

Научная конференция «Шаг в будущее, Москва»

Кафедра ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана
«Проектирование и технология производства ЭА»

Исследование поверхностных структур кристаллов (некоторых солей)

Автор:

**Иванов Игорь Андреевич
ФМЛ 1586**

Научный руководитель:

**Волкова Яна Борисовна
СКБ «Наносистемы»**

кафедра ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 2008

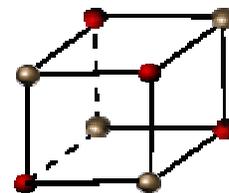
ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

- × **Цель исследования-** изучение структур поверхности кристаллов.
- × **Объекты исследования:** кристаллы солей.

× Решаемые задачи:

В рамках исследования проверяется предположение о возможности изменять физические свойства кристаллоструктурных материалов путем встраивания в кристаллическую решетку других кристаллообразующих веществ (интерструктур)

1. Проводится анализ и обобщение результатов исследования поверхностных структур исследуемых объектов путем сравнения сканов поверхностей кристаллов разных солей на месте сколов и на неповрежденных поверхностях, их сравнение.



Актуальность

-Большинство предметов, окружающих нас и которыми мы постоянно пользуемся, являются кристаллическими структурами. Физические свойства этих материалов широко используются человеком, хотя многие и не задумываются о важности их изучения.

-Сплавы металлов используют в строительстве как каркас зданий, в военной промышленности из них делают бронированные корпуса танков, самолетов и т.д., которые должны быть сделаны из легких, но прочных материалов при этом на них не должно быть слишком много затрат. Пластичность, электропроводимость, плотность, прочность – эти и другие характеристики металлов очень важны и играют большую роль в жизни человека.



-Различные модификации углерода и кремния также очень полезны в нашей жизни.

-Важно создание новых материалов с еще более проявляющимися необходимыми характеристиками.

-Соли –тоже образуют кристаллическую структуру, и на их примере будут показаны примеры изменения их физических свойств путем встраивания в одну кристаллическую решетку других веществ (солей), тоже образующих кристаллы.

СВЕДЕНИЯ О КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТКАХ

14 ТИПОВ РЕШЕТОК БРАВЕ

	Примитивная р-ячейка	Базо (боко-центрированная) с-ячейка	Объемно центрированная I-ячейка	Гране-центрированная F-ячейка
Триклин-ная сингония		Любая триклинная ячейка может быть представлена одним из гексоугольных параллелепипедов минимального объема без дополнительных узлов		
Моноклинная сингония				$F=I=B$
Ромбическая сингония				
Тетрагональная сингония				
Гексогональная сингония		Симметрия позиции не соответствует симметрии вершинного угла	Дважды объемноцентрированная Р-ячейка ячейки	Симметрия позиции не соответствует симметрии вершинного угла
Кубическая сингония				

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Устройство сканирующего прибора **СЗМ Nano Educator**

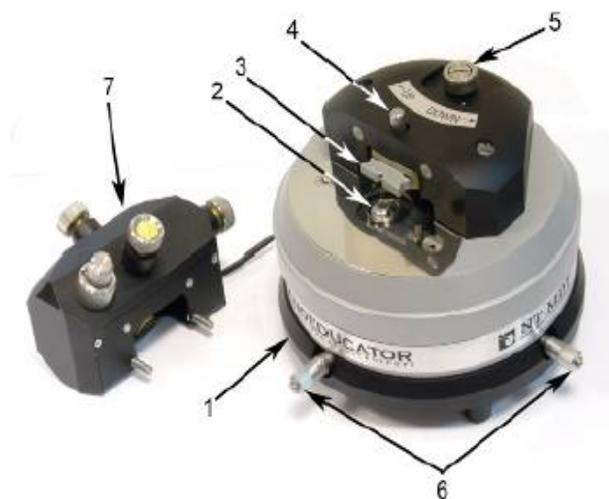


Рис. 1-4. Внешний вид измерительной головки СЗМ NanoEducator
1 – основание, 2 – держатель образца, 3 – Датчик взаимодействия,
4 – винт фиксации датчика, 5 – винт ручного подвода,
6 – винты перемещения сканера с образцом, 7 – защитная крышка с видеокамерой

Исследование проводилось с помощью сканирующего зондового микроскопа NanoEducator. Выбран метод полуконтактной атомно – силовой микроскопии. Перед началом исследования производится подготовка прибора к работе, калибровка сканера с помощью специальной калибровочной решетки TGZ3.

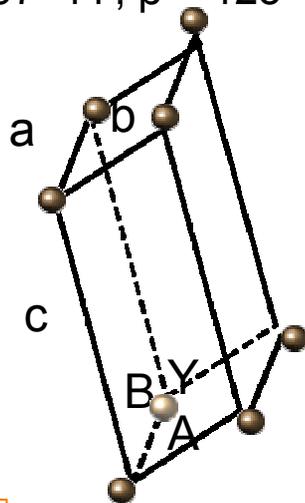
Что из себя представляют исследуемые материалы

1)-кристалл медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), *синего цвета* и является кристаллогидратом.

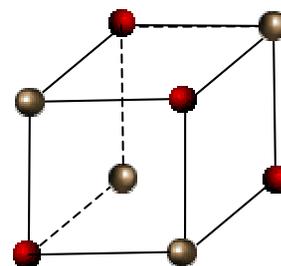
Триклинная структура параметрами решётки: $a = 7,15 \text{ \AA}$, $b = 10,70 \text{ \AA}$, $c = 5,97 \text{ \AA}$; $\alpha = 97^\circ 44'$, $\beta = 125^\circ 20'$, $\gamma = 94^\circ 19'$; плотность $2,29 \text{ г/см}^3$



$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



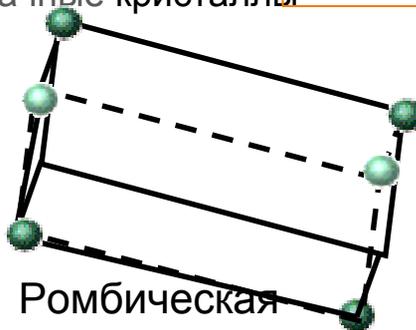
2)-кристалл поваренной соли (NaCl), *кубическая структура*



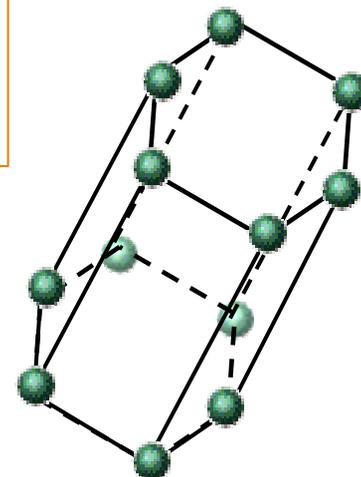
● -Cl
● -Na

3)-кристалл сульфата калия (K_2SO_4), *ромбические* или *гексагональные* бесцветные прозрачные кристаллы

Ромбическая система: три взаимно перпендикулярные оси с тремя отрезками различной длины.



Ромбическая структура



Гексагональная структура

УСЛОВИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ

(1-1) чистый кристалл K_2SO_4 (без добавления других солей), выращенный мною из раствора этой соли и образец взятый из купленного калийного удобрения--- K_2SO_4 (1-2).

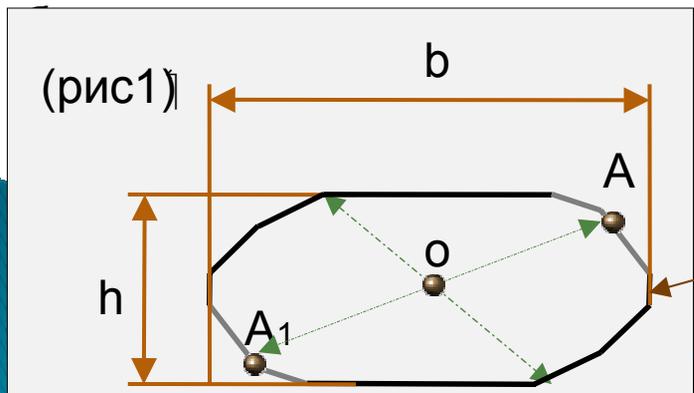
2- кристалл выращенный в растворе (K_2SO_4) и ($NaCl$) в молевом соотношении 2:1 соответственно.

3- чистый кристалл $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

*Далее ,для удобства, объекты исследования будут называться: образец-1, образец-2 и т.д. ---- в соответствии с тем, как как они были пронумерованы вышею

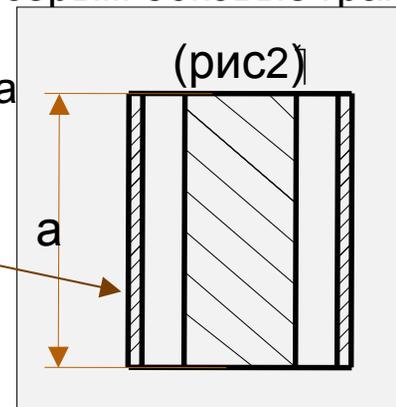
НАБЛЮДЕНИЯ (БЕЗ ПОМОЩИ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ) ВНЕШНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Образец -1 (чистый кристалл K_2SO_4), выращенный мною, имеет приплюснутую форму с двух сторон (плоскую), $h=3\text{mm}$, $a=6\text{mm}$, $b=5,5\text{mm}$. Боковые грани симметричны относительно центра как показано на рисунке(1) (выделенные серым боковые грани и



различаются величина

Боковые грани

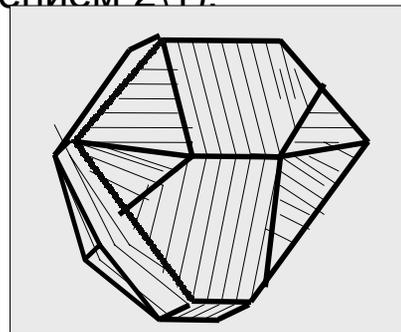


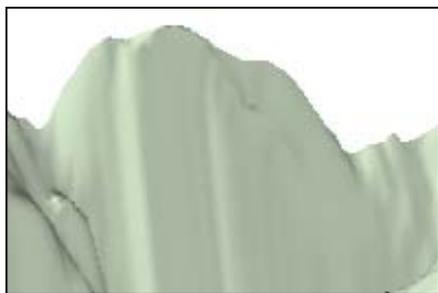
НАБЛЮДЕНИЯ

Образец –1-2 был взят из упаковки с удобрением. Форма -- прямоугольная призма, размер: $h=0.8\text{mm}$, $a=2.2\text{mm}$, $b=1.5\text{mm}$. При тщательном наблюдении (через лупу) заметно, что и у этого кристалла есть такие же грани. (сравнение важно для того чтобы убедиться в-----)

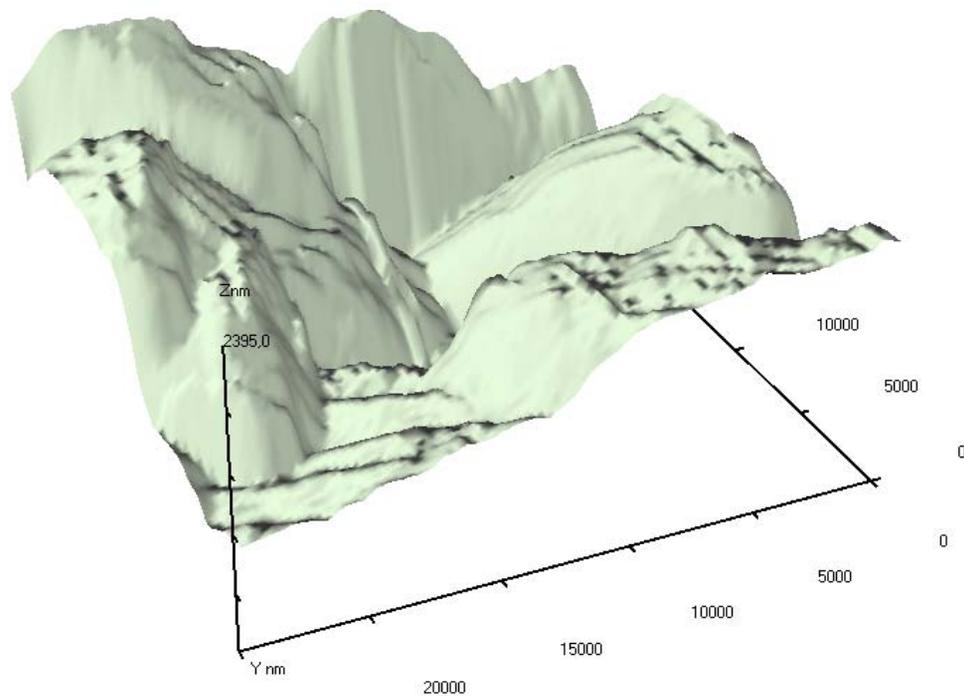
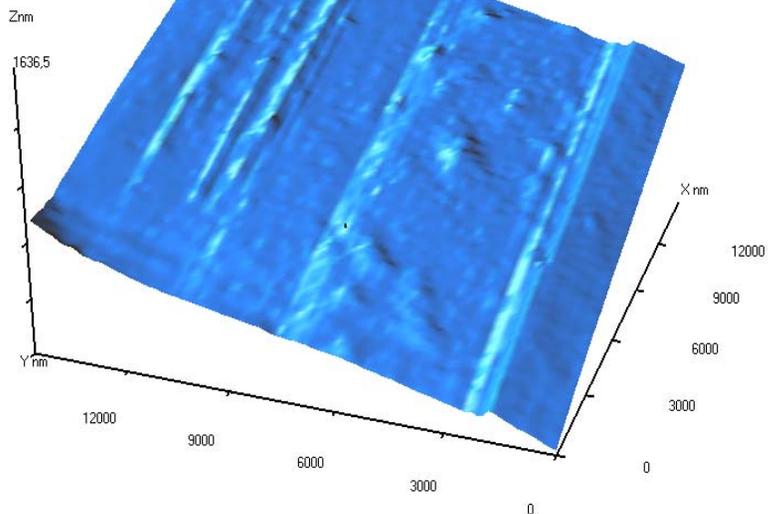
Образец-2 (соотношение солей (K_2SO_4) и (NaCl) равно $2\backslash 1$). Выращен он был в той же окружающей среде (одинаковая температура, атмосферной давление давление) Форма этого кристалла сложнее предыдущих (существует два образца одинаковой формы, что говорит об определенном кристаллическом строении, свойственном для кристалла, составом которого являются эти соли с соотношением $2\backslash 1$).

Предположение о изменении кристаллической решетки при взаимодействии двух солей с различной кристаллической структурой и ее влияние на форму подтвердилось.

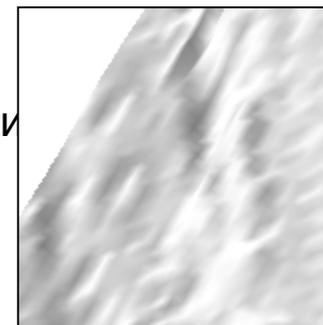
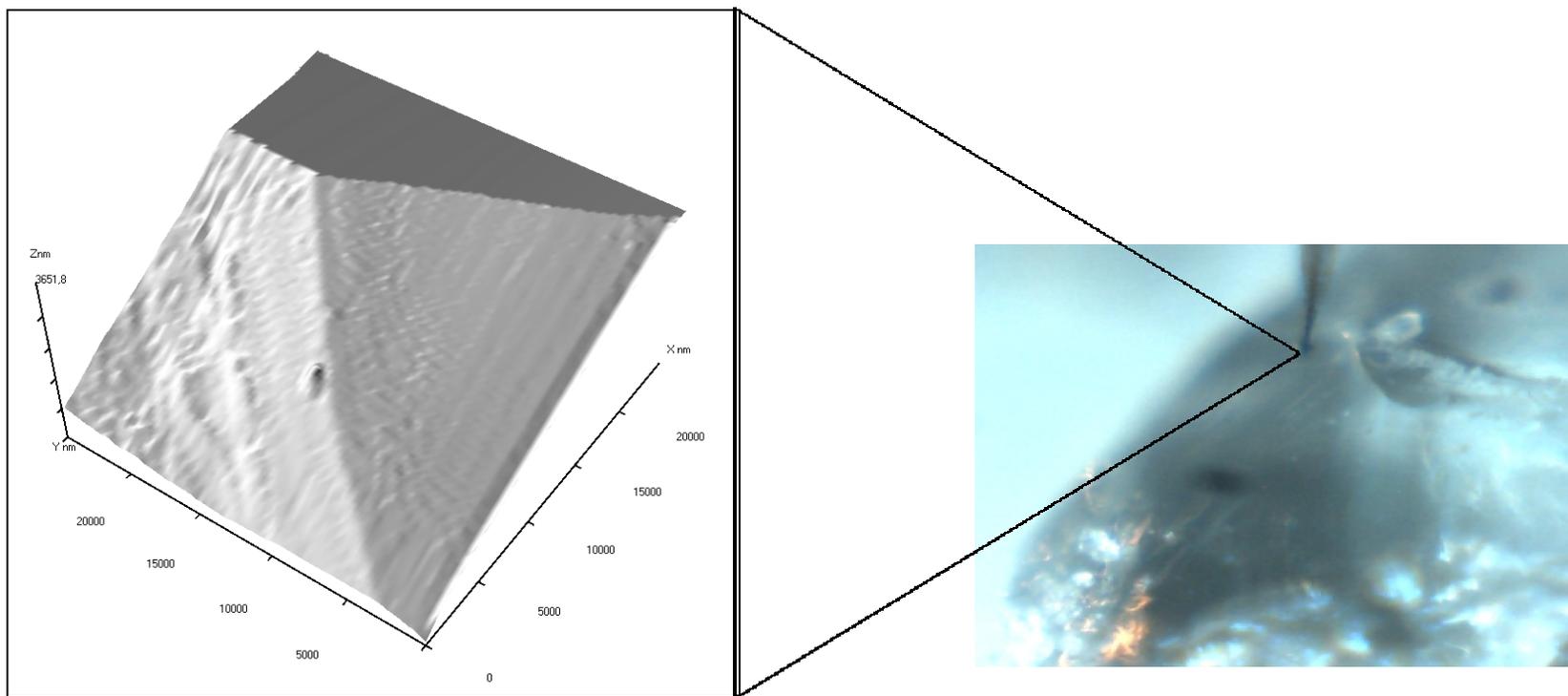




Поверхность чистого (без примесей) кристалла (K₂SO₄) в месте откола, на этом изображении отчетливо видны структурные особенности образца – «слоистые приросты»

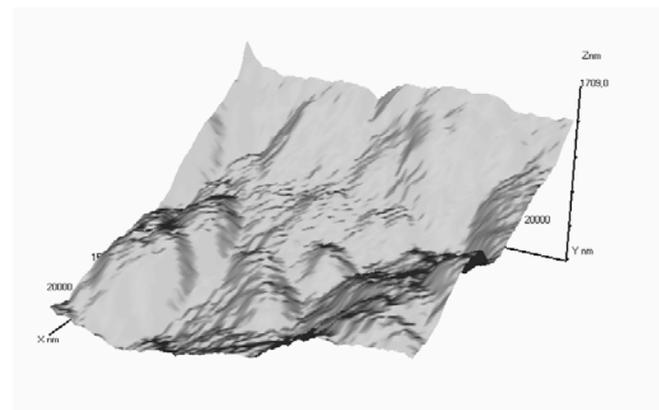
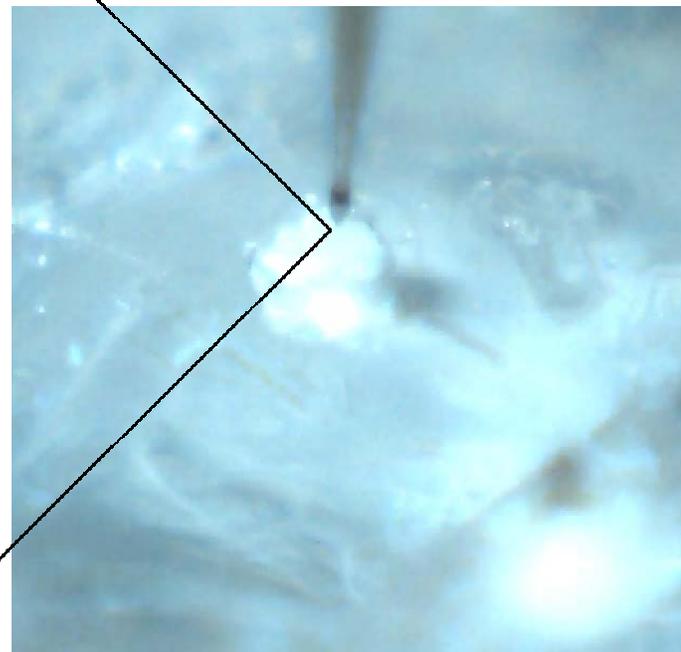
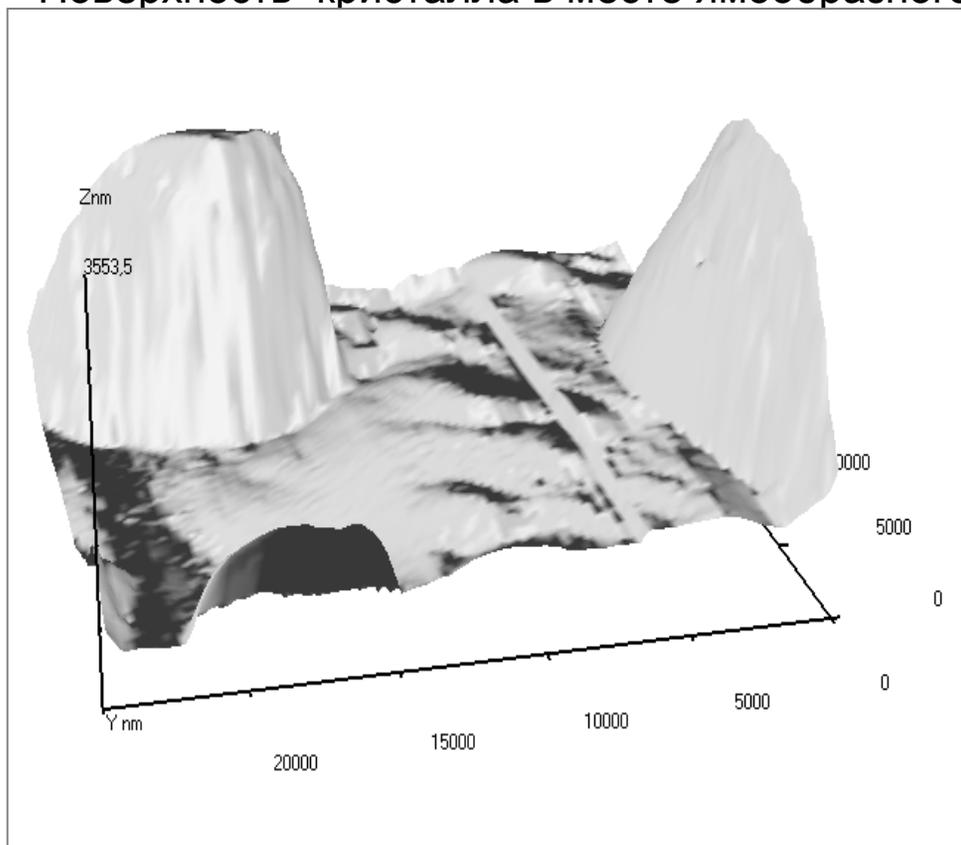


Поверхность кристалла в месте откола (CuSO₄ · 5H₂O)



Изображение кристалла (K_2SO_4 -- $NaCl$) в месте скола. Правая и левая грани различны: левая грань ровнее. Это пример анизотропии – зависимость физических свойств от направления воздействия.

Поверхность кристалла в месте ямообразного скола ($K_2SO_4 \cdot NaCl$), ↑



Выводы

В ходе работы было подтверждено предположение об изменении кристаллической решетки двух разных кристаллообразующих веществ в результате их взаимодействия в общем кристалле. Графическое сравнение сколов образцов показало, что физические свойства действительно были изменены.

Хотя и существует способ изучения кристаллов с помощью рентгена, предложенный мною – так же имеет некоторые преимущества. С помощью рентгена можно только предсказать возможные повреждения при тех или иных повреждениях, сканирование поврежденной поверхности дает точные количественные результаты и говорит нам о том как повел себя материал при повреждении.

Оба способа: предложенный выше и рентген -- могут дополнять друг друга при изучении и даже характеристик определенным материалам.