

Шлифовка сферических поверхностей вращающейся трубкой.

А. В. Шубникова.

(Представлено академиком А. Е. Ферманом в заседании Отделения Физико-Математических Наук 29 декабря 1926 года).

Продолжение нашей работы об *интерференции* бесконечных плоских фигур¹ привело нас к необходимости сконструировать особый фотографический аппарат с большим числом тождественных объектов, расположенных в шахматном порядке. Отсутствие уверенности в том, что первый проект аппарата окажется удовлетворительным, материальные соображения и перспектива длительного ожидания результатов заставили нас отказаться от мысли заказать объективы на оптическом заводе и вынудили искать выхода в изобретении простого лабораторного метода одновременной шлифовки большого числа линз. Проблема распалась на две части: шлифовка шаров и шлифовка линз.

Шлифовка шаров.

Обычный способ шлифовки и полировки сферических поверхностей² состоит в применении чугунных, латунных и смоляных вращающихся *чашек*, в которых шлифуемые куски стекла срабатываются различными по крупности сортами карборунда, наждака (для шлифовки) и крокуса (для полировки). Существенными недостатками этого метода являются: 1) изменение радиуса шлифуемой сферы вследствие неравномерной снашиваемости середины и краев чашки, обуславливаемой различием их линейных скоростей, и 2) необходимость иметь огромный набор чашек для шлифовки сферических поверхностей различного радиуса. Указанных недостатков не имеет способ шлифовки шаров вращающейся около своей геометрической оси металлической или ivory трубкой. Техника самой работы в существенном остается та же, что и в случае применения чашек: отрезок железной

¹ А. В. Шубников. О сочетаниях правильных систем фигур на плоскости. ПАН, 1926, стр. 1171.

² В. H a l l e. Handbuch der praktischen Optik. Berlin.

трубки монтируется на горизонтальном или вертикальном шпинделе станка, центрируется, протачивается по ребру и приводится во вращение со скоростью 500—1.000 оборотов в минуту, в зависимости от диаметра трубки. Грубо оболваненный на шлифовальном круге по форме шара кусок стекла или камня обмывается мокрым карборундом или наждаком и шлифуется ребром вращающейся трубки при постоянном беспорядочном поворачивании шара рукой. Переходя от грубых сортов карборунда к более мелким, заканчивают работу полировкой шара в оловянной, свинцовой или той же железной обернутой холстом трубке, крокусом с водой.

А priori авторитетные в деле оптотехники лица делали мне следующие возражения против предлагаемого метода: 1) карборунд не будет держаться во время работы на ребре шлифующей трубки; 2) при беспорядочном поворачивании шара в трубке нельзя гарантировать, что шар со всех сторон будет сошлифован равномерно. На практике оказалось, что карборунд действительно плохо удерживается трубкой, но зато прекрасно держится на самом шаре. На второе возражение приводим ряд измерений трех взаимно перпендикулярных диаметров шара, специально для этой цели вышлифованного из кварца. Измерения производились на толщемере $A b b e$, в существенном состоящем из вертикального стержня, могущего подниматься и опускаться. В нулевом положении стержень опирается своим нижним концом с силою своего веса на агатовую пластинку, при измерении же толщины — на поверхность исследуемого объекта. Разница отсчетов в микроскоп в двух положениях стержня дает измеряемую толщину. При измерении каждого из диаметров было принято производить последовательно девять отсчетов при трех касаниях стержня к агатовой пластинке в нулевом положении стержня девять отсчетов при трех касаниях стержня к шару и девять отсчетов опять при нулевом положении стержня. Затем мы вычисляли среднее из девяти отсчетов при поднятом стержне и среднее из восемнадцати отсчетов при опущенном стержне. Разность между первым и вторым средним мы считали равной диаметру шара. На приводимой таблице даны результаты измерений. Из таблицы видим, что шар вышлифован с точностью не меньшей, чем до одного микрона. Принимая во внимание сильное изменение положения нуля прибора, можно думать, что шар вышлифован даже с большей точностью.

ТАБЛИЦА ИЗМЕРЕНИЙ ТРЕХ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ
ДИАМЕТРОВ КВАРЦЕВОГО ШАРА.

a Отсчет при опущенном стержне (в мм)	A Среднее	b Отсчет при касании стержня к ша- ру (в мм)	B Среднее	B — A Диаметр шара в мм
2,8742 42 42				
36 38 44				
40 40 43				
		66,3063 67 72		
	2,8742	69 63 69	66,3063	63,4321
		57 54 56		
2,8746 38 49				
43 34 36				
36 51 51				
		66,3081 111 83		
	2,8753	93 89 82	66,3087	63,4334
		72 89 83		

а Отсчет при опущенном стержне (в мм)	А Среднее	b Отсчет при касании стержня к ша- ру (в мм)	В Среднее	В — А Диаметр шара в мм			
2,8766 67 64	2,8753	66,3075 82 75	66,3085	63,4332			
70 59 62		109 115 94					
66 57 58		70 75 68					
0,28754 44 47							
41 41 49							
52 49 52							

Шлифовка линз.

Метод шлифовки выпуклых линз (а мы имеем в виду только выпуклые линзы) сводится к методу шлифовки шаров. Сначала вышлифовывается шар из какого-либо не твердого и не набухающего от воды материала, например, из горшечного талькового камня. На поверхность шара наклеиваются сургучом круглые плоско-параллельные пластинки стекла или другого материала,

из которого желательнее приготовить выпуклую линзу. Для того, чтобы точка касания шара пришлась приблизительно в центре пластинок, под каждую из них подкладывается при наклейке проволочное кольцо надлежащего диаметра и высоты. Промежутки между кружками замазываются сургучом и закладываются обрезками стекла; иначе отдельные кружки, особенно в начале работы, могут вывалиться. Приготовленный таким образом шар шлифуется и полируется как было объяснено выше. В случае необходимости изготовить плосковыпуклые линзы из зеркального стекла, ограничиваются одной шлифовкой и полировкой; если же нужно приготовить двояковыпуклые линзы, то после первой

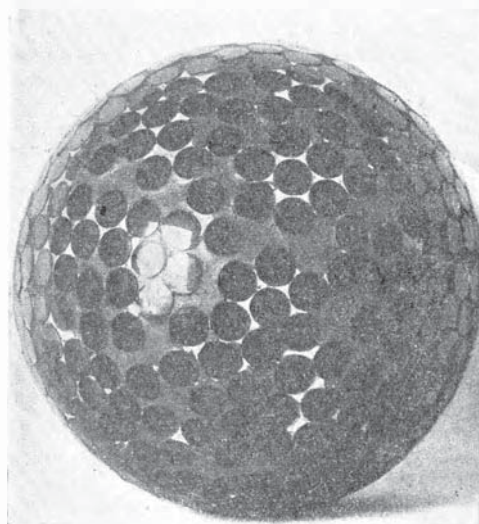


Рис. 1.

шлифовки и полировки линзы необходимо переклеить обратной стороной на тот же или другой шар и шлифовать вновь. В нашем случае (рис. 1) был взят шар из талькового камня, диаметром 11,5 см, и оклеен 450 кружками из зеркального стекла, толщиной 0,5 см. Таким образом, за один прием было вышлифовано 450 плосковыпуклых линз, диаметром около 9 мм и равными до одного микрона фокусными расстояниями. Эти линзы мы и употребили для нашего фотографического аппарата.

Из всего изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Метод шлифовки сферических поверхностей с помощью вращающейся трубки исключает необходимость иметь дорого стоящий набор чашек.

2. С помощью одной трубки можно вышлифовать шары в известных пределах самого разнообразного диаметра, что особенно важно при выполнении задания: из ряда кусков кристаллов изготовить точные шары неопределенного диаметра.

3. Точность изготовления шара равна одному микрону.

4. Метод применим также в случае одновременного изготовления большого числа выпуклых линз одного и того же фокусного расстояния, если последнее не превышает 15 см. В противном случае шар был бы слишком велик.

Минералогический Музей
Академии Наук СССР.
20 XII 1926.

Список научных работ,

**связанных с деятельностью Минералогического Музея
и его Научного Клуба за 1926 год.¹**

- Д. С. Белянкин. О корундовом габброиде из Кыштыма. ИАН, 1926, стр. 601.
- Э. М. Бонштедт. О новых минералах группы мозандрита из Хибинских Тундр. ИАН, 1926, стр. 1181.
- В. И. Вернадский. Биосфера. Хим.-Техн. Изд-во НТО, Лнгр., 1926.
- О размножении организмов и его значении в механизме биосферы. Статья первая. ИАН, 1926, стр. 697.
- О размножении организмов и его значении в механизме биосферы. Статья вторая. Ibidem, стр. 1053.
- 1. Определение геохимической энергии (величин Δ , V , e) однолетних цветковых растений. Наставление для определения геохимических постоянных. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- 2. Определение геохимической энергии (величин Δ , V , e) некоторых групп насекомых. Ibidem. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- Изотопы и живое вещество. ДАН—А, 1926, стр. 215.
- Очередная задача в изучении естественных производительных сил. Журн. Научный работник, Москва, 1926, № 3—4, стр. 3.
- V. Vernadskij (W. Vernadsky). Etudes biogéochimiques. I. Sur la vitesse de la transmission de la vie dans la biosphère. ИАН, 1926, стр. 727.
- Sur l'analyse des sols au point de vue géochimique. IV^e Confer. Intern. de Pédologie, II^e Commis. Rome, 1926.
- Н. И. Влодавец. Материалы к химическому изучению минеральных образований серных бугров пустыни Кара-Кумы. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 101 = Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 43.

¹ В настоящий список включены отпечатанные за 1926 г. работы: 1) сотрудников ММ и лиц своей работой близко связанных с ММ; 2) доложенные в Научном Клубе; 3) являющиеся результатом обработки коллекций ММ; 4) опубликованные в I томе Трудов ММ.

- N. Wlodawetz u. A. Fersmann** см. **A. Fersmann**.
- П. А. Волков.** Анализ Кара-Кумской серной руды. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 111 — Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 153.
- П. А. Волков и К. А. Ненадкевич** см. **К. А. Ненадкевич**.
- А. С. Гинзберг и Х. С. Никогосян.** Опыты сплавления диабазы с углекислым кальцием. ИАН, 1926, стр. 679.
- Л. И. Игнатова и И. Д. Курбатов** см. **И. Д. Курбатов**.
- Н. А. Игнатъев.** Исследование брусита и гидромагнезита из Саткинской дачи на Урале. ДАН—А, 1926, стр. 152.
- В. А. Каргин и И. Д. Курбатов** см. **И. Д. Курбатов**.
- А. П. Карпинский.** О вероятном происхождении коренных месторождений платины уральского типа. Ч. I. ИАН, 1926, стр. 133.
— О вероятном происхождении коренных месторождений платины уральского типа. Ч. II. Ibidem, стр. 159.
- Е. Е. Костылева.** Андалузит (силлиманит, кианит). Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 47. Изд. КЕПС, 1926.
— Главконит. Ibidem, стр. 257.
— Месторождения палыгорскита у г. Горбатова. Журн. Минеральное сырье, 1926, № 5, стр. 364.
- Е. Е. Костылева и Н. М. Прокопенко.** Пегматитовые жилы Приурганского района Северной Монголии. Северная Монголия. I. Предварительные отчеты геологической, геохимической и почвенно-географической экспедиции о работах, произведенных в 1925 году, стр. 51. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- В. И. Крыжановский.** Отчет о разведке месторождения рутила в Верхне-Уфалейской даче летом 1917 г. Матер. КЕПС, № 56, вып. 1. Титан и его соединения, 1926, стр. 73.
— Краткий предварительный отчет о минералогическом обследовании окр. Степановского завода в Киргизской степи летом 1925 г. Изв. Геол. Ком., 1922 (1926), т. ХLI, № 2 — 5, стр. 173.
- Л. И. Крыжановский и А. Н. Лабунцов.** Отчет о командировке на Алтай в 1921 г. ДАН — А, 1926, стр. 69.
- Л. А. Кулик.**¹ Метеориты 30 июня 1908 г. и пересечение землей орбиты кометы Понс-Виннеке. ДАН — А, 1926, стр. 185.
— Инструкции для наблюдения отдельных метеоров, болидов и метеоритов. Русск. Астрономич. Календарь на 1926 г., вып. ХХIХ, стр. 194. Изд. Нижегород. Кр. Люб. Физ. и Астрон.
— К вопросу о связи метеоритов с кометами. Журн. Мирозведение, 1926, т. XV, № 2, стр. 133.
- Б. М. Куплетский.** К петрографии Хибинских Тундр. 4. Породы Восточного Умтека. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 83.

¹ В списке печатных работ, помещенном в Тр. ММ, т. I, по недосмотру был пропущен ряд статей Л. А. Кулика в журн. Мирозведение, Природа и др.

- Б. М. Куплетский.** К геологии Восточной Монголии. Северная Монголия. I. Предварительные отчеты геологической, геохимической и почвенно-географической экспедиций о работах, произведенных в 1925 году, стр. 31. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- Коренное нефритовое месторождение на р. Хара-Желге в восточном Саяне. ДАН — А, 1926, стр. 115.
- И. Д. Курбатов.** Исследование цементированных пород Кинешемского фосфоритового района. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 68.
- О никкелевых силикатных рудах Нижнеисетской дачи на Урале. Ibidem, стр. 167.
- Соотношения кальция и ванадия в минералах Тюя-Муюна и Кара-Чагыра. ДАН — А, 1926, стр. 171.
- И. Д. Курбатов и Л. И. Игнатова.** О новом минерале узбеките на Кара-Чагыре. ДАН — А, 1926, стр. 175.
- И. Д. Курбатов и В. А. Каргин.** К вопросу о нахождении щелочей в уранованадатах Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 235.
- А. Н. Лабунцов.** Ильменит из Хибинских Тундр. Тр. ММ, т. I, стр. 35.
- Результаты командировки в Хибинские Тундры 1925 г. ДАН — А, 1926, стр. 15.
- О титановом эльпидите из Хибинских Тундр и его парагенезисе. Ibidem, стр. 39.
- А. Н. Лабунцов и Л. И. Крыжановский** см. Л. И. Крыжановский.
- Г. Г. Леммлейн.** Краткий отчет о поездке в Хакасский (б. Минусинский) уезд Енисейской губ. летом 1926 г. ДАН — А, 1926, стр. 80.
- G. Lämmlein.** Quarzwilling nach dem Gesetze η von Tiflis. Zeitschr. f. Kryst., Bd. LXIII, N. 3/4, p. 291.
- К. А. Ненадкевич.** О химическом составе уранинитов Карелии и отношении в них свинца к урану. ИАН, 1926, стр. 767.
- О природе свинца из ванадинита Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 56.
- Заметка о нахождении теллуристых соединений серебра, золота и висмута в Забайкальи. Ibidem, стр. 139.
- К. А. Ненадкевич и П. А. Волков.** О новом минерале — тангите из Тюя-Муюна. ДАН — А, 1926, стр. 43.
- Х. С. Никогосян и А. С. Гинзберг** см. А. С. Гинзберг.
- Б. М. Порватов и А. Е. Ферсман** см. А. Е. Ферсман.
- Н. М. Прокопенко и Е. Е. Костылева** см. Е. Е. Костылева.
- А. А. Сауков.** Исследование марганцевого минерала с Кара-Чагыра из Ферганской области. ДАН — А, 1926, стр. 77.
- Л. Л. Солодовникова.** Эпидоты из контактовых месторождений восточных отрогов Кузнецкого Алатау в пределах Минусинского уезда Енисейской губ. Тр. ГММ, 1926, т. V, вып. 8.
- А. Ф. Соседко.** Месторождение магнитного железняка в бассейне р. Гавы в Северной Фергане. ДАН — А, 1926, стр. 136.
- А. Е. Ферсман.** О возрасте урановых минералов в пегматитовых жилах. ИАН, 1926, стр. 775.

- А. Е. Ферсман.** Геохимические проблемы серных бугров в пустыне Каракумы. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 113 — Матер. ОЖИСАР, вып. 1. Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 55.
- Глины бентонитовые (отчасти сукновальные, кил и проч.). Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 295. Изд. КЕПС, 1926.
- Драгоценные и цветные камни. Ibidem, стр. 359.
- Процессы замещения в гранитных пегматитовых жилах ДАН — А, стр. 83.
- Кварц из радиевого рудника Тюя-Муяна. Ibidem, стр. 87.
- О горизонтальной ступенчатости некоторых гранитных пегматитов. Ibidem, стр. 199.
- Монголо-Охотский металлический пояс. Журн. Поверхность и Недра, 1926, № 3, стр. 8.
- К минералогии пещер. Журн. Природа, 1926, № 1 — 2, стр. 97.
- Современные пустыни. Ibidem, № 5 — 6, стр. 15.
- A. Fersmann.** The Diamond „Shah“. Изд. Академии Наук СССР, 1926.
- The historical diamond „Orlov“. ИАН, 1926, стр. 121.
- Historical stones of the Russian Diamond Treasure. Jewelers Circular, 1926, № 7, p. 60.
- Minerals of the Kola-Peninsula. Americ. Mineralog., 1926, vol. XI, № 11, p. 289.
- A. Fersmann.** Über das färbende Pigment der Smaragde. ДАН — А, 1926, стр. 24.
- Aufgaben der Mineralogischen Museen. Der Geologe, 1926, p. 905.
- Die Mineralien der Chibina Tundren. Neues Jahrb. f. Miner., 1926.
- А. Ферсман и Б. Порватов.** Абразионные материалы. Нерудные ископаемые, т. I. Абразионные материалы — калий, стр. 1. Изд. КЕПС, 1926. = Матер. КЕПС, № 57. Абразионные материалы, 1926, стр. 1.
- А. Е. Ферсман и Д. И. Шербаков.** Колодцы в песках Каракумов. Изв. Гидролог. Инст., 1926, № 17, стр. 87.
- A. Fersmann u. N. Wlodawetz.** Über die Erscheinungen der Silifizierung in der Mittelasiatischen Wüste Kara-Kum. ДАН — А, 1926, стр. 145.
- Über freie Schwefelsäure als Mineralspecies. Ibidem, стр. 149.
- Под ред. **А. Е. Ферсмана.** Сборник „Серный колчедан“ с общей вводной статьей А. Е. Ферсмана. Изд. ЦУП ВСНХ.
- В. Г. Хлопин.** К вопросу о миграции радиоэлементов в земной коре. ДАН — А, 1926, стр. 178.
- Е. Ф. Чирва.** Крокоит из Березовского рудника близ Екатеринбурга на Урале. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 43.
- А. В. Шубников.** О сочетаниях правильных систем фигур на плоскости. ИАН, 1926, стр. 1171.

- А. В. Шубников.** Определение направления оптической оси в галке кварца. ДАН — А, 1926, стр. 12.
- Юрий Викторович Вульф. Журн. Природа, 1926, № 1 — 2, стр. 6.
- О явлениях, наблюдаемых при сверлении пластинок из хрупкого материала. Ibidem, 1926, № 5 — 6, стр. 95.
- А. В. и О. М. Шубниковы.** Статистический метод в применении к изучению внешней формы кристаллов. ИАН, 1926, стр. 363.
- А. и О. Шубниковы.** Статистическое исследование вициналей октаэдра квасцов. Тр. ММ, 1926, т. I, стр. 1.
- Д. И. Щербаков.** Сера на мировом рынке. Матер. КЕПС, № 59. Сера, 1926, стр. 5.
- Отчет о поездке на серные месторождения в Кара-Кумах. Ibidem, стр. 63 = Матер. ОКИСАР, вып. 1, Серия Туркменская. Серная проблема в Туркменистане, 1926, стр. 5.
- Новые данные о месторождениях киновари и антимонита в Южной Фергане. ДАН — А, 1926, стр. 153.
- Месторождение полиметаллических руд на реке Чал-Куйрюк в Алайском хребте (Фергана). Ibidem, стр. 157.
- К минералогии окрестностей селения Лякан в Южной Фергане. Ibidem, стр. 191.
- Экспедиция на серные бугры в пустыню Кара-Кумы осенью 1925 г. Журн. Природа, 1926, № 7 — 8, стр. 73.
- Д. И. Щербаков и А. Е. Ферсман** см. **А. Е. Ферсман**.
- Н. П. Яхонтов.** Ратовкит. Матер. О-ва изуч. Тверского края, 1926, № 4, стр. 3.
- Ратовкит. Журн. Минеральное сырье и его переработка, 1926, № 4, стр. 291.