

С. Н. Никандров

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КАБОШОНОВ ЗВЕЗДЧАТЫХ КОРУНДОВ

S. N. Nickandrov

TO A TECHNIQUE OF QUALITY ESTIMATION OF STAR CORUNDUM CABOCHONS

The work is based on experience of processing of corundum of a type «black star sapphire» from various objects of an alkaline complex of Ilmen mountains (Ural). With an estimation of quality of star corundum cabochons it is offered to take into account a line of parameters caused as by natural features of an initial material, and features of processing. Among the basic parameters the following are considered: brightness and sharpness of star, proportionality of the sizes of a star and cabochon, correctness of section, correctness of a star, «sooring» of a star, heterogeneity of colouring (connected with colour pattern, ash value), extraneous minerals, quality of manufacturing of cabochon (correctness of the form, height, quality of polishing, weight).

Введение

Астеризм — это оптический эффект, присутствующий в некоторых природных (и синтетических) камнях, представляющий собой световую фигуру в виде звезды с разным количеством лучей (известен для разных минералов: корунда, кварца, энстатита, гранатов и др.). В центре звезда наиболее яркая, лучи от центра к концам бледнеют, постепенно сходя на нет. Камни, обладающие эффектом астеризма, называют звездчатыми. Для возникновения эффекта астеризма необходимо сочетание ряда условий:

1. Астеризм наблюдается только в обработанном камне, имеющем криволинейную поверхность — кабошоне (как в выпуклом, так и в вогнутом). Наиболее правильный эффект возникает на сферической поверхности.

2. В объеме кристалла (зерна) минерала должны присутствовать закономерно ориентированные микровключения или микротрещины линейчатой формы (иглолки или, как в ильменском корунде, сильно вытянутые пластинки). Они обеспечивают дифракцию и отражение света внутри кристалла. Эти микровключе-

ния обуславливают сам эффект астеризма: система субпараллельных иголок формирует на кабошоне одну световую полосу, наличие в кристалле двух таких систем — две полосы, трех — три и т. д. Пересекаясь в одной точке эти световые полосы и создают звезду: при пересечении двух полос — четырехлучевую звезду (гранаты), трех полос — шестилучевую (корунд) и т. д.

3. Кабошон должен быть вырезан в определенной ориентировке по отношению к кристаллографическим элементам звездчатого камня. При неправильной ориентировке астеризм может не проявиться (звезда «уйдет» за пределы обработанного участка сферы).

4. Астеризм возникает в параллельном пучке света. Если кабошон с астеризмом осветить рассеянным светом, даже очень ярким, астеризм может не проявиться.

В целом астеризм возникает как результат взаимодействия нескольких физических явлений: *преломления* света на сферической поверхности при вхождении пучка внутрь кабошона, *дифракции* света на микровключениях (для ее описания применяют математический аппарат дифракции Фраунгофера [2]), *отражения* дифрагированного света от этих микровключений, *повторного преломления* на сферической поверхности при выходе света из кабошона.

Астеризм в корундах — явление очень редкое. Известен он, в основном, в корундах месторождений Тайланда и Шри-Ланки. В качестве исключительной редкости отмечается в корундах некоторых других месторождений мира. Как правило это *шестилучевая* звезда. При всем том, что шестилучевой астеризм в корундах очень редок, еще более редким является астеризм в виде *двенадцатилучевой* звезды. Его можно рассматривать как две шестилучевых звезды с одним центром, повернутые друг относительно друга на 30 градусов. Кроме того, недавно (в 90-е годы) был открыт новый вид астеризма, еще более редкий, чем двенадцатилучевой. Он представляет собой *две шестилучевые* звезды на поверхности одного кабошона, центры звезд разнесены на некоторое угловое расстояние (примерно 18 градусов), а сами звезды ориентированы друг относительно друга параллельно и имеют один общий луч [1].

Звездчатые корунды разных типов имеют разные шкалы стоимостной оценки, которая с течением времени может меняться и зависит от ряда факторов (моды, редкости и др.). В настоящей работе вопросы стоимостной оценки не обсуждаются. Оценка же качества их (яркость звезды, пропорциональность и другие параметры) в принципе для разных типов не отличается. Несомненно,

что главным критерием при оценке качества является эстетизм восприятия астеризма, который во многом зависит от яркости и четкости (резкости) звезды, пропорций кабошона, цветовых сочетаний и других особенностей. Отметим также, что астеризм, наблюдаемый в вогнутых кабошонах, при визуальном восприятии производит весьма необычный зрительный эффект (см. раздел «парение» звезды).

В геммологической практике среди звездчатых корундов по основному цвету различают:

— «**звездчатый рубин**» (нем. — Stern-Rubin) — имеет красную окраску различной интенсивности;

— «**звездчатый сапфир**» (нем. — Stern-Saphir) — имеет синюю окраску различной интенсивности;

— «**черный звездчатый сапфир**» (нем. — Sternsaphir schwarz, англ. — Black star sapphire) — как правило имеет черный, серо-черный, стально-серый цвет.

Настоящая работа основана на опыте обработки корундов типа «черный звездчатый сапфир» из различных объектов щелочного комплекса Ильменских гор (Урал). При изготовлении кабошонов применялись исключительно механические способы, без каких-либо химических или термических методик, в качестве абразива использовался только алмаз (пилы, планшайбы, пасты). В ходе работы выявилось довольно много особенностей, влияющих на качество звездчатых камней. Данная работа является попыткой их систематизировать.

Представляется целесообразным и настоящим предлагается при оценке качества звездчатых корундов (готовых кабошонов) учитывать следующие их особенности.

1. Яркость и резкость (четкость) звезды

Яркость звезды — основная характеристика, определяющая качество и ценность звездчатого камня. В практике принята десятибалльная шкала (10 классов, [3]) оценки яркости: самый яркий класс — 10-й, самый бледный — 1-й. Астеризм 1-го класса должен быть виден без применения оптических инструментов, визуально, на расстоянии вытянутой руки. Определение класса яркости производит специалист-геммолог на основании опыта или сравнением с эталонами. При наличии дополнительных эффектов (двенадцатилучевая или двойная звезды) класс определяется по яркой звезде. Сам же дополнительный эффект может быть учтен при стоимостной оценке применением коэффициентов, учитывающих его яркость, редкость и пр.

Резкость (четкость) звезды — также определяется геммологом или сравнением с эталонами. Сущность этой характеристики в следующем: в зависимости от совершенства систем микровключений, формирующих световые полосы (выдержанности их толщины, параллельности, равномерности распределения в объеме кристалла и др.), эти световые полосы могут быть тонкими и четкими, а могут быть слегка расширенными в точке пересечения (веретенновидными) и иметь слегка размытые нерезкие границы. В общем случае их влияние на астеризм не очень большое и «размытость» звезды до некоторых пределов на качестве эффекта практически не сказывается. Но в некоторых случаях, когда «размытость» звезды уже бросается в глаза и влияет на эстетизм эффекта, класс может быть снижен на одну ступень или даже больше, в зависимости от степени «размытости».

2. Пропорциональность размеров звезды и кабошона

Эта характеристика отражает следующие особенности. Несмотря на то, что лучи звезды от центра к концам теряют яркость постепенно, при наблюдении астеризма визуально улавливается некоторая граница, где они кончаются. Это позволяет с той или иной степенью точности определить размеры звезды. Размер звезды для каждого конкретного кристалла строго индивидуален и зависит только от радиуса сферы, сегментом которой, по существу, является поверхность кабошона (имеется в виду, конечно, сферический кабошон; для несферических кабошонов, например параболических или эллипсоидных, зависимость в целом такая же, но сложнее). Если кабошоном вырезается большой сегмент сферы относительно размеров звезды (высокий кабошон), то звезда на кабошоне выглядит маленькой и ее лучи (при расположении звезды в центре) далеко не доходят до кромки кабошона. И наоборот, если кабошоном вырезается маленький сегмент сферы относительно размеров звезды (низкий кабошон), то звезда на кабошоне выглядит большой, и ее лучи (при расположении звезды в центре) обрезаются кромкой кабошона. Такая непропорциональность влияет на эстетизм восприятия эффекта астеризма. Эту непропорциональность можно ранжировать некими численными характеристиками. Например, можно взять за ступень $1/4$ радиуса (длины луча) звезды:

— если концы лучей звезды не достают до кромки кабошона (или выходят за кромку) на расстояние не более $1/4$ радиуса звезды, то это практически не влияет на качество эффекта и, следовательно, камня;

— если это расстояние находится в пределах $1/4$ — $1/2$ радиуса звезды, то класс камня может быть снижен, например на 1 ступень (класс);

— если это расстояние еще больше, то класс камня может быть снижен еще больше.

3. Правильность сечения

Системы ориентированных микровключений, обуславливающие астеризм, располагаются в одной плоскости, ориентированной в корунде перпендикулярно оси c кристалла. Если кабошон вырезан так, что его ось (а кабошон является фигурой вращения) совпадает с кристаллографической осью c корунда, то, при симметричном расположении кабошона относительно направления освещения и направления наблюдения, звезда будет располагаться в центре кабошона. Если ось кабошона отклоняется от оси кристалла, то и звезда на поверхности кабошона будет «съезжать» набок, и чем сильнее это отклонение, тем сильнее «съезжание». Этому также можно придать численное значение, и за ступень также взять $1/4$ радиуса (длины луча) звезды:

— если центр звезды отклоняется от центра кабошона на расстояние не более $1/4$ радиуса звезды, то это практически не влияет на качество эффекта и, следовательно, камня;

— если это расстояние находится в пределах $1/4$ — $1/2$ радиуса звезды, то класс камня может быть снижен, например на 1 ступень (класс);

— если это расстояние еще больше, то класс камня может быть снижен еще больше, вплоть до порока (звезда на боку кабошона).

4. Правильность звезды

На кабошоне, имеющем правильную сферичность по всей поверхности, звезда имеет лучи в виде равномерно и плавно изогнутых дуг (правильная сферичность кабошона достигается применением специальных приспособлений и методик). При изготовлении кабошонов вручную бывает трудно добиться правильной сферичности, ее плавность в отдельных участках поверхности кабошона нарушается. В этом случае нарушается и правильность звезды, ее лучи искривляются («виляют»). Такое нарушение правильности звезды трудно выразить численно, но при оценке качества камня можно принять во внимание следующие соображения:

— незначительное нарушение плавности изгиба лучей звезды (заметное только при внимательном рассматривании кабошона, или при исследовании его с помощью оптических инструментов), как правило практически не нарушает общую картину астеризма и не влияет на визуальное его восприятие, следовательно не снижается и качество камня;

— заметное визуально нарушение плавности изгиба лучей, но не нарушающее общую картину астеризма, может снизить класс камня на 1 ступень (класс);

— бросающиеся в глаза нарушения плавности изгиба снижают класс еще больше, вплоть до порока;

— резкие изломы лучей звезды (ступеньки на поверхности кабошона) — порок, если эти ступеньки не созданы специально (кабошоны со специально заданными участками разной кривизны и переломом по их границе).

5. «Парение» звезды

Поскольку астеризм — это оптический эффект, а кабошон — это не что иное, как линза, то в полном соответствии с законами оптики наиболее четкую форму звезда имеет в фокусе этой линзы (кабошона), т. е. на некотором расстоянии от поверхности кабошона: над ней, если кабошон выпуклый; или под ней, если кабошон вогнутый.

При выпуклом кабошоне в ряде случаев (если астеризм яркий и качество обработки поверхности кабошона высокое) визуально заметно, как звезда висит над поверхностью, «парит». Звезду в фокусе можно наблюдать с помощью экрана (матового стекла или кусочка кальки), можно даже измерить расстояние от поверхности кабошона до фокуса — т. е. высоту «парения» звезды. Это повышает эффект зрительного восприятия астеризма и может служить основанием для повышения класса камня на 1—2 ступени. В случае, если камень и так имеет высший класс, эффект «парения» может быть учтен при стоимостной оценке применением какого-то коэффициента.

При вогнутом кабошоне, наоборот, звезда располагается под поверхностью, «тонет», она находится как бы внутри, в толще кабошона. Это создает оригинальный зрительный эффект и также может служить основанием для повышения класса камня (или его стоимости). Недостатком вогнутых кабошонов является несколько меньший ракурс, при котором наблюдается астеризм, по сравнению с выпуклыми кабошонами, но это компенсируется повышенной яркостью звезды.

6. Неоднородность окраски

Это довольно сложная характеристика звездчатых корундов. Она определяется многими особенностями формирования и существования кристалла в природных условиях. Радикально разный цвет или различие по интенсивности окраски одного тона могут иметь незакономерно расположенные в объеме кристалла участки неправильной формы, пирамиды нарастания различных граней кристалла, зоны роста. При этом часто такие участки (пирамиды, зоны) лишены ориентированных микровключений, обусловливающих астеризм, и на поверхности кабошона в таких участках лучи звезды не формируются («слепые» в отношении астеризма участки). С другой стороны, такие участки свидетельствуют о природности камня, что является положительным моментом в их присутствии. Поэтому при рассмотрении этого параметра (неоднородности окраски) необходимо учитывать довольно много особенностей, не забывая, что главное — это эстетизм визуального восприятия.

Цветовые пятна, проявленные на поверхности кабошона, могут быть большими и маленькими; их может быть много или мало (единичные); они могут располагаться по центру кабошона или у краев его; могут быть контрастными по цвету (или по интенсивности окраски одного тона), «пестрить», или выделяться незначительно; могут быть лишены ориентированных микровключений (т. е. создавать «слепые» участки на поверхности кабошона) или содержать их. Все это сложно учесть, а тем более выразить в численных параметрах. Тем не менее, при оценке качества звездчатого камня можно принять во внимание некоторые соображения:

— если цветовые пятна неконтрастны, если они располагаются ближе к краям кабошона, если они сравнительно невелики (в случае, если они лишены микровключений, т. е. создают «слепые» участки, то они ни в коем случае не должны располагаться по центру кабошона), то в целом их наличие несильно нарушает восприятие астеризма и практически полностью компенсируется тем, что они свидетельствуют о природности камня, т. е. качество камня не снижается;

— если цветовые пятна контрастны, занимают значительную площадь поверхности кабошона или располагаются по центру (особенно если это «слепые» в отношении астеризма участки), то они сильно влияют на астеризм в худшую сторону и, естественно, снижают качество камня.

В принципе можно попытаться разработать численные параметры для учета этих особенностей. Например: если эти пятна занимают не более 10 % площади кабошона (при условии, что они не располагаются в центре и не контрастны), то качество камня не снижается, т. к. полностью компенсируется показателем его природности; если пятна занимают до 25 % площади кабошона или контрастны, то класс камня может быть снижен на 1 ступень (класс); при площади, занимаемой пятнами до 50 % и более класс может быть снижен на 2 и более ступени, вплоть до порока.

Секториальность кристалла часто проявляется в контрастно различной окраске или в интенсивности окраски одного тона разных секторов кристалла. Секториальность тоже служит признаком природности камня, причем существенным. Поскольку кабошон вырезается перпендикулярно оси *c* кристалла, то часто в центр кабошона попадает сектор пирамиды нарастания пинакоида, а боковые участки кабошона охватывают пирамиды нарастания призмы или дипирамид. Если участок пирамиды нарастания пинакоида в центре кабошона не имеет контрастного отличия в цвете и содержит ориентированные микровключения, т. е. не нарушает астеризм (что бывает сравнительно редко), то на качество камня он практически не влияет. Чаще же бывает, что этот сектор не содержит микровключений, обуславливающих астеризм, и тогда на кабошоне по центру возникает участок, «слепой» в отношении астеризма, а это — порок. Поэтому в таких кристаллах нужно вырезать кабошон либо из участка пирамид нарастания боковых граней, либо стремиться вывести участок пирамиды нарастания пинакоида в боковую часть кабошона, и тогда качество камня может быть оценено, как в случае с цветовыми пятнами (по % площади).

Зональность часто проявляется в кристаллах корунда. При этом она бывает как цветовая (либо разный цвет, либо разная интенсивность окраски одного тона), так и в распределении ориентированных микровключений, обуславливающих астеризм. Зональность — тоже существенный признак природности камня. Ее также нужно оценивать с позиций зрительного восприятия астеризма. Влияние цветовой зональности на качество камня может быть оценено так же, как и цветowych пятен, т. е. насколько контрастен цвет — «пестрота», площадь, занимаемая на поверхности кабошона и др. Учет зональности распределения микровключений несколько сложнее. Поскольку некоторые зоны лишены микровключений и астеризм в них не проявляется («слепые» участки), то лучи звезды приобретают прерывистый, штриховой, характер. При оценке качества таких зональных камней необходимо

учитывать ширину таких зон, их количество, и в целом их влияние на качество астеризма — в общем случае оно может снижаться, иногда значительно. Но иногда, когда «слепые» зоны узкие и их мало, камень может наоборот выиграть по качеству эффекта, и даже существенно.

7. Макровключения

Макровключения посторонних минералов в виде мелких или даже крупных зерен различной формы довольно часто присутствуют внутри кристаллов корунда. Они также являются показателем природности камня. Их учет при оценке качества кабошонов звездчатого корунда может строиться по тому же принципу, что и учет неоднородности окраски, но есть некоторые особенности, связанные с тем, что в некоторых случаях они по иному, чем корунд, принимают полировку. В качестве частного случая макровключений может рассматриваться блочность, иногда встречающаяся в кристаллах корунда.

Макровключения посторонних минералов могут оцениваться, с точки зрения их влияния на качество звездчатых камней, примерно так же, как и неоднородность окраски. Если они не выделяются контрастно по цвету (не «пестрят»), занимают относительно небольшую часть поверхности кабошона, в случае скопления не занимают центр кабошона (это важно, т. к. в отношении астеризма они «слепые»), то на качество астеризма, а следовательно и на качество камня, они влияют несущественно и их присутствие, как показатель природности камня, полностью компенсирует незначительное ухудшение качества астеризма. Если же эти макровключения контрастны, занимают значительную часть поверхности кабошона, то конечно они существенно сказываются на качестве камня и могут быть учтены, как и неоднородность окраски, например в % занимаемой ими площади относительно поверхности кабошона. Однако необходимость в этом возникает не всегда. Например, один из кабошонов был вырезан из кристалла корунда, сростшегося с полевым шпатом, кусочек которого попал в кабошон сбоку. Сам корунд обладает ярким астеризмом, других макровключений, кроме этого кусочка полевого шпата, не содержит, и этот кусочек, несмотря на контрастное различие в цвете (почти черный корунд и почти белый, слегка желтоватый полевой шпат), не только не ухудшил качество звездчатого камня, а наоборот, придал ему определенный шарм, подчеркнув астеризм и, одновременно, показав природность камня (в данном случае как раз и срабатывает эстетизм восприятия камня в целом).

Особое значение приобретают макровключения в том случае, если они принимают полировку хуже, чем корунд. Тогда на поверхности кабошона появляются матовые участки, которые сильно влияют на качество камня. И только весьма небольшое их количество или расположение исключительно сбоку кабошона может иметь незначительное влияние на качество камня. В принципе их тоже можно учесть в % площади, только шкала должна быть другая (так, площадь более 10 %, занимаемая такими матовыми участками, уже резко бросается в глаза и сильно ухудшает восприятие камня, снижая тем самым его качество).

Блочность кристаллов корунда — довольно часто встречающееся явление. В общем случае блоки того же корунда, но имеющие иную ориентировку, попадая в кабошон, ухудшают качество камня, т. к. на границе блоков происходит перелом лучей звезды и, иногда, нарушается ее правильность. Поэтому при вырезании заготовки для кабошона стараются избежать попадания в него блоков иной ориентировки. В случае, если такие блоки все же попали в кабошон, их при оценке качества можно учесть так же, как и цветные пятна (по площади, по месту расположения на кабошоне — сбоку или в центре и т. д.). Такие блоки не всегда отрицательно влияют на качество камня. В одном из кабошонов такой блок, с существенно отличающейся ориентировкой в камне с ярким астеризмом, сам создал вторую яркую звезду, от этого камень не только не проиграл, а стал еще эффектнее, и качество его существенно повысилось.

8. Качество изготовления кабошона

Необходимость оценки этого параметра вызвана тем, что в силу особенностей самого эффекта астеризма, для звездчатого корунда, в отличие от других цветных камней (яшмы, малахита и пр.), особое значение приобретают форма кабошона, характер его кривизны и прочие морфологические признаки.

Правильность формы кабошона в плане имеет важное значение. Поскольку астеризм является по форме эффектом изометричным, то и кабошоны изготавливаются близкими к изометричным в плане. Круглыми (чаще всего), слегка заovalенными (удобно для вставок в перстни), закругленными квадратными (для вставок в мужские перстни), а также широкой, близкой к треугольной или каплевидной, формы (для подвесок), и т. д. Все это при сохранении сферичности поверхности кабошона. Сильно вытянутые и фантазийные формы не приветствуются.

Высота кабошона и правильность кривизны. Высота кабошона влияет на пропорциональность размеров звезды относительно размеров кабошона (см. выше). А правильность кривизны влияет на правильность звезды. Оптимальными считаются кабошоны правильной сферичности и средней высоты. Первое достигается применением специальных приспособлений и приемов. Высота же кабошона (имеется в виду, конечно, высота сферического участка, без учета высоты боковой фаски) считается оптимальной, если высота сегмента сферы, вырезаемого кабошоном, составляет примерно $1/3$ — $1/4$ диаметра всей сферы.

Качество полировки. Основное требование здесь конечно же одно – полировка должна быть идеальной. Но у корунда есть некоторые особенности. Дело в том, что в некоторых кристаллах корунда интенсивно проявляется отдельность по основному ромбоэдру r , иногда очень тонкая. В кабошонах это проявляется в появлении участков с тонкими искристыми бликами, расположенными концентрическими кругами, таких участков три (по числу граней ромбоэдра на верхней или нижней полусфере) и находятя они как правило сбоку (если кабошон ориентирован правильно). Иногда для таких участков трудно добиться высокого качества полировки — при механической обработке идет постоянное выкальвание микроблоков. Как правило, такие участки не влияют на качество астеризма и не должны рассматриваться как порок, так как они являются неотъемлемым свойством данного конкретного камня (если они действительно не влияют на качество астеризма). Если же их влияние на качество астеризма все же существенно, то при оценке качества камня они могут быть учтены в % площади.

Трещины и заколы. Тонкая трещиноватость довольно часто проявляется в кристаллах корунда и часто присутствует на поверхности кабошона в виде сеточки различной структуры. Как правило она практически не влияет на качество астеризма в сторону его ухудшения, а иногда даже создает благоприятную фактуру фона, подчеркивающую «парение» звезды. Заколы, вообще говоря, особенно крупные, на поверхности кабошона недопустимы. Но иногда, в силу повышенной трещиноватости конкретного кристалла корунда, при механической обработке их не удается избежать полностью. При оценке качества камня их можно учесть в зависимости от их крупности, количества, расположения на поверхности (по центру, сбоку и т. п.). Естественно, при подготовке к продаже такие камни «залечивают», но это можно учесть при стоимостной оценке снижением класса или введением коэффициента. Заколы на нижней части кабошона допускаются, так как на

качество астеризма не влияют, при использовании в ювелирных изделиях закатываются в каст, а при использовании в качестве коллекционного материала эта нижняя часть не является функциональной, т. е. не является предметом эстетического наслаждения коллекционера.

Размеры (вес). Они зависят от назначения конкретного камня. Считается, что если камень предназначен для использования в ювелирном изделии, то его вес оптимален до 20 карат (более тяжелые камни утяжеляют изделие). Для коллекций же вес не ограничивается – чем крупнее, тем лучше, был бы ярким сам астеризм.

Литература

1. Никандров С. Н. Астеризм в корундах Ильменских гор // Уральский минералогический сборник № 4. Миасс: ИМин УрО РАН. 1995. С. 81—91.
2. Moon N. R., Phillips M. R. The physics of asterisms sapphire // Schweiz. miner. und petrogr. Mitt. 1984. В. 64. № 3. Р. 329—334.
3. The Guide. 1998. Vol. 17.