случаев не дает однозначного решения, как следствие симметричности важнейших кривых относительно олигоклаза (№ 20—21) и относительно главных сечений индиктрисы на рабочей диаграмме В. В. Никитина. В таких случаях для приведения двузначного решения к однозначному обязательно нужно определить, хотя бы и приближенно, светопреломление плагиоклаза, а таковое уже и без федоровских измерений позволяет получить довольно точное представление о составе минерала. Иначе говоря, для плагиоклазов от № 40—45 довольно точное (с ошибкой не более 6% анортита) определение состава может быть сделано очень часто даже по приближенному значению светопреломления, без помощи федоровского столика.

Точность в $5-6\%$ анортита удовлетворяет не всех исследователей, и некоторые из них считают нужным усовершенствовать оптические методы исследования так, чтобы состав плагиоклаза можно было определять с гарантированной точностью до одного процента анортита. Такое стремление является глубоким недоразумением, основанным на непонимании как самих задач исследования, так и реально достижимой точности определения, лимитируемой присутствием плагиоклазу непостоянством его оптических констант. Кроме того забывают, что оптические методы позволяют найти оптическую ориентировку плагиоклаза с точностью лишь до $2-3^\circ$, а это уже само дает ошибку в составе до $2-3\%$ анортита.

В тех случаях, когда состав плагиоклаза определяется только для обычной диагностики горной породы, точность до одного процента анортита совершенно не нужна, и вполне достаточна точность в $5-6\%$. Ведь определение (наименование) горной породы несколько не изменится, если при прочих равных условиях состав плагиоклаза отклонится на $5-6$ номеров в одну или другую сторону. Например, габбровая порода останется попрежнему габбровой, независимо от того, будет ли состав ее плагио-

клаза соответствовать номеру 50 или отклонится до № 45 в одну сторону, или до № 55 в другую сторону.

В этом вопросе важно то, что на практике обычно выполняется очень ограниченное (по сравнению с объемом породы) число измерений, притом, как правило, в случайных шлифах и зернах, и в случайных же зонах почти всегда зонального плагиоклаза. При таких условиях никак нельзя расценивать получаемые результаты как гарантированное среднее значение. Более или менее случайный характер получаемых результатов подтверждается и тем, что при измерении состава в нескольких индивидах, даже в одном и том же комплексном двойниковом сростке, всегда получаются разные значения, отклоняющиеся друг от друга на 5 номеров и больше.

Вообще говоря, понятие о среднем составе плагиоклаза в массиве изверженной породы не является реальным, и если бы даже кем либо было сделано такого рода определение, оно все равно не имело бы никакой научной ценности. Наоборот, имеет большую научную ценность знание различий в составе минерала в разных сечениях и зонах массива, на разных его уровнях, в том или ином расстоянии от контакта и т. д., а это можно получить посредством и не вполне точных замеров, если амплитуда изменения состава минерала достигает хотя бы трех-четырёх процентов анортита. При меньшей же амплитуде колебаний измерение теряет смысл.

Что же касается «среднего» состава плагиоклаза в массиве горной породы, то для определения его нужно было бы произвести измерения во всех зонах зонального плагиоклаза, сопровождая это подсчетом объема каждой отдельной зоны. Кроме того, такие кропотливые измерения следовало бы выполнить в очень большом числе и по всему массиву, причем необходимо было бы использовать, дополнительно к федоровскому методу, и некоторые другие методы. В общем, работа эта настолько трудоемкая и вместе с тем настолько безрезультатна в научном отношении, что в настоящее время едва ли кто-нибудь занимается такими исследованиями.

В свете всего сказанного является логичным поднять вопрос о том, что было бы вполне целесообразным отказаться от номерной классификации плагиоклазов и возвратиться к прежней именной классификации посредством уже давно существующих названий их разновидностей (альбит, альбит-олигоклаз, олигоклаз и т. п.), составляющих полный ряд из шести главных и трех или пяти промежуточных членов.

В этом ряду первые пять-шесть членов, охватывающие весь диапазон кислых и средних разностей до № 50, разделены интервалами не более 10 номеров. Следовательно, пользуясь вместо номеров этими названиями, мы будем допускать в определении состава плагиоклаза неточность не более 5% анортита, т. е. не выйдем за пределы ошибки, возможной при определении состава плагиоклаза оптическими методами. Для основной же половины изоморфного ряда, от № 50 до № 100, можно не пользоваться названиями промежуточных членов, так как здесь совер-

ненно не влияет на диагностику горной породы неточность определения состава плагиоклаза даже и в 10 номеров.

Замена номерной классификации именной классификацией представляет интерес еще в одном отношении. Дело в том, что разновидности плагиоклаза были выделены в свое время, повидимому, не случайно, но в связи с тем, что соответствующие им плагиоклазы наблюдаются в природе чаще других. Тем самым именная классификация плагиоклазов предусматривает скрытую возможность того, что не все члены изоморфного ряда, несмотря на его непрерывность, могут быть одинаково вероятными. Причина этого может заключаться в дополнительных явлениях симметрии, присущих только некоторым членам изоморфного ряда.

Так, например, у олигоклаза наибольшая ось оптической индикатрисы почти совпадает со второй кристаллографической осью и этим усиливает псевдомоноклинность кристаллов плагиоклаза. У среднего андезина, близкого к № 33, меньшая ось индикатрисы почти совпадает с первой кристаллографической осью и этим подчеркивает ее псевдотетрагональность. У битовнита, близкого к № 80, индикатриса расположена симметрично по отношению к псевдотетрагональной призме, образуемой вторым и третьим пинакондами.

Поскольку оптическая индикатриса является функцией каких-то энергетических соотношений в пространственной решетке кристалла, постольку можно сделать вывод, что симметричное положение индикатрисы по отношению к главным кристаллографическим элементам может служить показателем большей устойчивости решетки при соответствующих этим разностям составах минерала. Отсюда вытекает второй вывод, а именно, что плагиоклазы, близкие к № № 20, 33 и 80, должны встречаться чаще, чем с промежуточными составами. Проверка этого предположения должна быть одной из важнейших задач дальнейших работ по изучению плагиоклазов, и если оно подтвердится, то это будет иметь гораздо большее научное значение, чем возможность определять состав плагиоклаза с ошибкой не в ± 5 или $\pm 6\%$, а в $\pm 3\%$, которая лимитируется точностью измерений на федоровском столике.

Наша многолетняя практика федоровских измерений и ревизия, основанная на результатах этой практики, показывают, что некоторые из методов, предложенных уже десятки лет назад, могут с успехом применяться и в настоящее время. К числу их относится метод симметричного погасания и, особенно, метод угла погасания в сечениях, перпендикулярных к первой кристаллографической оси. На основе коррективов, выработанных практикой федоровского метода, оба указанных метода могут дать решение с ошибкой до 2—3% анортита, если учитывать ошибки только самого процесса измерения, и до 5—6%, если учитывать и непостоянство физических свойств самого плагиоклаза.

Существенно, что как первый, так и второй из указанных двух методов могут быть использованы непосредственно во время обычного изучения шлифа на обыкновенном поляризационном микроскопе без федоровского столика. Наша практика показывает, что это дает громадную эко-

номии) во времени, несколько не снижая общей научной ценности и обоснованности полученных определений. Поэтому нужно пожелать, чтобы такие простые методы получили у нас повторное признание и вошли в практику камеральных научно-исследовательских работ.

В числе простейших методов нужно указать еще метод определения состава плагиоклаза по его светопреломлению относительно канадского балзама. Метод этот может быть особенно полезным для общей ориентировки и в качестве контроля при пользовании другими методами.

Чтобы понизить высокую трудоемкость обычного федоровского метода, некоторые исследователи пошли по пути его упрощения. Это привело к созданию «пятисосного» метода Р. Эммонса [12, 13] и его модификации — метода Заварицкого-Эммонса [5, 6]. Эти методы действительно чрезвычайно упрощают технику исследования и превращают его в чисто механическую операцию, не требующую не только какой-либо специальной научной подготовки, но даже и способности к научному мышлению.

В то же время эти упрощенные методы не могут быть причислены к категории вполне научных, так как, во-первых, они основаны на упрощенном же и не отражающем всей сложности закономерностей представлении о процессе двойникования плагиоклазов, а, во-вторых, превращая исследование в чисто механическую операцию, эти методы не содержат в себе никакой возможности контроля полученных результатов.

Даже и очень грубая ошибка, если бы таковая была допущена, не может быть обнаружена в этих методах. Причина этого заключается в том, что в «пятисосных» методах установка осей индикатрисы производится без проверки того, что с осями столика совмещены действительно оси индикатрисы, а не векторы, составляющие с ними больший или меньший угол, причем проверка эта, собственно говоря, даже и невозможна. В обычном же федоровском методе каждую из осей индикатрисы находят, как известно, самостоятельно, и проверкой служит то, что угол между ними должен быть 90° .

Помимо всего сказанного, «пятисосные» методы непригодны в тех случаях, когда задачей исследования является изучение сложного двойника. Обусловлено это тем, что при таких методах индикатриса замеряется только в одном индивиду, в связи с чем теряется возможность найти оптическую ориентировку всех остальных индивидов. В результате этого даже обычный бавенский сросток, состоящий всего лишь из четырех индивидов, представляет для «пятисосных» методов неразрешимую задачу, либо же нужно составлять несколько диаграмм и сводить их затем в одну посредством полной их перестройки.

Подтверждением этого может служить один из примеров применения такого метода, приведенных в статье самого Р. Эммонса [12]. Сделанный нами разбор этого примера [2] показывает, что в сростке из четырех индивидов устанавливаются и выводятся методом Р. Эммонса тринадцать двойниковых связей, вместо шести предельно возможных, причем нет никакой возможности обнаружить, которая из связей является здесь ложной.

Из сказанного не следует, конечно, делать вывод, что «пятисосными» методами нельзя пользоваться ни при каких условиях. Применять их можно, но при этом необходимо помнить, что полученные результаты не имеют гарантированной безупречности и не застрахованы от возможности грубой ошибки. Иначе говоря, эти методы пригодны лишь для предварительных определений.

Федоровский метод в течение десятилетий, после его появления, применялся при исследовании плагиоклазов почти исключительно лишь для определения их состава. При этом само явление двойникования плагиоклазов не было полноценной и самостоятельной целью научного исследования, а играло только подсобную роль. Поэтому сохранились в научном обиходе только самые простые закономерности двойникования плагиоклазов, и были основательно забыты триады, первоначальная теория которых была дана еще в 1910—1915 гг. М. А. Усовым и В. В. Никитиным [9, 11].

В общей сложности, в СССР было произведено федоровским методом много тысяч измерений двойников плагиоклаза, но они, даже все вместе взятые, имеют очень ограниченную научную ценность, будучи непригодны хотя бы даже для простой статистики степени распространенности тех или иных двойников. Обусловлено это дефектностью самих измерений, так как наименование двойниковой оси устанавливается в них, в виде общего правила, без учета ее соотношения с плоскостью трастания, которая обычно даже и не замерялась. Затем, почти совсем не учитывалась симметричность важнейших кривых диаграммы В. В. Никитина относительно главных сечений индикатрисы, и не вводился контроль решения по светопределению минерала.

Малая научная ценность имеющихся материалов обусловлена также и тем, что до последних лет еще не была разработана полностью теория двойников плагиоклаза, и поэтому на рабочих диаграммах В. В. Никитина и других авторов отсутствуют некоторые кривые, «конкурирующие» с ранее показанными [1, 3].

Наконец, имело отрицательное значение и неправильное указание В. Н. Лодочникова [8] на редкость таких сростков, в которых двойниковой осью служат перпендикуляр к третьему пинакнуду, первая кристаллографическая ось, перпендикуляры к бавенским граням (бавенские законы) и некоторые другие законы.

Следствием всего этого было то, что при прочих равных условиях некоторые, довольно распространенные двойниковые законы вообще исключались из числа возможных решений, и поэтому статистическим методом нельзя установить их истинную распространенность. В общем же, среди многих тысяч имеющихся измерений сравнительно очень мало таких, которыми можно было бы пользоваться с полным доверием для обобщений и статистики.

В настоящее время положение еще более ухудшается, так как нагромождение подобных, малоценных измерений не только не сокращается, но на оборот, увеличивается нарастающими темпами, во-первых, в связи

с общим увеличением объема геологических работ, а, во-вторых, как следствие распространения «пятисосных» методов. На выполнение таких неполноценных измерений затрачивается колоссальное количество труда, времени и материальных средств, значительную часть которых можно было бы сберечь для более продуктивной и полезной работы, если бы для такого же приблизительного определения состава плагиоклаза (с точностью до 5—6% анортита) более широко применялись простые, нетрудоемкие методы, о которых было сказано выше.

В течение последних лет было установлено, что плагиоклазы образуют не только простые, но и комплексные двойники (псевдогексагональные, псевдотетрагональные и ложнокубические), правильное понимание которых и изучение возможно только на основе триадной теории и триадного метода [3, 4]. Исследование таких двойников может быть произведено и обычным федоровским методом, но требует при этом значительно больше времени, а сама задача становится гораздо более трудно разрешимой.

Что же касается «ляписных» методов, то прямое применение их для исследования комплексных двойников не дало бы вообще никаких результатов. Такие методы пригодны лишь для приближенного определения состава плагиоклаза, что может быть выполнено с тем же успехом и без помощи федоровского столика. Для решения же более сложных задач, связанных с исследованием закономерностей двойникового плагиоклаза, методы эти оказываются совершенно непригодными, если, конечно, не подвергнуть их коренной переделке, после которой они должны будут потерять все свои специфические особенности и превратятся в подобие триадного метода.

Обобщая все сказанное, можно следующим образом формулировать главные выводы.

1. В связи с непостоянством физических свойств плагиоклаза точность определения его состава оптическими методами, в том числе и федоровским методом, находится в пределах до $\pm 6\%$ анортита. Точность в 1% анортита практически недостижима, а в обычных условиях она вообще не нужна.

2. Когда исследование плагиоклаза производится только для диагностики горной породы, применение федоровского метода является излишним. В таких случаях вполне достаточная точность в 5—6% анортита может быть достигнута и посредством простых методов, без федоровского столика. Вместе с тем можно признать вполне целесообразным возвращение от номерной к именной классификации плагиоклазов по их составу посредством давно существующих названий их разновидностей (альбит, альбит-олигоклаз, андезин и т. п.), которые обеспечивают ту же точность определения в 5—6% анортита, как и при федоровском методе.

3. Если исследование плагиоклаза производится для точного определения его оптико-минералогических особенностей (в разных частях одного и того же кристалла, в разных участках массива изверженной или иной

породы, или в разных массивах), то применение тех или иных методов не должно ограничиваться.

4. Измерение простых двойников плагиоклаза, выполняемое как вспомогательное средство для определения его состава, ничего не дает для познания законов его двойникования. Законы эти гораздо сложнее, чем это излагается в учебниках и справочниках, и их изучение необходимо проводить на основе триадной теории. Применение в таких случаях упрощенных методов Эммонса или Заварицкого-Эммонса является бесполезным и не может дать положительного результата.

5. Многие тысячи уже сделанных измерений простых двойников, взятые даже в общей их совокупности, не пригодны для научной статистики распространения тех или иных двойниковых законов. Обусловлено это тем, что измерения производились обычно методически неправильно, и кроме того не учитывалось существование «конкурирующих» законов, не показанных на рабочих диаграммах В. В. Никитина и других авторов.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варданянц Л. А.* Дополнительные кривые к диаграмме В. В. Никитина кристаллографических элементов полевых шпатов. ДАН Армянской ССР, том VII, № 3, 1947.
2. *Варданянц Л. А.* О дефективности определения двойников плагиоклаза „пятиосным методом“ Р. Эммонса. Известия АН Армянской ССР, физико-математ. и естественные науки, том I, № 1, 1948.
3. *Варданянц Л. А.* Триадная теория двойниковых образований минералов. Издание АН Армянской ССР, Ереван, 1950.
4. *Варданянц Л. А.* Триадный метод исследования двойников плагиоклаза. Издание АН Армянской ССР, Ереван 1951.
5. *Заварицкий А. Н.* Дальнейший шаг в применении универсального столика. Записки Всероссийского Минералогического Общества, часть 72, № 2, 1943.
6. *Заварицкий А. Н.* Заметки об оптическом определении плагиоклазов. Записки Всероссийского Минералогического Общества, часть 73, № 1, 1944.
7. *Заварицкий А. Н.* О высокотемпературных плагиоклазах. Записки Всесоюзного Минералогического Общества, часть 80, № 3, 1951.
8. *Лодочников В. Н.* Главнейшие породообразующие минералы. Издание второе, 1938.
9. *Никитин В. В.* Универсальный метод Федорова. Вып. 3, 1915. Петроград.
10. *Никитин В. В.* Новые диаграммы для определения полевых шпатов универсальным методом Федорова. Издание Российского Минералогического Общества и Федоровского Института, 1929.
11. *Усов М. А.* Федоровский или универсальный оптический метод исследования породообразующих минералов, в особенности полевых шпатов. Томск, 1910.
12. *Emmons R. C. and Gates R. M.* New method for the determination of feldspar twins. Amer. Miner., V. 24, № 9, 1939.
13. *Emmons R. C.* The universal stage, 1943.

Է. Ա. Աստղանայան

ՊԼԱԳԻՈԿԼԱԶՆԵՐԻ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿՐԿՆԱԿՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ
ՆՊԱՏԱԿՆԵՐՆ ՈՒ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Պլագիոկլազի ֆիզիկական հատկությունների փոփոխականության պատճառով, օպտիկական մեթոդներով, այդ թվում նաև Ֆյոգորովի մեթոդով, նրա բաղադրությունը որոշման սխալը կարող է հասնել անորոշորի պարունակության 5—6 տոկոսի: Մեկ տոկոսի ճշտությամբ որոշումն անխրագործելի է, իսկ սովորական տեղամասններում այն պետք էլ չէ:

Երբ պլագիոկլազը հետազոտվում է միմիայն լեռնային ապարի անվանումը որոշելու համար, սովորաբար անհրաժեշտություն չկա կիրառել Ֆյոգորովի մեթոդը: Նման դեպքերում այդ նույն ճշտությամբ (5—6 տոկոս) որոշում կարելի է ատանալ նաև ավելի պարզ մեթոդներով, առանց Ֆյոգորովի սեղանիկի: Այդ կապակցությամբ նպատակաճարմար է հարց դնել պլագիոկլազների համարային դասակարգումից անվանականին վերագրանալու մասին, օգտագործելով նրանց տարատեսակները (այրիտ, այրիտ-օլիգոկլազ, անդեզիտ և այլն) մադուց գոյություն ունեցող անունները, որոնք բնդհանուր ստամար տալիս են որոշման նույն ճշտությունը, ինչ և Ֆյոգորովի մեթոդը:

Սակայն, երբ պլագիոկլազներն ուսումնասիրում են նրանց օպտիկական և այլ հատկությունները ճշտորեն որոշելու նպատակով, այդպիսի դեպքերում այս կամ այն մեթոդի կիրառումը չի սահմանափակվում:

Պլագիոկլազի պարզ կրկնակների չափումը (որպես լսի նրա բաղադրությունը որոշելու օժանդակ միջոց) ոչինչ չի առաջարկում նրա կրկնաբյուրեղացման օրենքները հասկանալու համար: Այս օրենքները շատ ավելի բարդ են, քան այդ նկարագրվում է գասսպրերում, և նրանց ուսումնասիրությունն իրագործելի է միայն կրկնակների տրիադային տեսության հիման վրա: Այսպիսի դեպքերում «հինգաանցքային» մեթոդներն անօգուտ են, քանի որ նրանք ի վիճակի չեն առաջարկել շատ թե քիչ բարդ խնդրի լուծումը:

Պլագիոկլազի պարզ կրկնակների արդեն կատարված հազարավոր չափումները, նույնիսկ բոլորը միասին վերցրած, պիտանի չեն այս կամ այն կրկնակային օրենքների տարածվածության աստիճանը որոշելու համար, քանի որ այդ չափումները մեթոդական տեսակետից մեծ մասամբ արատավոր են, և, քանի որ, բացի գրանից, չի նախատեսվել մի շարք այլ օրենքների գոյությունը, որոնք, ըստ նոր տվյալների, բավականաչափ լայն տարածում ունեն: