

ПРОЕКТ

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ КРИСТАЛЛОВ

Замковская А.И., 11 класс, МАН «Искатель», г. Симферополь

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Максимова Е.М.

Область применения: современное приборостроение широко использует природные и синтетические монокристаллы, предъявляя особые требования к их качеству. Характерной особенностью физических свойств монокристаллов является их анизотропия – различие свойств по разным направлениям [1]. Мы исследовали анизотропию теплового расширения, т.к. это свойство имеет большое практическое значение: тепловому расширению подвергаются различные кристаллы как при инструментальной обработке, так и при функционировании в технических устройствах.

Метод исследования: визуализация анизотропии теплового расширения с помощью указательных поверхностей. Радиус-векторы такой поверхности пропорциональны величине относительного удлинения кристалла в данном направлении при нагревании.

Новизна решения: для построения трехмерных, вращающихся моделей указательных поверхностей нами была написана программа для расчета коэффициента теплового расширения в произвольном направлении (*) [2] в пакете прикладных программ MathCad.

$$\alpha_n = \sum \alpha_{ij} \cdot n_i \cdot n_j \quad (*)$$

где α_{ij} – коэффициенты теплового расширения кристаллов; n_i, n_j – компоненты единичного вектора, определяющего произвольное направление в кристалле; $i, j = x, y, z$.

Иновация: по форме указательных поверхностей можно просто и наглядно выявить направления, вдоль которых тепловое расширение кристаллов имеет практически необходимую величину.

Пример: В качестве примера приведем указательную поверхность теплового расширения кристалла кальцита CaCO_3 , который широко используется в оптическом приборостроении. Коэффициенты теплового расширения кальцита ($\alpha_{ij} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) [3]: $\alpha_{xx} = \alpha_{yy} = -5,2$; $\alpha_{zz} = 22,6$. Этот случай особенно интересен из-за наличия отрицательных коэффициентов. Полученная поверхность теплового расширения кальцита - это многополостная поверхность с положительной и отрицательной областями, рис.1. Видно, что вдоль оси симметрии третьего порядка (оси Z) тепловое расширение кальцита максимально. Стержень из кальцита, вырезанный вдоль этой оси обладает максимальным удлинением при нагревании, рис.2,а. Перпендикулярно к оси третьего порядка - область

отрицательного теплового расширения, т.е. сжатия. Стержень, вырезанный из кристалла, вдоль этого направления (X), при нагревании будет максимально сокращаться, рис.2,б. Около оси 3-го порядка имеется конус направлений с углом полураствора $75^{\circ}56'$, вдоль которых расширение (сжатие) нулевое. Стержень из кальцита, вырезанный вдоль этого направления, не подвержен воздействию температуры, рис.2,в.

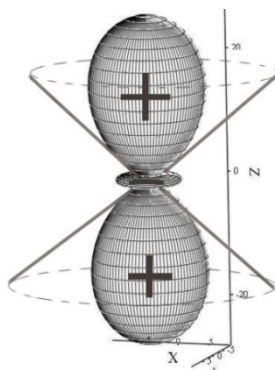


Рис.1. Указательная поверхность теплового расширения кристалла кальцита.

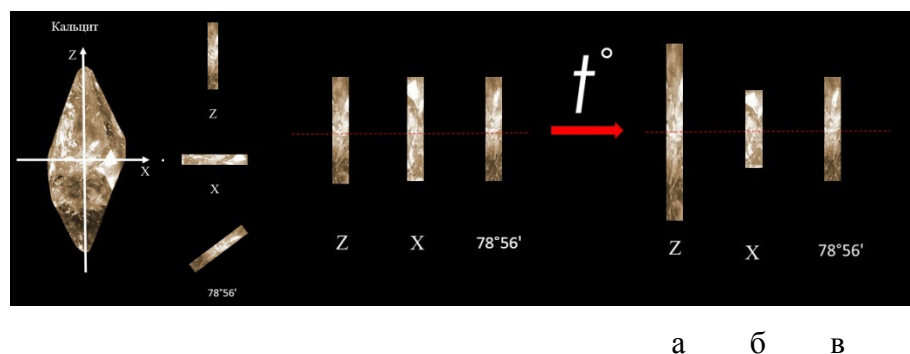


Рис.2. Различное удлинение разно ориентированных стержней из кальцита при нагревании.

Анализ полученных результатов: установлена связь между симметрией кристаллов и симметрией указательных поверхностей их теплового расширения. Установлены направления, вдоль которых тепловое расширение (сжатие) имеет экстремальные значения.

Литература.

- [1] Вустер У. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов. Пер.- М.: Мир, 1977.
- [2] Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики.- М.: Наука, 1979.
- [3] Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике. - М.: Наука, 1982.