

## КАК СКОНСТРУИРОВАТЬ ПРОСТЕЙШИЙ ПОЛЯРИСКОП

Лобастов Б. М.,

научный руководитель канд. техн. наук Машукова А. Е.

*Сибирский Федеральный Университет*

Роль физики сложно переоценить в геологии, которая изучает Землю в планетарном масштабе, а ее минералы – на атомном уровне. В геологических исследованиях применяются физические методы, в частности, самыми доступными является оптические методы.

Кристаллооптика – это пограничная область оптики и кристаллофизики, охватывающая изучение законов распространения света в кристаллах. Характерными для некоторых кристаллов являются: двойное лучепреломление, поляризация света, вращение плоскости поляризации, плеохроизм, показатель преломления. Всё это – диагностические свойства для определения минералов в шлифах (тонких спилах горных пород толщиной 0,03 мм, приклеенных к предметным стёклам и накрытых покровными стёклами), которые устанавливаются при помощи поляризационного микроскопа (рис. 1).

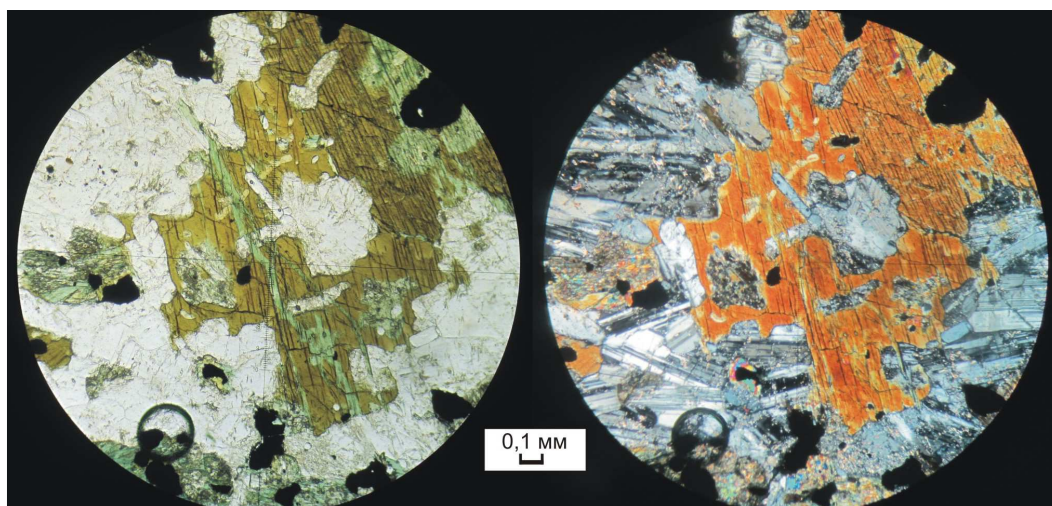


Рис. 1. Шлиф под микроскопом: слева без анализатора, справа в скрещенных николях.

К сожалению, студенты геологических специальностей на младших курсах часто не осознают необходимости знаний по физике и только при изучении специальных дисциплин оценивают, насколько это важно. Так, в геологии возникает необходимость определять изотропность и анизотропность кристаллов и вставок в различных изделиях и ювелирных украшениях. Для этого пользуются полярископом, но это довольно хрупкий и тяжёлый прибор, и, кроме того, он дорого стоит. Поэтому было решено изготовить для экспресс-анализа анизотропности/изотропности материалов полярископ из подручных средств, простой в исполнении.

Полярископ устроен следующим образом (рис. 2): свет от источника света проходит через два поляризатора, у которых плоскости пропускания световых колебаний скрещены под  $90^\circ$ , исследуемый объект помещается между ними. По закону Малюса, открывшему это явление в 1809 году, интенсивность проходящего света через два скрещенных поляризатора будет равна нулю:  $I \sim \cos^2 \varphi$ , где угол  $\varphi$  – угол между главными плоскостями поляризаторов (главная плоскость поляризатора проходит через луч и направление пропускания колебаний светового вектора  $E$ ).

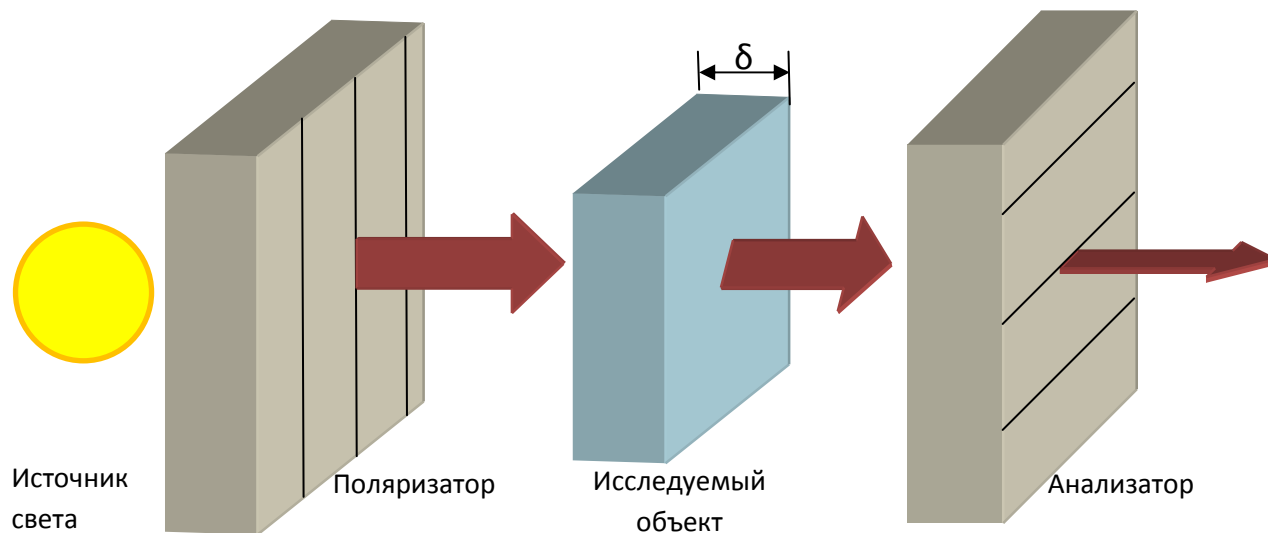
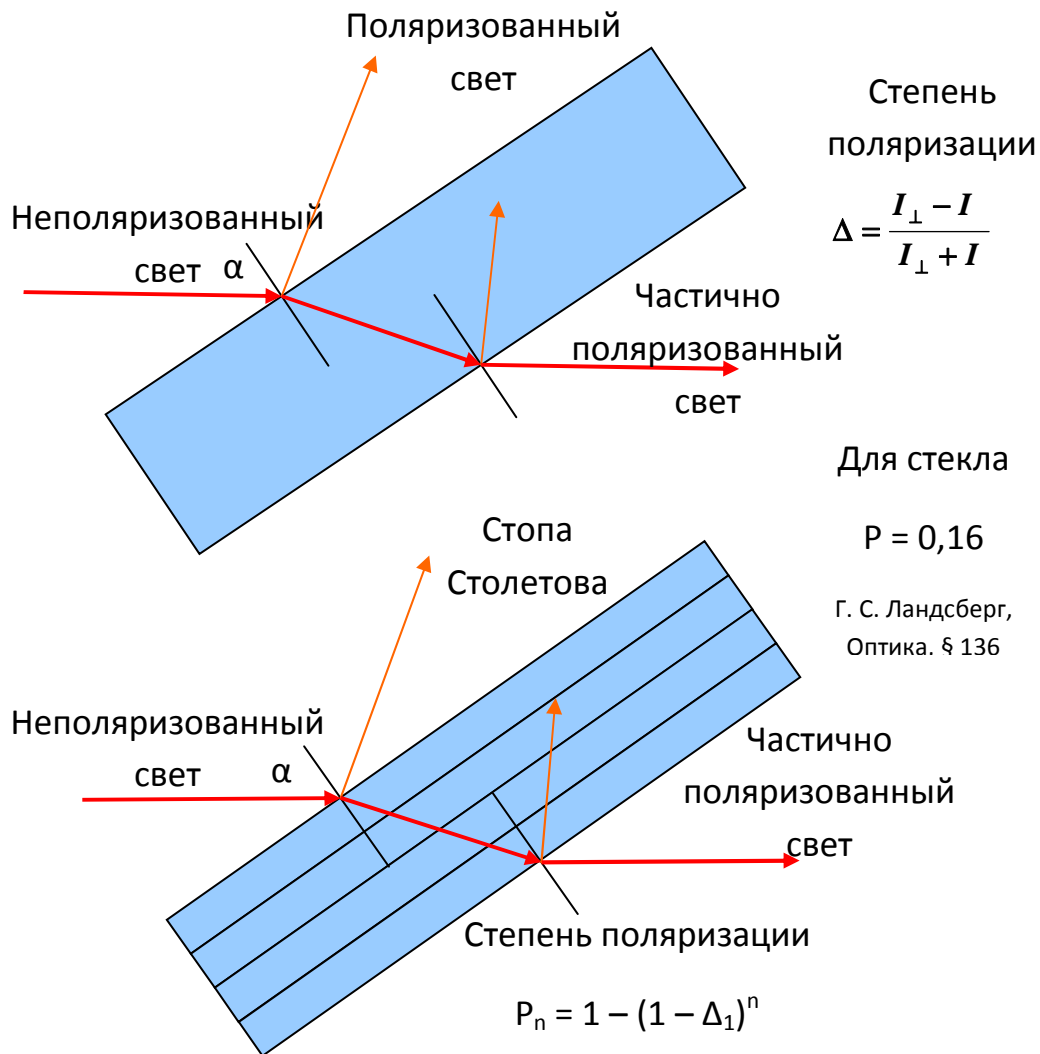


Рис. 2. Устройство полярископа

К сожалению, у меня был только один поляриод, который я мог использовать в качестве анализатора. Источником поляризованного света у меня служил... жидкокристаллический монитор компьютера. Работать с такой установкой приходится в темноте: я выключаю свет, сажусь на расстоянии примерно метра от монитора, подношу к глазу поляриод, поворачиваю его, пока экран не «погаснет», и начинаю рассматривать таким «глазом» интересующие меня объекты. Изотропные материалы при любом рассмотрении остаются серыми, в то время как анизотропные материалы переливаются яркими цветами и становятся ярче или темнее при повороте. Эти материалы проявляют различные, в данном случае, оптические свойства в разных направлениях.

Для того, чтобы собрать портативный полярископ, необходим второй поляризатор. Можно ли собрать из подручных средств качественные поляриоды? Известен довольно простой метод получения поляризованных лучей, основанный на законе Брюстера – отраженный от диэлектрика свет полностью поляризован, если свет падает под углом Брюстера:  $\text{tg } \alpha_B = n_2 / n_1$ . Если луч падает из воздуха, показатель преломления  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = n$  – абсолютный показатель преломления диэлектрика. При падении луча под углом Брюстера, угол между отражённым и преломлённым лучами составляет  $90^\circ$ .



если  $P_1 = 0,16$ , а  $n = 8$ , то  $P_n = 1 - 0,84^8 = 0,75$

Рис. 3. Стопа Столетова

Таким образом, используя несколько прозрачных пластин из одного материала и зная угол Брюстера для этого материала, мы можем получить поляриды. Самым распространённым в быту прозрачным пластинчатым материалом является стекло. Для стекла угол Брюстера равен  $56^\circ$ . Как известно из курса физики, установка для поляризации света, состоящая из нескольких пластин, повернутых под определённым углом, называется стопой Столетова. При помощи стопы Столетова естественный свет можно разделить на два луча: в отраженном луче будут преобладать колебания светового вектора  $E$ , перпендикулярные плоскости падения луча, а в преломленном – параллельные ей. Для изготовления стопы я взял 8 чистых предметных стёкол, плотно их соединил и повернул к ЖК-монитору, выполнявшему роль поляризатора, примерно под углом падения в  $56^\circ$ . При повороте стопы, выполнявшей роль анализатора, монитор не гас. Сначала это было непонятно, но по расчетам (комментарии к рис. 3) стало очевидным, что даже 8 стёкол поляризуют свет только частично. Однако при рассмотрении пластиковой пластины через такой анализатор радужная окраска не только была видна, но и менялась при его повороте. Опыт был повторен с другим количеством пластин. Очень слабая поляризация наблюдалась даже при использовании одного стёкла, а с 15-ю стёклами даже стало заметно погасание монитора. Если

использовать не предметные плоские стекла, а стёкла с углублениями в середине, что значительно уменьшает полезную площадь при наблюдении, то этот эффект тоже наблюдается.

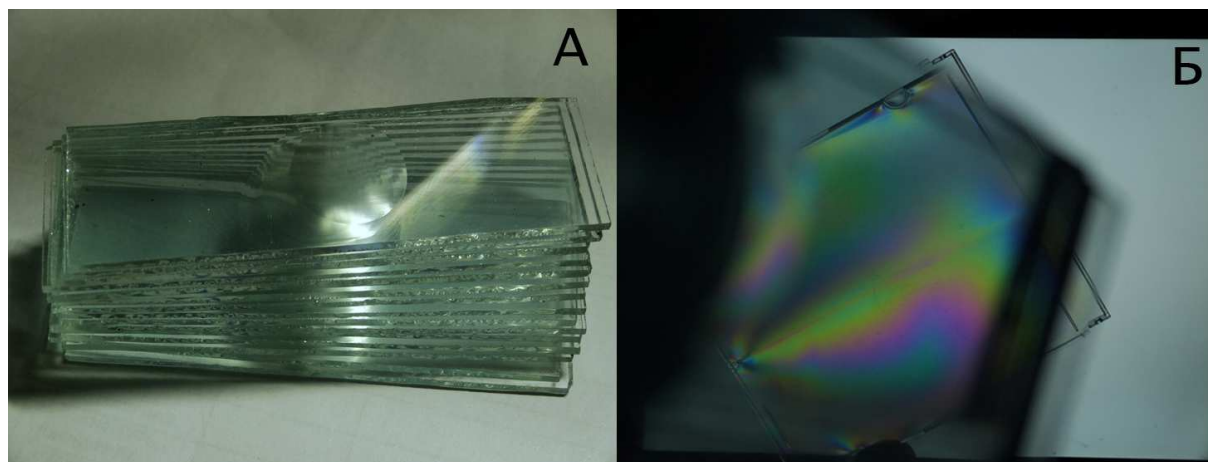


Рис. 3. Стопа Столетова из предметные стёкол (а) и её поляризующие свойства (б)

Однако полярископ, собранный с такими поляризаторами, получался очень неудобным, так как стёкла не были достаточно закреплены, могли сбиться с нужного угла или даже выпасть. Поэтому было решено вернуться к жидкокристаллическим дисплеям. Взяв два дисплея из старых, отслуживших свой срок приборов или игрушек, и установив, в каком положении они совсем не пропускают свет, необходимо было придумать, в чём их закрепить. Для этого идеально подошёл пластиковый стакан объёмом в 0,5 литра с двумя прорезями: в виде окошка для помещения образца в центре и прорезь в дне для второго поляризатора.

Таким образом сконструированный прибор позволяет определять изотропность/анизотропность кристаллов, отличать в ювелирных изделиях кристаллы от стёкол, наблюдать напряжения в пластике и стёклах, то есть наблюдать искусственную анизотропию, возникающую под действием механических напряжений. В текущий момент разрабатывается прототип с корпусом из термопластика поликапролактона ( $[-(\text{CH}_2)_5\text{-CO}_2\text{-O-}]_n$ ), что позволит сделать прибор выглядящим достойно, а главное, удобным в использовании.