

---

---

**ИСТОРИЯ  
НАУКИ**

---

---

**100 ЛЕТ “ДИЗАЙНУ АЛМАЗОВ” МАРСЕЛЯ ТОЛКОВСКОГО**© 2022 г. Почетный член Ю. Л. Войтеховский<sup>1, 2, \*, \*\*</sup><sup>1</sup>Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия<sup>2</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

\*e-mail: woyt@geoksc.apatity.ru

\*\*e-mail: voytekhovskiy\_yul@pers.spmi.ru

Поступила в редакцию 30.01.2022 г.

После доработки 12.02.2022 г.

Принята к публикации 17.02.2022 г.

Статья посвящена 100-летию выхода в свет книги “Дизайн алмазов” М. Толковско-го. Именно в ней впервые математически рассчитаны круглые огранки бриллиан-тов, ставшие классическими. Коротко рассмотрено содержание этой книги, до сих пор не переведенной на русский язык и ставшей библиографической редкостью. Статья предназначена студентам, обучающимся геммологии, огранщикам самоцветов и любителям истории минералогии.

*Ключевые слова:* алмаз, огранка, бриллиант, отражение, преломление, дисперсия, Марсель Толковский

DOI: 10.31857/S0869605522020101

Незаметно для минералогического сообщества прошла знаменательная дата — 100-летие выхода в свет книги “Дизайн алмазов” (Tolkowsky, 1919a). Ссылок на нее нет в работах, где речь идет о бриллиантах и где она была бы уместна (Шафрановский, 1964; Милашев, 1981; Самсонов, Туринге, 1984; Корнилов, Солодова, 1986; Куликов, Бука-нов, 1989; Синкенкес, 1989; Буканов, 2014; и др.).<sup>1</sup> Причина — редкость книги и отсут-ствие перевода на русский язык. По-видимому, российские читатели узнали о ней из обширного списка литературы в книге Г. Смита (1984, с. 544).

Лежащая передо мной копия имеет свою историю, подтверждающую сказанное. Профессор Санкт-Петербургского горного университета М.А. Иванов, замечатель-ный минералог и искусный огранщик самоцветов, однажды заинтересовался этой книгой и не нашел ее в библиотеке Российского минералогического общества и дру-гих библиотеках Санкт-Петербурга. Коллеги из Фрайбергской горной академии не нашли ее и у себя. По их запросу книга была найдена в национальной библиотеке США. Американцы одарили копиями коллег во Фрайберге и Санкт-Петербурге.

В интернете можно прочесть о том, как огранщик и продавец драгоценных камней А. Толковский (1838–1913) переехал из Польши в Антверпен и заложил успешную ди-настию производителей бриллиантов. Каждый, кто затем возглавлял семейный биз-нес, добавлял в него что-то свое. Сегодня его продолжает уже седьмое поколение. Нас

---

<sup>1</sup> В книге (Корнилов, Солодова, 1986, с. 58, рис. 3) показан “бриллиант Толковского”, почти совпадающий с таковым на рис. 1 нашей статьи. Этого рисунка нет в работе М. Толковского (1919). У него на рис. 36 (с. 98) дан контур без граней, с линейными пропорциями, но без угловых. Кроме того, авторами ошибоч-но указано, что “в 1938 г. М. Толковским была рассчитана “идеальная огранка бриллианта” (с. 55). Оче-видно, они пользовались пересказом работы М. Толковского.

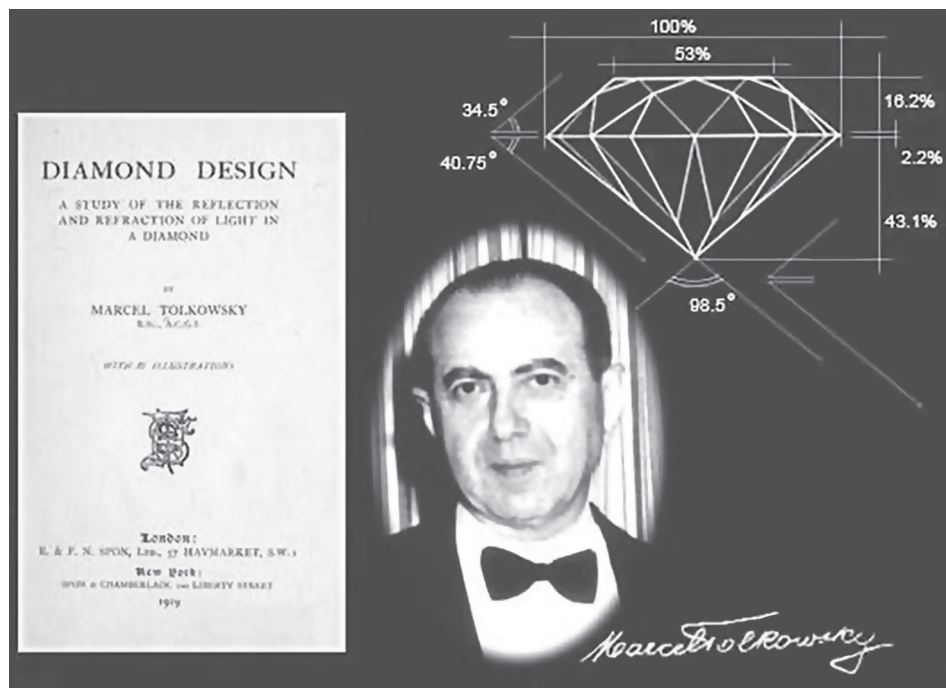


Рис. 1. М. Толковский и его книга “Diamond Design”. Интернет, свободный доступ.

Fig. 1. M. Tolkowsky and his book “Diamond Design”. Internet, free access.

интересует внук основателя М. Толковский (1899–1991), проявивший интерес не к финансам или управлению бизнесом, а к оптике алмаза (рис. 1). “Дизайн алмазов” – упрощенная диссертация (Tolkowsky, 1919b), защищенная в Лондонском университете. Именно в ней впервые математически рассчитана бриллиантовая огранка, ставшая классической. Согласитесь, это необычный вклад в семейное дело. “Дизайн алмазов” можно найти в интернете, что освобождает нас от подробного пересказа. Дадим ее беглый обзор и современную оценку. При этом мы придерживаемся авторской терминологии. Некоторые формулировки сегодня выглядят спорными.

**Введение** (с. 5–7). Автор указывает, что написал книгу главным образом для студентов, изучающих драгоценные камни, распиловщиков и полировщиков алмазов, и собирается проследить в ней эволюцию форм, в разное время придававшихся алмазам, обсудить их достоинства и причину почти повсеместного отказа от старых огранок в пользу современной бриллиантовой. Посвящение книги студентам смотрится свежим и через сто лет – сегодня геммология вводится на минералогических кафедрах университетов как актуальная специализация.

Обработка алмазов известна более двух тысяч лет, многие проницательные умы нацелены на алмаз, список книг по теме быстро растет, но никто математически не определил его наилучшую форму. Цель книги – расчет такой формы. В целом формулировка понятна, но недостаточно конкретна. Самому автору ясно, что рассчитанные им огранки не универсальны, но требуют заготовок определенной формы (изометричных) и качества (чистой воды).

Расчеты сделаны автором “проще некуда” для читателей с элементарными знаниями физики, геометрии, алгебры и тригонометрии. Более сложная математика исполь-

зована лишь там, где того требовала точность вычислений. Эти слова адресованы не кристаллографам — их расчетами не испугать. Скорее, это призыв к минералагам получить удовольствие от точного математического знания. Если так, то он вполне адресуем и современным минералагам.

Результаты сверены с хорошо ограненными бриллиантами и показали поразительную сходимость. Предложенный автором стандарт творчески применим для огранки других прозрачных и полупрозрачных камней. Так, чтобы в полной мере использовать преимущества интенсивно окрашенных разностей, им рекомендовано делать огранку несколько толще, чем требует расчет.

В целом этот раздел выглядит скорее как аннотация, нежели введение к диссертации со строгими формулировками целей, задач, материалов, методов, теоретических результатов и практических приложений. Эти академические требования с тех пор не изменились. Перед нами — адаптация диссертации для широкого круга читателей, что не уменьшает нашего интереса к ней. Но следует ожидать, что в сравнении с диссертацией описательная часть в книге расширена, математическая — сокращена. К сожалению, самой диссертации нам разыскать не удалось.

**Часть I. Историческая** (с. 8–25). Автор сообщает, что до открытия алмазов в Бразилии в 1728 г. их единственным поставщиком была Индия. Но знания об алмазе не восходят к ее глубокой древности, как об этом пишут. Первые сведения о нем как камне с исключительными твердостью и блеском относятся к IV–III в. до н. э., как драгоценном камне — к I в. до н. э. Неизвестно, где и когда зародилось искусство шлифовки и полировки алмаза и других драгоценных камней. Первое описание ограненных алмазов дал француз Ж.-Б. Тавернье (1605–1689) в 1679 г. по результатам пяти путешествий в Индию.<sup>2</sup> Из описанных им алмазов наиболее замечателен Великий Могол (280 карат).<sup>3</sup> Он огранен треугольными гранями.<sup>4</sup> В том же стиле оформлены алмазы Орлов (193 3/4 карат) и Кохинур (186 карат). Ж.-Б. Тавернье отметил важную особенность индийских огранок — покрытие алмазов большим числом мелких треугольных граней с максимальным сохранением веса, природных граней и, как результат, часто неправильной исходной формы.<sup>5</sup>

А что же в Европе? Известно, что в 1375 г. в Нюрнберге работала гильдия гранильщиков алмазов. Образцы изделий до нас не дошли. Если ранее драгоценные камни были символами власти и богатства князей и жрецов, то с середины XV в. стали украшениями. Благодаря А. Сорель, в прямом смысле слова блиставшей около 1450 г. при дворе Карла VII, мода на алмазы быстро распространилась. В 1476 г. Л. ван Беркем из Брюгге первый ввел в огранку строгую симметрию. В этой форме (пенделок, бриолетта) огранены Санси (53 3/4 карат) и Флорентиец (133 1/5 карат). Она оказалась непопулярной — при большой потере веса не дала должного блеска и игры цвета. Сегодня она используется, только если отвечает природной форме крупного алмаза.

Новая огранка (роза, розетта) появилась в середине XVI в., преобладала в течение века в различных дизайнах и пропорциях и применяется до сих пор. Она дала меньшие потери веса, особенно для плоских заготовок, но более яркий блеск. Отсылая к

<sup>2</sup> Умер в Москве по пути из Копенгагена в Персию, место захоронения неизвестно.

<sup>3</sup> По просьбе владельца Ауранг Зеба алмаз огранен венецианскими мастерами. Это ставит вопрос, на который пока нет ответа: сами ли европейцы освоили искусство огранки или переняли у индийцев, обогнав их затем в ходе технической революции?

<sup>4</sup> Сегодня мы назвали бы это триангуляцией Делоне выпуклой поверхности.

<sup>5</sup> Среди индийских был и “Голубой алмаз Тавернье” (115 карат), из которого, предположительно, изготовлен “Алмаз Хоупа” (45.52 карат), сменивший много владельцев. В начале 1930-х он принадлежал Э. Уолш-Маклин, супруге владельца газеты Washington Post Н. Маклина. Она поспорила, что не побоится носить бриллиант, прогуливаясь по улицам “коммунистической Москвы”. Сотрудники американского посольства убедили ее, что сбыть такой бриллиант в России невозможно, поэтому кража не состоится. Потеряв интерес к спору, хозяйка оставила алмаз в гостинице. Сотрудники посольства тут же организовали охрану номера.

оптической части книги, автор утверждает, что роза изготовлялась, как правило, недостаточно толстой, поэтому значительная часть падающего света гасилась, яркий блеск и игра цвета не достигались. В середине XVII в. она была вытеснена бриллиантовой огранкой. На верхней стороне последняя имела 16 граней, не считая таблицы. Вначале такие бриллианты называли мазаринами в честь кардинала Мазарини, сегодня — бриллиантами с двойной огранкой. Венецианец В. Перуцци увеличил число граней до 32 (тройная огранка), улучшив блеск и игру цвета. Но и они кажутся тусклыми по сравнению с современными бриллиантами из-за чрезмерной толщины и неправильных углов между гранями. Постепенное исправление углов привело к современной бриллиантовой огранке. Автор полагает, что это случилось в Амстердаме или Антверпене, американцы отдают приоритет Генри Д. Морсу. Так или иначе, именно европейский стиль огранки — достижение максимального блеска и игры цвета, несмотря на потерю веса (часто более половины исходного) — обеспечил развитие отрасли.

**Часть II. Оптическая** (с. 26—52). Драгоценный камень обязан своим блеском и игре цвета отражению, рефракции (преломлению) и дисперсии (разложению) света. Именно их следует учесть, чтобы рассчитать идеальную огранку. Автор указывает, что ювелирные алмазы обычно бесцветны или слабо окрашены. Доля отраженного света определяется площадью поверхности.<sup>6</sup> Она мало варьирует для разных огранок и в расчетах может быть игнорирована. Главная задача — направить обратно поток света, проходящий сквозь алмаз.<sup>7</sup> В этом и состоит искусство гранильщика.

**Отражение** (reflection, с. 29—33). Отражение происходит на поверхности, разделяющей две различные среды. Если она хорошо отполирована, то отраженные лучи формируют идеальное изображение. Иначе отраженный свет рассеивается. Благодаря чрезвычайной твердости алмаз дает отличную полировку и сохраняет ее навсегда. Для такой поверхности действует закон: угол падения луча равен углу отражения; изображение того же размера находится на том же расстоянии от поверхности, что и исходный предмет.

**Преломление** (refraction, с. 33—41). Пересекая границу двух сред, свет преломляется. Автор вводит показатель преломления как отношение синусов угла падения и угла преломления.<sup>8</sup> Для алмаза относительно воздуха он равен 2.417, что совпадает с современными данными для желтого луча. Вещество с большим показателем называется оптически более плотным. Переходя из воздуха в алмаз, луч света прижимается к нормали, проведенной к границе в точке преломления. Но важнее обратная картина. Луч, выходящий из алмаза, отклоняется от нормали, и тем более, чем больше угол падения. В критический момент преломленный луч совпадает с границей раздела сред, а при еще большем угле падения полностью отражается. Это явление называется полным внутренним отражением. Бриллиант не может сверкать иначе как отраженным светом. Максимальный поток выйдет из него, если падающий свет отразится от нижних граней, скрытых оправой, т. е. когда угол падения превысит критический. Для алмаза он равен  $24^{\circ}26'$ . Это очень важная константа.

**Дисперсия** (dispersion, с. 41—47). Белый свет состоит из множества различных цветов. Именно его разложение на компоненты определяет раду и игру цветов в бриллианте. Показатели преломления для лучей разного цвета отличаются: красный луч преломляется меньше, фиолетовый — больше всего. Разница между ними называется дисперсией (показателя преломления). Как правило, она растет с показателем преломления среды. Если белый свет падает на стеклянную пластинку с параллельными

<sup>6</sup> Именно поэтому минералы с высоким отражением кабошоны.

<sup>7</sup> В черном алмазе свет поглощается почти полностью, в цветном — частично. Для изготовленных из них бриллиантов важна и доля отраженного света.

<sup>8</sup> Из рис. 14 на с. 34 следует более фундаментальное физическое определение (относительного) показателя преломления как отношения скоростей света в воздухе и алмазе. Автор сводит его к геометрическому ради удобства дальнейшего применения.

поверхностями, то, преломившись дважды, все лучи выходят параллельно исходному, причем близко друг к другу, вновь создавая белый свет. Но в алмазной призме, преломившись дважды, вместо того, чтобы собраться, лучи расходятся и образуют радужный спектр. Сильная дисперсия алмаза<sup>9</sup> действует так, что в один момент мы видим луч ярко-синего цвета, в другой – огненно-алого или сияющего зеленого. Они меняются при его малейшем движении. Эта игра цвета – одна из главных причин привлекательности бриллианта.

**Измерение преломления** (с. 47–52). Этот раздел имеет технический характер, но очень важен. Ведь показатель преломления определяет угол полного отражения лучей от нижних граней бриллианта, т.е. геометрию идеальной огранки. Излагается метод “минимальной девиации”. На основе геометрического анализа прохождения луча сквозь алмазную призму выводится формула для расчета показателя преломления.

**Часть III. Математическая** (с. 53–104). До XX в. искусство огранки драгоценных камней развивалось путем проб и ошибок. Даже самые основательные работы лишь грубо указывают на то, как оптические принципы и исключительные свойства алмаза объясняют его необыкновенное сверкание (brilliance). Цель главы – установить наилучшие пропорции бриллианта. При этом алмаз рассматривается как “бесполезный” кристалл, при огранке которого нужно получить желаемые результаты, т.е. без учета влияний, оказываемых рынком и модой. Коротко повторены принципы отражения, преломления и дисперсии, использованные далее в расчетах.

**Определение наилучших углов и наилучших пропорций** (с. 57–59). Раздел начинается с постулата: огранка драгоценного камня должна быть симметричной относительно оси, т.к. правильное расположение граней “дает приятный результат”. Далее показано, что параллельность верхней и нижней граней бриллианта невыгодны – для значительной части падающих лучей полное отражение от нижней грани не достигается. Проблемы можно избежать, наклонив верхние или нижние грани. В первом случае получим огранку “роза”, во втором – “бриллиантовую”.

**Роза** (с. 59–63). Автор рассматривает поперечное сечение “розы” и ставит вопрос о наклоне боковых граней к основанию, дающем полное отражение света. Геометрически доказывается, что искомый угол равен удвоенному критическому, т.е.  $48^{\circ}52'$ . Но хорош ли он, если иметь в виду преломление? Лучи, отвечающие различным цветам спектра, выходят из “розы” параллельно и снова дают белый свет. Это и есть ее основной недостаток – в ней нет игры цвета, т.е. “огня”. Отчасти проблему можно устранить, “сломав” наклонные грани. При этом непременно теряется часть падающего света. Если сделать круче грани у основания, то лучи, проходящие через них, уйдут в сторону. Если сделать более пологими грани у вершины (так обычно и делают), то проходящие через них лучи уйдут в основание. “Наименее плоха” огранка с углами наклона граней  $49^{\circ}$  и  $30^{\circ}$ . Лишь высокая стоимость материала является причиной того, что она еще используется. На практике пропорции “розы” зависят от формы алмаза, ограняемого с минимальной потерей веса.

**Бриллиант** (с. 64–94). Это главная часть книги, насыщенная расчетами и геометрическими схемами. Автор рассматривает сечение “опрокинутой розы” с горизонтальной верхней и наклонными нижними гранями и доказывает: чтобы имело место первое полное отражение луча, угол наклона нижних граней к верхней должен быть более  $48^{\circ}52'$ . Для второго полного отражения луча тот же угол должен быть менее  $43^{\circ}43'$ . Оставляя на время это противоречие, автор обращается к анализу преломления в двух случаях: угол больше или меньше  $45^{\circ}$ . Если больше, то наилучший угол  $49^{\circ}15'$ . Но он плох в другом отношении – полого падающий свет отражается в сторону. Если меньше, то наилучший угол  $40^{\circ}45'$ . И он хорош, т.к. свет выходит с наибольшим разложением спектра. Этот угол обеспечивает наилучший компромисс блеска (обратный све-

<sup>9</sup> 0.044, выше только у демантоида – 0.057; у шпинели 0.020, у сапфира 0.018, у кварца 0.013.

товой поток) и дисперсии. Увеличивая угол ради лучшего блеска, мы больше теряем в игре цвета. Блеск алмаза можно улучшить, срезав ребро между верхней и нижними гранями ободком мелких граней. Тут встает вопрос об их ориентации. Тщательными расчетами найден наиболее приемлемый угол наклона к верхней грани  $42^\circ$ .

**Огранка** (с. 94–97). В этом разделе, давая читателю возможность отдохнуть от тригонометрии и основываясь на найденных ранее соотношениях и константах, автор показывает, как можно улучшить блеск бриллианта, не ухудшив игру цвета, ловя лучи, падающие под малыми углами к площадке. Это достигается малыми дополнительными гранями на поверхности короны и павильона.

**Наилучшие пропорции бриллианта** (с. 97–101). Опираясь на все сказанное, автор предлагает наилучшую огранку. Если принять диаметр бриллианта за 100%, то остальные размеры будут следующими (рис. 1): диаметр таблицы 50%, толщина 60%, причем более  $1/4$  ее (15% диаметра) – выше рундиста и менее  $3/4$  (45% диаметра) – ниже. Углы наклона основных граней короны и павильона к площадке указаны ранее. Углы наклона дополнительных граней, по-видимому, допускают вариации.

**Сравнение теоретически наилучших значений с используемыми на практике** (с. 101–104). В этом разделе автор сообщает, что в ходе своей работы контролировал производство бриллиантов стоимостью около 1 млн фунтов стерлингов, ограненных ради наибольшего блеска и игры цвета независимо от потери веса. Пять самых ярких крупных камней были измерены, а их параметры, приведенные к одному масштабу, усреднены и сравнены с расчетными. Совпадение оказалось удивительным: по углам наклона граней – несколько минут, по пропорциям – не более 0.5% от условного диаметра бриллианта. Небольшая разница объясняется влиянием крошечной грани, притупляющей вершину павильона (калетта). Она введена для того, чтобы избежать скальвания бриллианта. Итак, в современном хорошо ограненном бриллианте совершенство практически достигнуто. Возможно, но весьма сомнительно, что будет найдена форма, которая придаст круглому алмазу еще больше блеска и игры цвета, чем рассчитанная бриллиантовая огранка.

**Заключение** (от автора статьи). У прочитанной книги нет подходящего заключения. Автор утверждает, что найденная им огранка – наилучшая, огранка “розой” и все прочие из рассмотренных в историческом обзоре – плохи. Но стоит повторить, что автор искал огранку, дающую самый яркий блеск и игру цвета (а) без учета потери веса, (б) для бесцветного алмаза, (в) абсолютно подчинив форму физическому результату. Это предельно узкая постановка задачи. И даже в этом случае полученная огранка – компромисс между блеском и игрой цвета, не достигаемыми максимума одновременно. Кажется очевидным, что ресурс для дальнейшего творчества кроется в сочетаниях формы и цвета у окрашенных камней. Впрочем, М. Толковский заметил, что окрашенные бриллианты следует гранить толще по рундисту, чем того требует его стандарт.

В книге рассмотрена геометрическая оптика алмаза как однородной среды с таким-то показателем преломления и дисперсией, из чего все и следует. К сожалению, в ней совершенно нет кристаллографии. Лишь на с. 80 ось симметрии бриллианта названа “осью кристаллизации алмаза”, что вызывает недоумение. Анализ того, как грани бриллианта ориентированы относительно простых форм алмаза, добавил бы книге фундаментальности и практической применимости, ведь грани разных простых форм имеют разную твердость. Для технологии обработки алмаза важно, совместить ли площадку будущего бриллианта с гранью куба (самой мягкой), ромбододекаэдра или октаэдра (самой твердой). Здесь были бы уместны рекомендации. Впрочем, это скорее констатация, чем претензия.

Современные авторы (Cowing, 2000; Green et al., 2001; Reinitz et al., 2001; и мн. др.) дискутируют несколько моментов, как правило, прибегая к компьютерному моделированию: (а) соотношение между углами наклона граней короны, павильона и площадки, а также размером последней, имеет сложный характер, допускающий их не-

большое варьирование относительно стандарта, (б) двумерные сечения, в которых М. Толковский рассматривал ход лучей, верно передают ситуацию, если совпадают с плоскостями симметрии (которых может быть 4, 8, 16...) бриллианта, но не в других сечениях, (в) ребра между гранями короны и павильона в схемах М. Толковского острые, в современных бриллиантовых огранках мелкие грани рундиста (под углом  $1^\circ$ – $2^\circ$  к вертикали) вносят в расчеты новый момент. Тем не менее, все авторы отдают должное М. Толковскому как первопроходцу, сумевшему “поверить алгеброй (точнее, геометрией) гармонию”, показать возможности точного знания в столь конъюнктурной и подверженной моде области, как дизайн алмазов.

В библиотеке автора этих строк есть брошюра “Алмаз, его свойства и обработка” (Vervoort, 1910), изданная в тогдашней ювелирной столице Антверпене (именно там зародилась династия Толковских). Надо полагать, она отвечала месту и времени. На 50 страницах ее автор подробно обсуждает все стадии обработки алмаза (историческое введение и экономическое заключение весьма кратки). Сегодня мы назвали бы это методическим пособием. К бриллиантовым огранкам своего времени автор предъявил лишь одну претензию: 20-каратник ограняется так же, как и 2-каратник – без дополнительных граней, которые могли бы улучшить игру цвета.<sup>10</sup> Но чувствуется, что имел место творческий поиск, идея улучшения огранок висела в воздухе. Ее ощутил и реализовал в диссертации М. Толковский. Это редкий случай в истории минералогии, когда можно столь точно установить дату качественного скачка в развитии идеи, в нашем случае – от опыта, пусть и отточенного поколениями мастеров, к точному знанию.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор статьи благодарит профессора Санкт-Петербургского горного университета М.А. Иванова, обратившего его внимание на книгу М. Толковского, за всестороннее обсуждение темы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Буканов В.В.* Цветные камни и коллекционные минералы. Энциклопедия. М.: ООО “Геммологический центр”, 2014. 464 с.
- Корнилов Н.И., Солодова Ю.П.* Ювелирные камни. М.: Недра, 1986. 282 с.
- Куликов Б.Ф., Буканов В.В.* Словарь камней-самоцветов. Л.: Недра, 1989. 168 с.
- Милашев В.А.* Алмаз. Легенды и действительность. Л.: Недра, 1981. 161 с.
- Самсонов Я.П., Туринге А.П.* Самоцветы СССР. Справочное пособие. М.: Недра, 1984. 335 с.
- Синкенкес Дж.* Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. М.: Мир, 1989. 423 с.
- Смит Г.* Драгоценные камни. М.: Мир, 1984. 558 с.
- Шафрановский И.И.* Алмазы. М.–Л.: Наука, 1964. 175 с.

#### 100 Years of Marcel Tolkowsky’s “Diamond Design”

Yu. L. Voytekhovskiy<sup>a, b, \*</sup>

<sup>a</sup>Geological Institute, Kola SC RAS. Apatity, Russia

<sup>b</sup>Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia

\*e-mail: voyt@geoksc.apatity.ru

The article is dedicated to the 100th anniversary of issue of the book “Diamond Design” written by M. Tolkowsky. It was in this book that the classic round cuts of diamond were mathematically calculated for the first time. The content of this book, which has not yet been translated into Russian and become a bibliographic rarity, is briefly reviewed. The arti-

<sup>10</sup> Замечание верное. Чтобы убедиться в этом, рекомендуем посмотреть на хрустальные имитации бриллиантов разного размера, выполненные проф. М.А. Ивановым, в зале № 1 минералогического собрания музея Санкт-Петербургского горного университета.

cle is intended for students studying gemology, gem cutters and anyone interested in the history of mineralogy.

*Keywords:* diamond, cut design, brilliant, reflection, refraction, dispersion, Marcel Tolkowsky

## REFERENCES

- Bukanov V.V.* Coloured stones and collection minerals. Encyclopedia. Moscow: Gemological Centre Ltd., **2014**. 464 p. (*in Russian*)
- Kornilov N.I., Solodova Yu.P.* Gemstones. Moscow: Nedra, **1986**. 282 p. (*in Russian*).
- Kulikov B.F., Bukanov V.V.* Dictionary of gemstones. Leningrad: Nedra, **1989**. 168 p. (*in Russian*).
- Milashev V.A.* Diamond. Legends and reality. Leningrad: Nedra, **1981**. 161 p. (*in Russian*).
- Samsonov J.P., Turingue A.P.* Gems of the USSR. Reference book. Moscow: Nedra, **1984**. 335 p. (*in Russian*).
- Sinkankas J.* Guide to the processing of precious and semi-precious stones. Moscow: Mir, **1989**. 423 p. (*in Russian*).
- Smith G.F.H.* Gemstones. London: Chapman & Hall, **1972**. 580 p.
- Shafranovsky I.I.* Diamonds. Moscow–Leningrad: Nauka, **1964**. 175 p. (*in Russian*).
- Cowing M.* Diamond brilliance: theories, measurement and judgement. *J. Gemm.* **2000**. Vol. 27. No. 4. P. 209–227.
- Green B., Gilbertson A., Reinitz I., Johnson M., Shigley J.* What did Marcel Tolkowsky really say? *Gemmological Institute of America*. 14 Sept. **2001**. P. 1–5.
- Reinitz I.M., Johnson M.L., Hemphill T.S., Gilbertson A.M., Geurts R.H., Green B.D., Shigley J.E.* Modeling the appearance of the round brilliant cut diamond: an analysis of fire, and more about brilliance. *Gems & Gemmology*. **2001**. Vol. 37. P. 174–197.
- Tolkowsky M.* Diamond design. A study of the reflection and refraction of light in a diamond. London–New York: Spon & Chamberlain, **1919a**. 104 p.
- Tolkowsky M.* Research on the abrading, grinding or polishing of diamond. Doctoral Thesis. London: University of London, **1919b**. 143 p.
- Vervoort L.* Der Diamant, seine Eigenschaften und seine Bearbeitung. Antwerpen: Druckerei “Phenix”, **1910**. 52 S.