

УДК 514.182+548.1

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛОВ

Каштанова К.М., студент гр. ПГс-201, I курс

Апасова Д.А., студент гр. ПГс-201, I курс

Шумкина Т.Ф., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Начертательная геометрия, как базовая общеинженерная дисциплина, своим аппаратом проецирования тесно связана, в том числе и с кристаллографией – наукой о внешней форме, внутреннем строении, росте и физических свойствах кристаллов [1].

Международным союзом кристаллографов было дано определение кристаллов как «твердых веществ, имеющих естественную внешнюю форму правильных симметричных многогранников» [1]. Как правило, кристаллами называют твердое тело, образующееся в природных или лабораторных условиях в виде многогранников, имеющих ребра, вершины и грани. Форму кристаллического многогранника, расположение его элементов симметрии можно охарактеризовать набором углов между гранями.

С точки зрения начертательной геометрии, кристалл – это гранная поверхность, обладающая определенными свойствами (количество, форма и взаимное расположение граней, объем и др.). Если в начертательной геометрии многогранники, как и криволинейные поверхности, изображаются на чертеже очерком: проекциями ребер и вершин, то в кристаллографии применяются специальные виды изображений (рис. 1, *a* и *б*) и различают:

- прямой кристаллографический комплекс (КГК), в котором параллельные грани кристалла заменены одной плоскостью, а параллельные ребра – одной прямой;
- обратный (полярный) комплекс, когда плоскости прямого комплекса заменены на перпендикуляры (нормали) к ним, а прямые – на плоскости, перпендикулярные к нормальям.

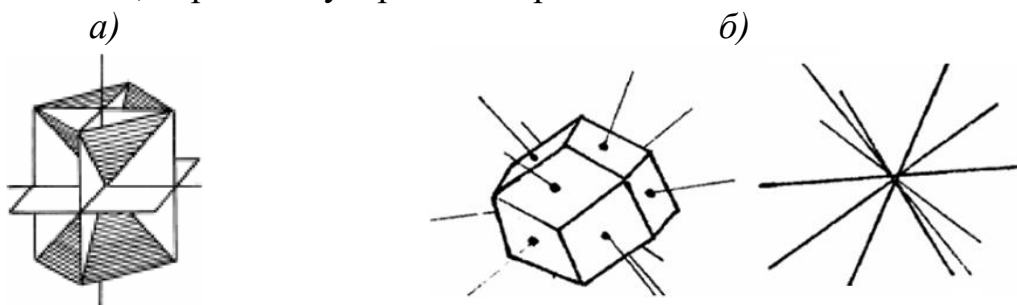


Рис. 1. Виды изображений кристаллов. *a* – КГК, *б* – обратный комплекс

Согласно первому закону кристаллографии о постоянстве углов между гранями [2, 3], определение величины углов является важным для идентификации кристаллов и изучения их формы.

Для изображения расположения граней и ребер кристалла также используют графические методы проецирования на плоскость или поверхность сферы. Такие методы носят название кристаллографических проекций. Если в качестве места для получения проекций используют плоскость, то получают линейную и гномоническую проекции (рис. 2), которые в начертательной геометрии являются типичными видами параллельного проецирования объекта.

В *линейной* проекции кристалла проецирование КГК осуществляется на плоскость, удаленную от центра КГК ( $C$ ) на определенное расстояние  $D$ , а направление проецирования совпадает с осью зоны (общим направлением кристалла). Данная проекция не получила широкого применения из-за того, что для проецирования КГК требуется бесконечная плоскость проекций и измерение углов затруднено [2, 4].

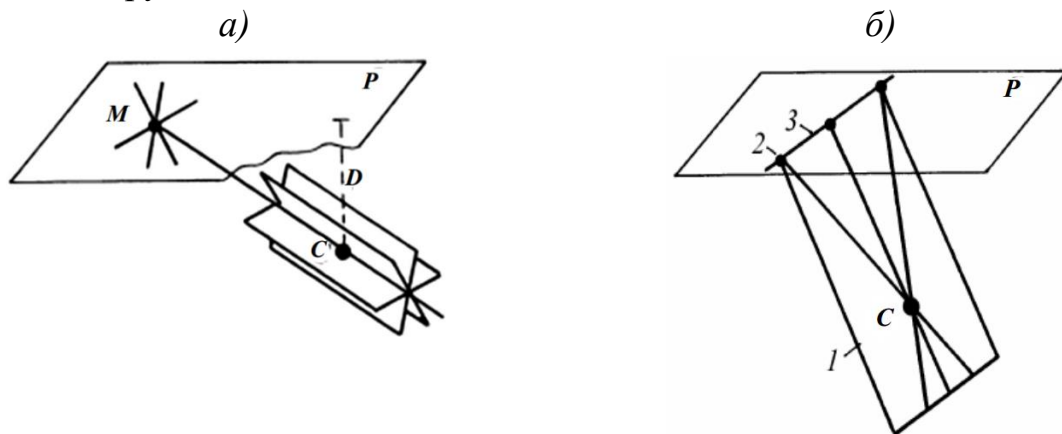


Рис. 2. Виды кристаллографических проекций. *а* - линейная проекция КГК, *б* - гномоническая проекция

*Гномоническая* проекция работает с полярным комплексом кристалла, где плоскости КГК изображаются точками, а прямые – в виде линий. Плоскость проекций располагается касательно к сфере проекций в ее северном полюсе (на рис не показано) [2, 4]. Данный вид проекций также не получил широкого применения.

При проецировании прямого КГК или обратного комплекса на поверхность сферы получают сферические и гномосферические проекции, основным недостатком которых является то, что такие проекции не являются плоскими (рис. 3). При этом каждая точка может быть охарактеризована сферическими координатами – широтой  $\rho$  долготой  $\varphi$ .

Проецируя прямой КГК, помещенный в центр сферы произвольного радиуса на поверхность сферы, получают *сферические* проекции, в которых плоскости комплекса проецируются в большие круги (при проецировании из северного полушария линия сплошная, а из южного - штриховой), а прямые – в точки (точка или крестик, соответственно).

*Гномосферические* проекции образуются при проецировании обратного комплекса на сферу.

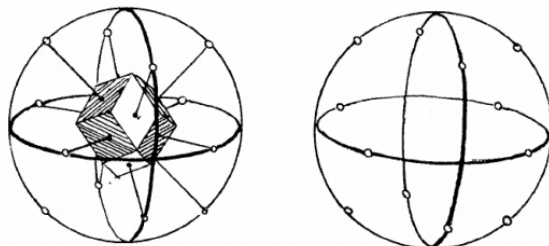


Рис. 3. Сферическая проекция КГК

Если проецировать кристаллографический комплекс на экваториальную плоскость (основной круг проекции), проходящую через экватор сферы описанной вокруг кристаллов, то можно получить их *стереографические* проекции. Данный вид проекций достаточно нагляден и используется главным образом для отображения элементов симметрии кристалла (рис. 4).



Рис. 4. Стереографическая проекция элементов симметрии куба

Гномостереографическая проекция – кристаллографическая проекция, получаемая при проецировании обратного комплекса на экваториальную плоскость (рис. 5).

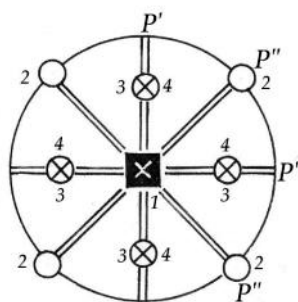


Рис. 5. Гномостереографическая проекция

После проведения гониометрических измерений полученные данные (широта и долгота) наносят на специальные сетки, разработанные Ю.В. Вульфом или Е.С. Федоровым, позволяющие решать ряд практических задач.

Таким образом, можно сказать, что в кристаллографии, при построении кристаллографических проекций используется аппарат центрального проецирования, адаптированный к задачам, связанных с изучением кристаллов.

Каждый вид кристаллографической проекции подразумевает проецирование не самого кристалла, а его прямой или обратный кристаллографический комплекс – систему плоскостей и нормалей, на плоскость или сферическую поверхность, что значительно упрощает решение практических задач по определению гониометрических свойств или элементов симметрии кристаллов.

#### **Список литературы:**

1. Кристаллография [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Кристаллография](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кристаллография) (дата обращения: 31.03.2021).
2. Кристаллография и минералогия. Основные понятия: учеб. пособие. С.В. Бойко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 212 с.
3. Кристаллография: методические указания по выполнению лабораторных работ/ сост. Е.П. Макагонов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 54 с.
4. Ю.В. Ворошилов, В.И. Павлишин. Основы кристаллографии и кристаллохимии. Рентгенография кристаллов: Учебник. – К.: КНТ, 2011. – 568 с.