

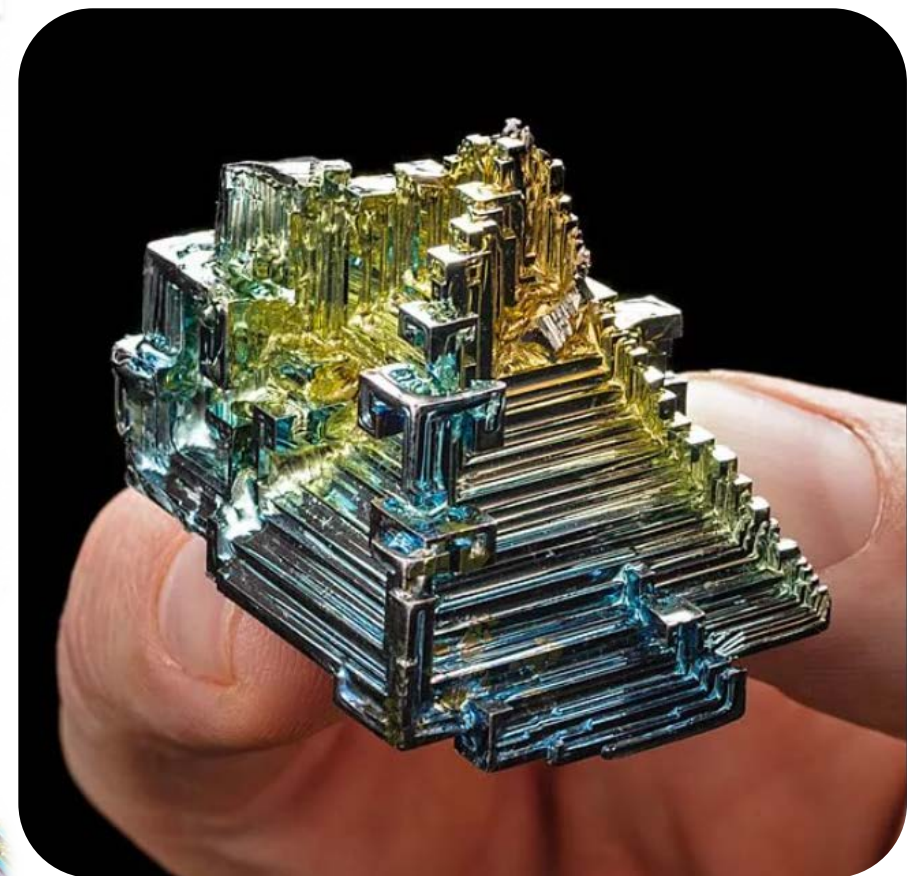
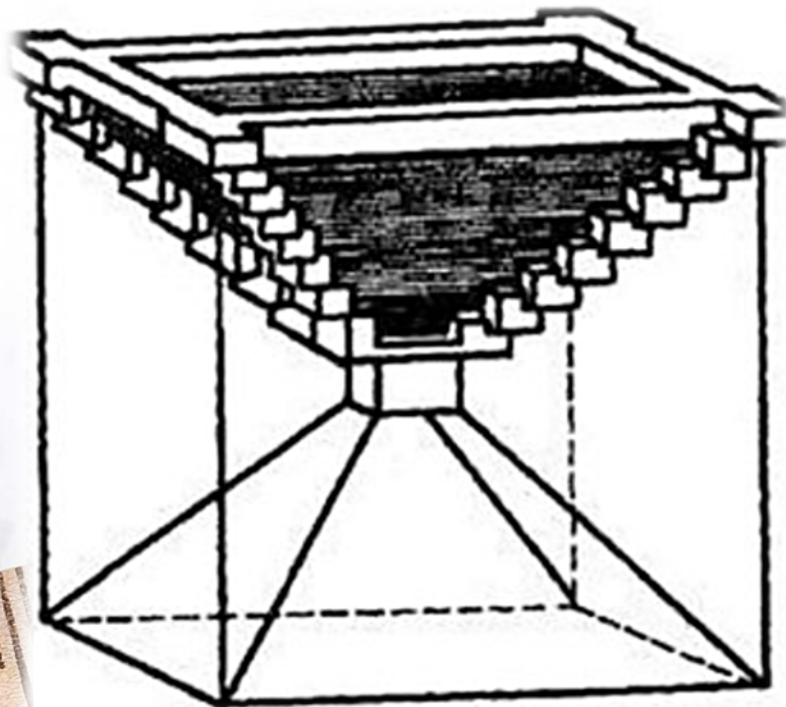
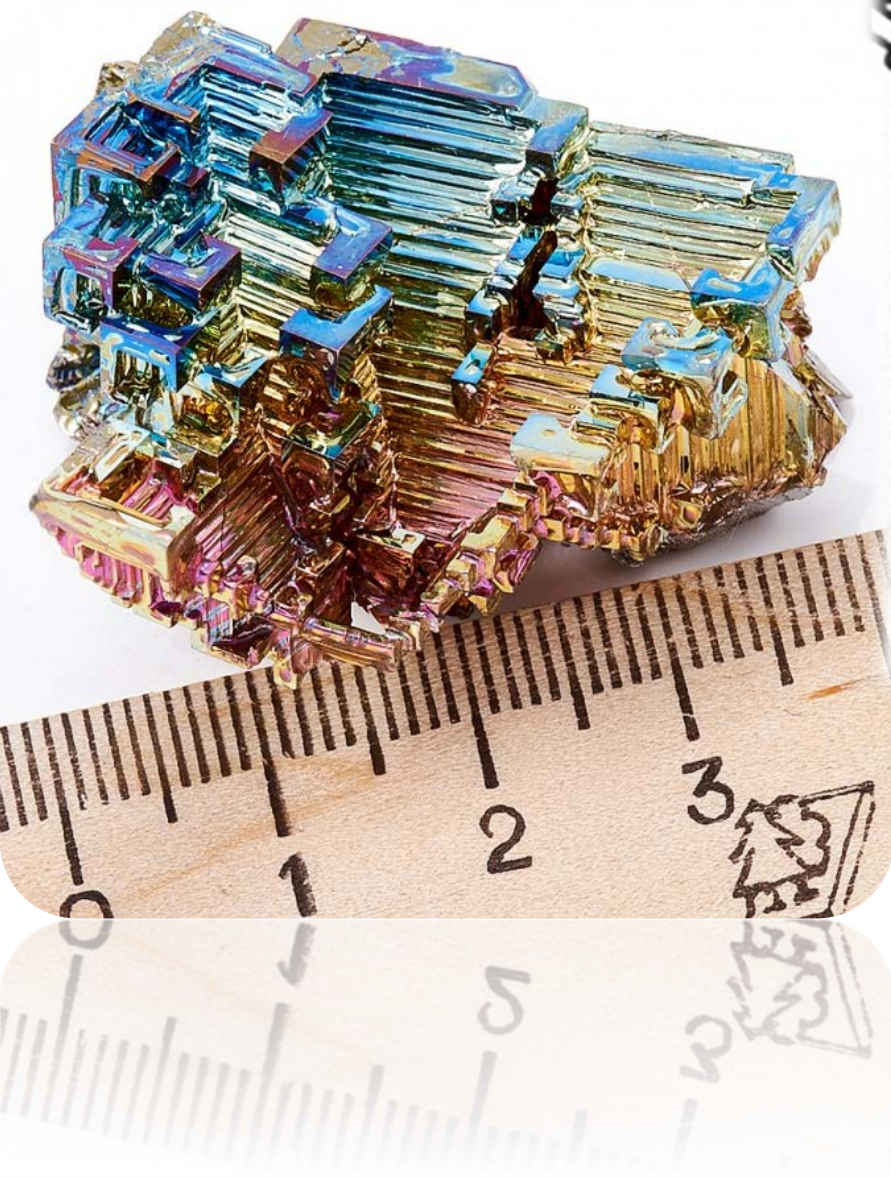
Особенности выращивания скелетных кристаллов висмута

2024 год

Руководитель: Ярослав Ланцев

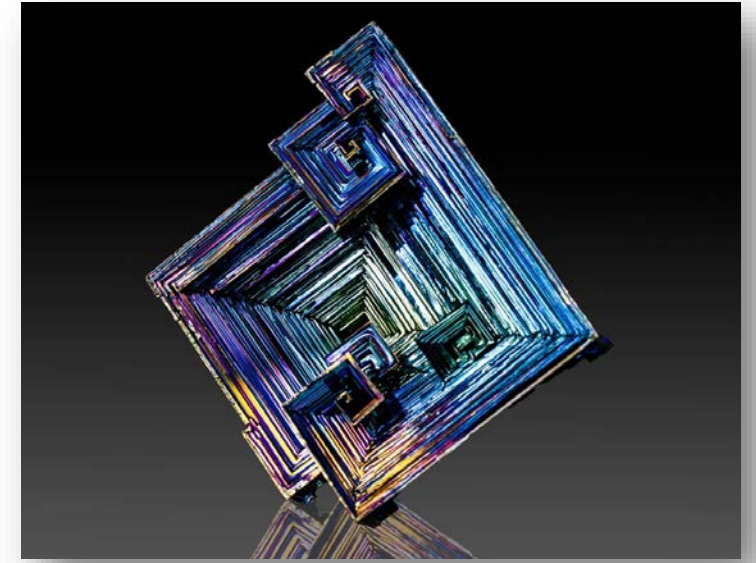
Автор: Гриценко Ирина

Скелетные кристаллы



Цель: найти оптимальные условия для роста больших (2 см и более) скелетных кристаллов висмута так, чтобы это было возможно повторить в домашних условиях.

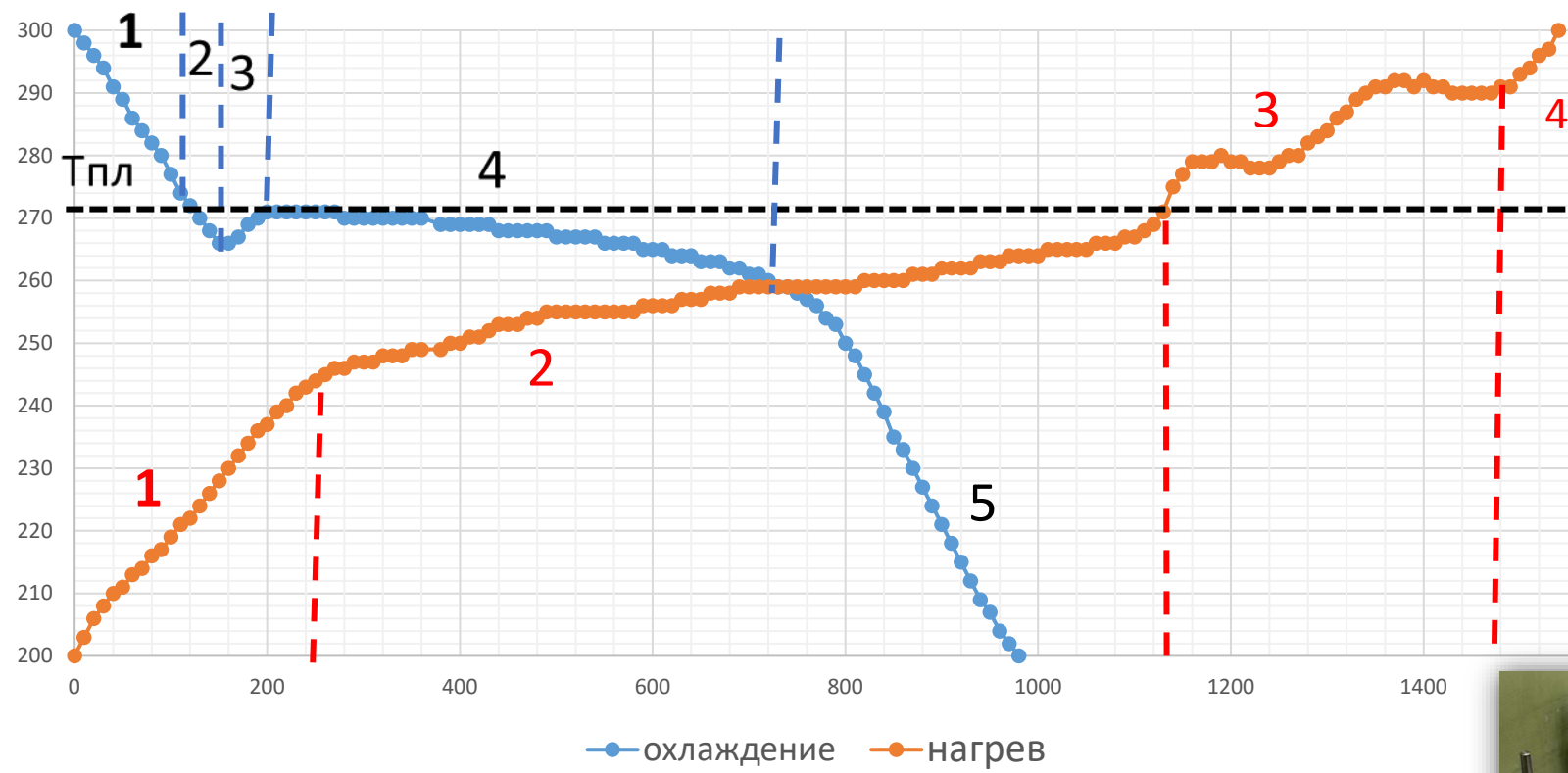
В промышленности скелетные кристаллы не нужны, а в металлургии кристаллы приравниваются к дефектам, поэтому экспериментальных данных по выращиванию скелетных кристаллов почти нет. Однако, данный объект весьма интересен для выращивания в домашних условиях, с целью популяризации науки.



Задачи:

1. вырастить кристалл не меньше 2 см, при глубине грани не меньше длины ребра
2. Добиться красивой побежалости на кристаллах.
3. добиться повторяемости результата

Графики нагревания и охлаждения висмута 99,95



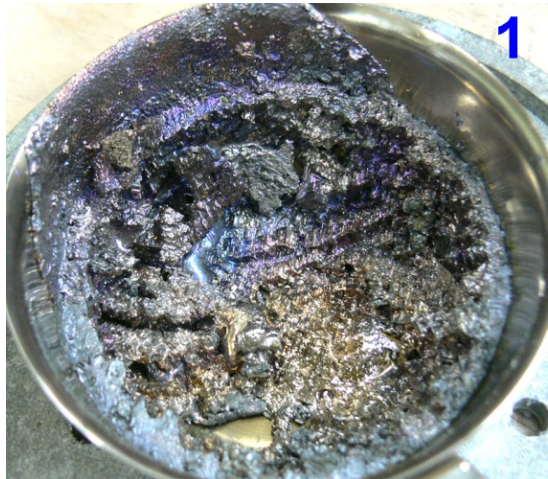
Охлаждение

1. Остывание расплава
2. Резкое понижение
3. Подъём температуры
4. «Ступенька»
5. Остывание твёрдой фазы

Нагрев

1. Нагрев твёрдой фазы
2. Плавление
3. Плавление остатков
4. Разогрев жидкой фазы





1



2



3



4



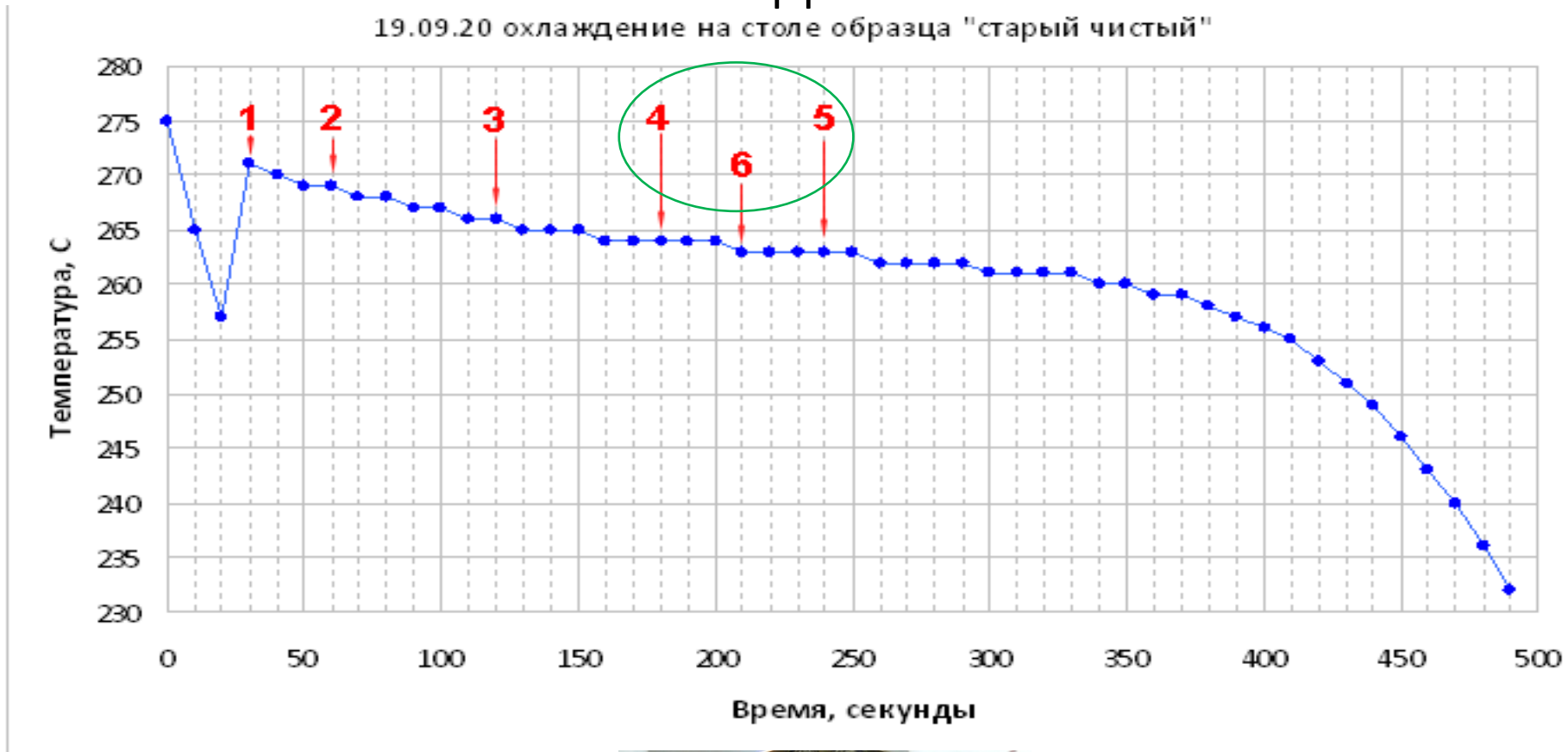
5



6

ТОЧКИ СЛИВАНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

19.09.20 охлаждение на столе образца "старый чистый"



Параметры кристаллизации

1) Чистота висмута (примеси)

5) Наличие затравки ()

2) Температура до которой нагреваем

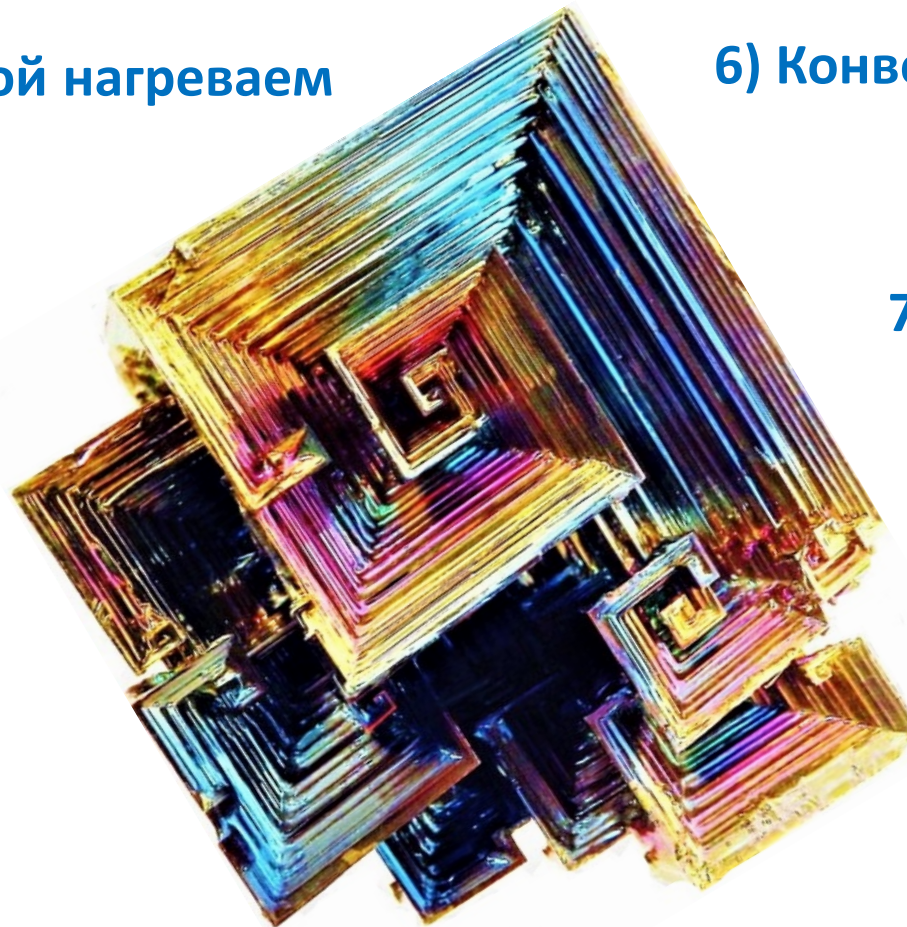
6) Конвекция

3) Скорость охлаждения
расплава

7) Электрический ток.

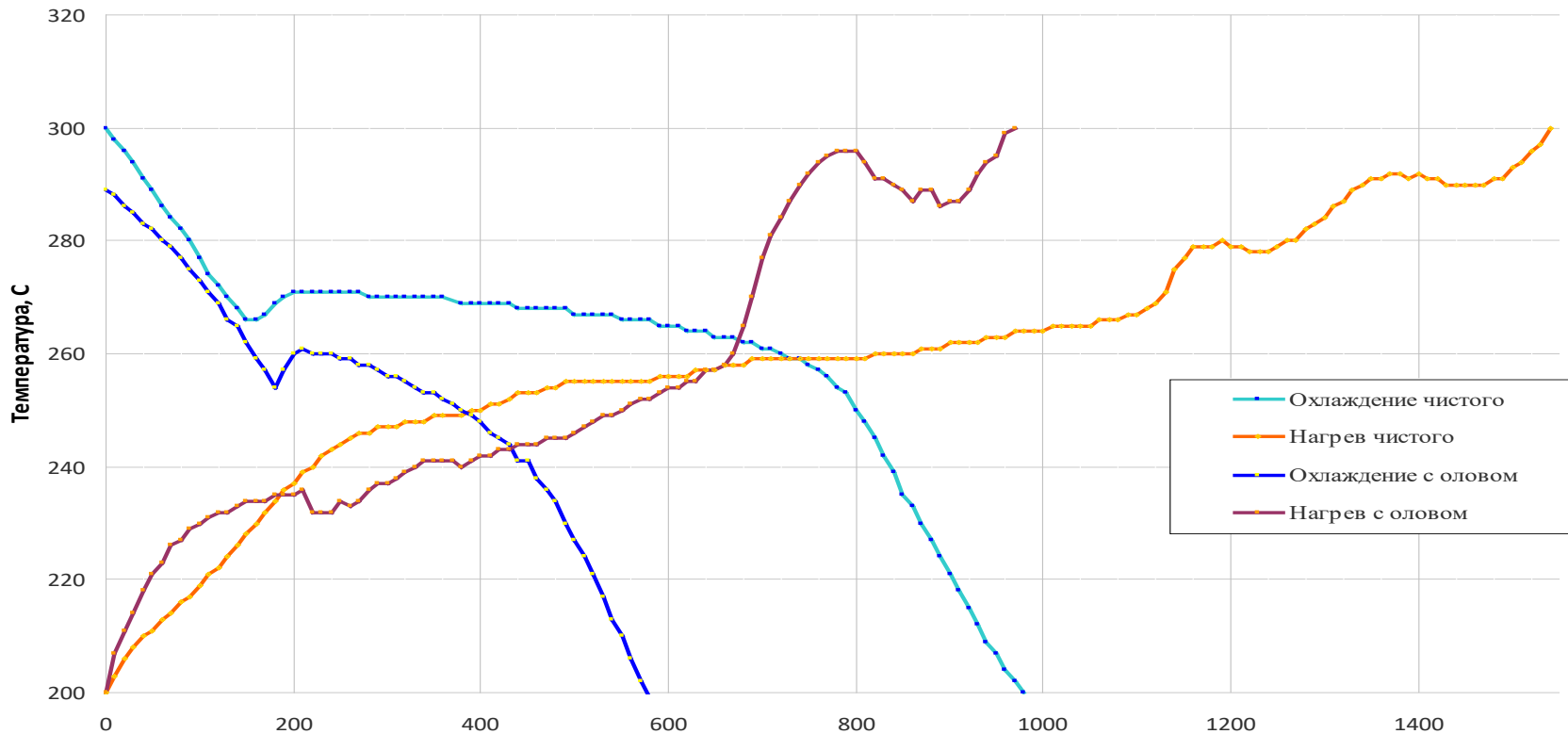
4) Объём расплава

8) Давление



9) Форма, материал и
поверхность тигля

Сравнение кривых охлаждения и нагрева чистого висмута (Bi-99,95%) и сплава с оловом (Bi-98,5%)



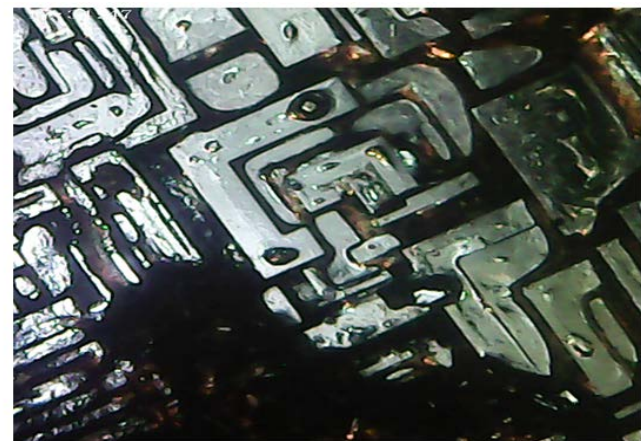
98,5% с оловом



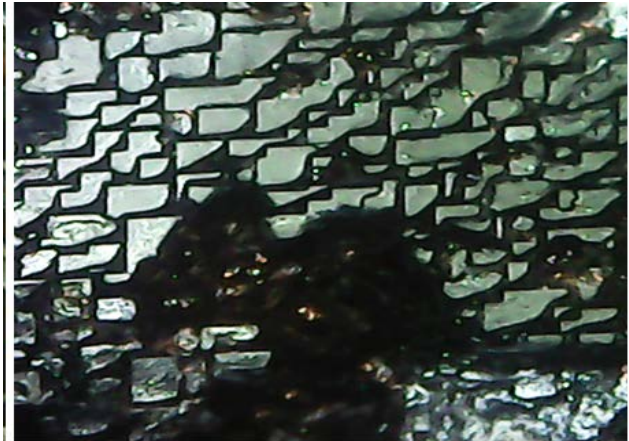
99,95%



поверхности кристаллов



99,95%

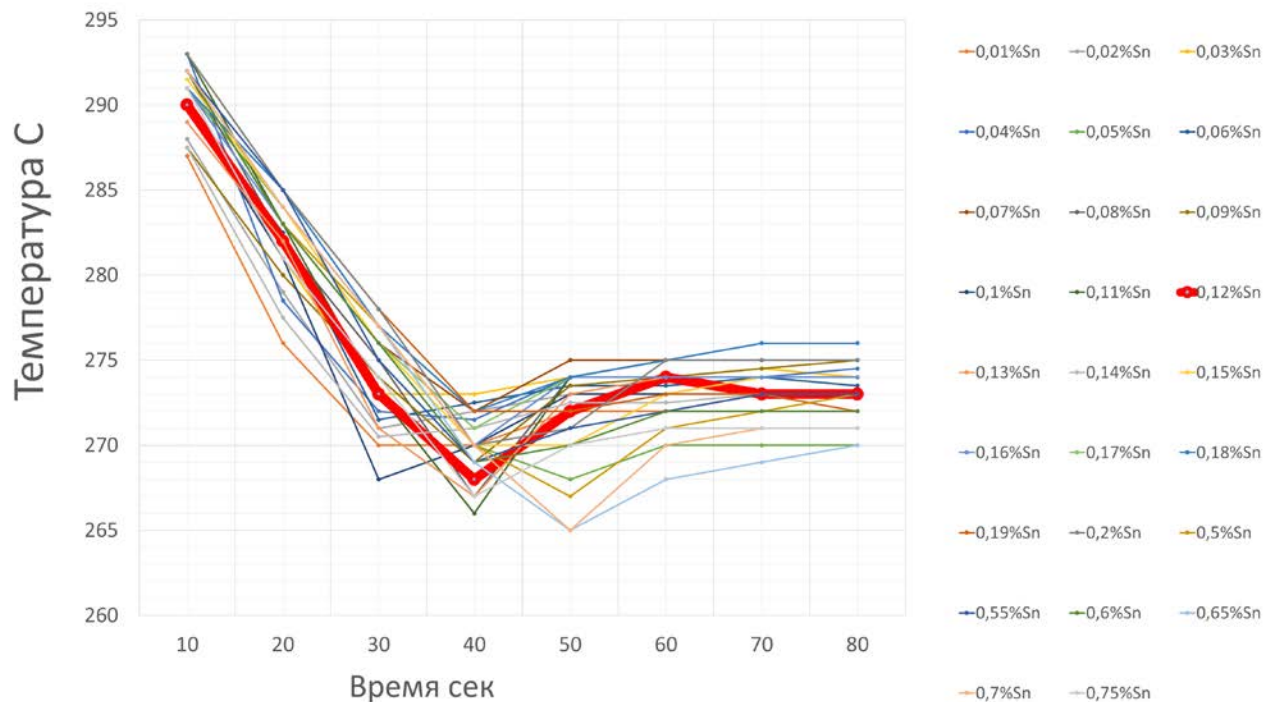


98,5 (с оловом)

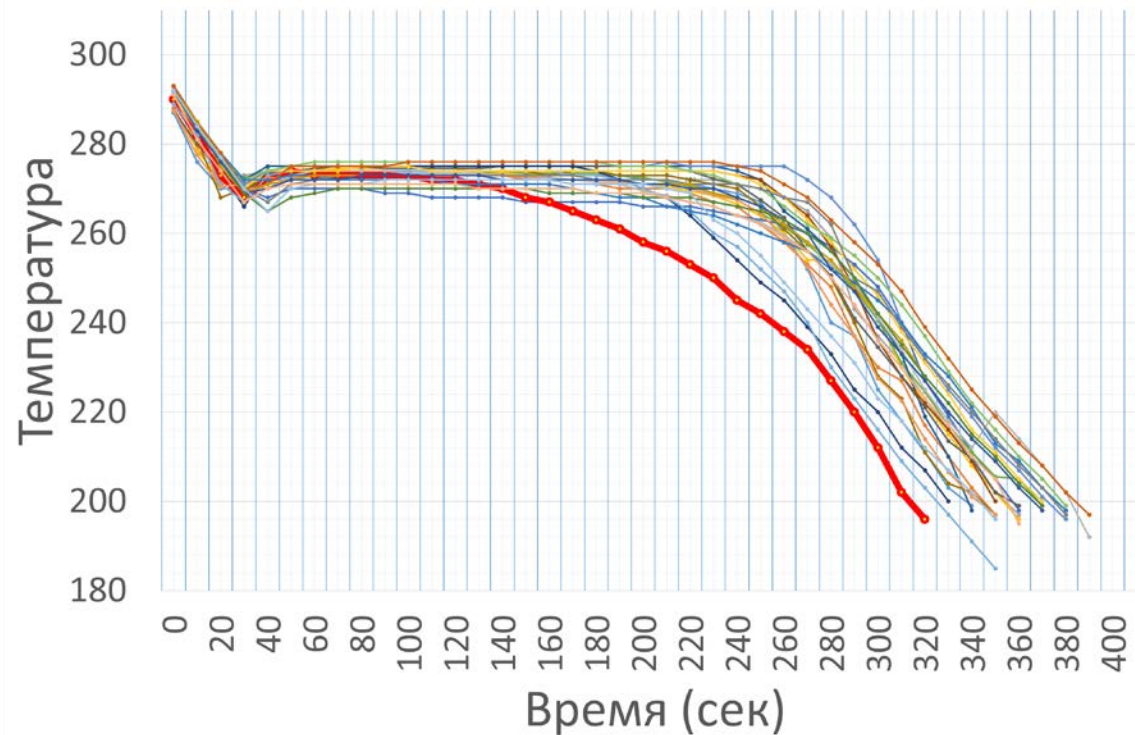
Зависимость термокривых охлаждения от примеси олова



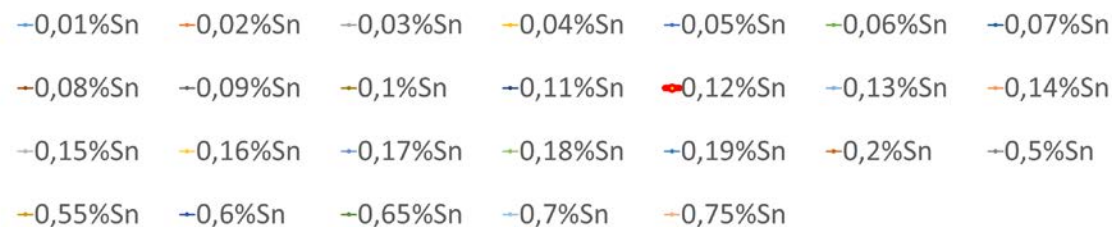
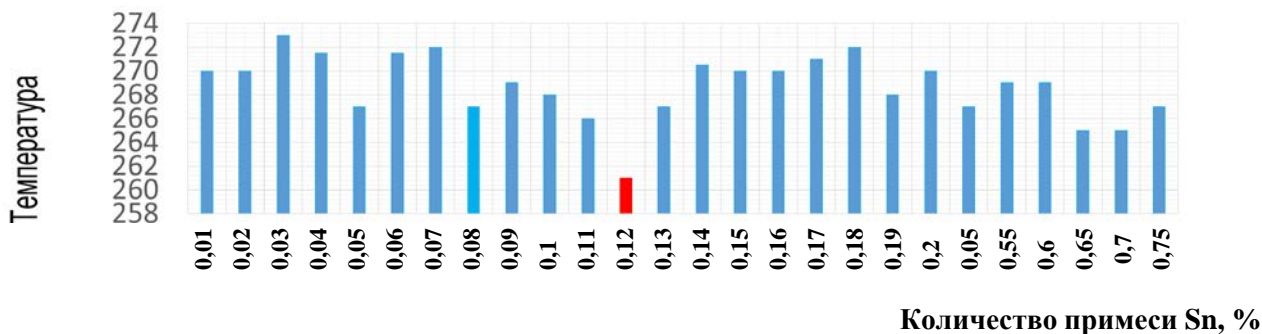
Термокривые на участке переохлаждения



Срание всех термокривых кристаллизации примесей Sn



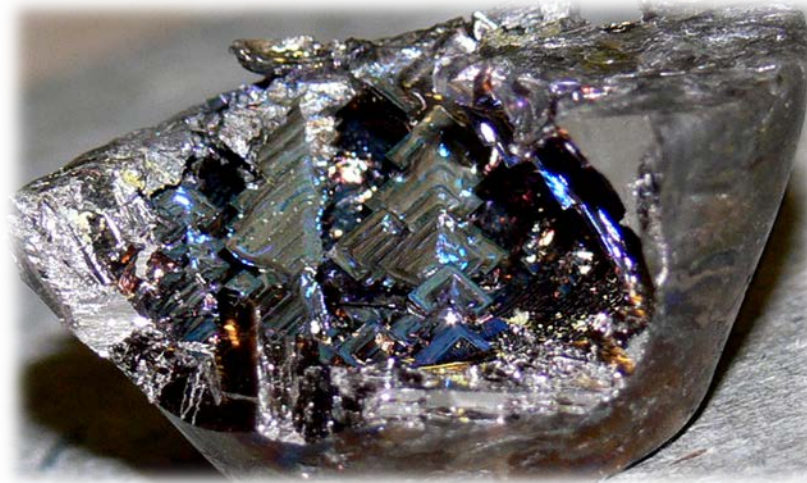
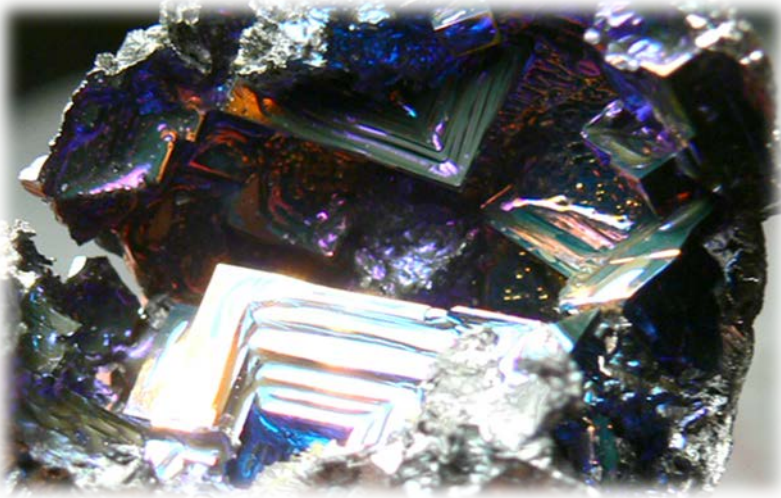
Температура переохлаждения



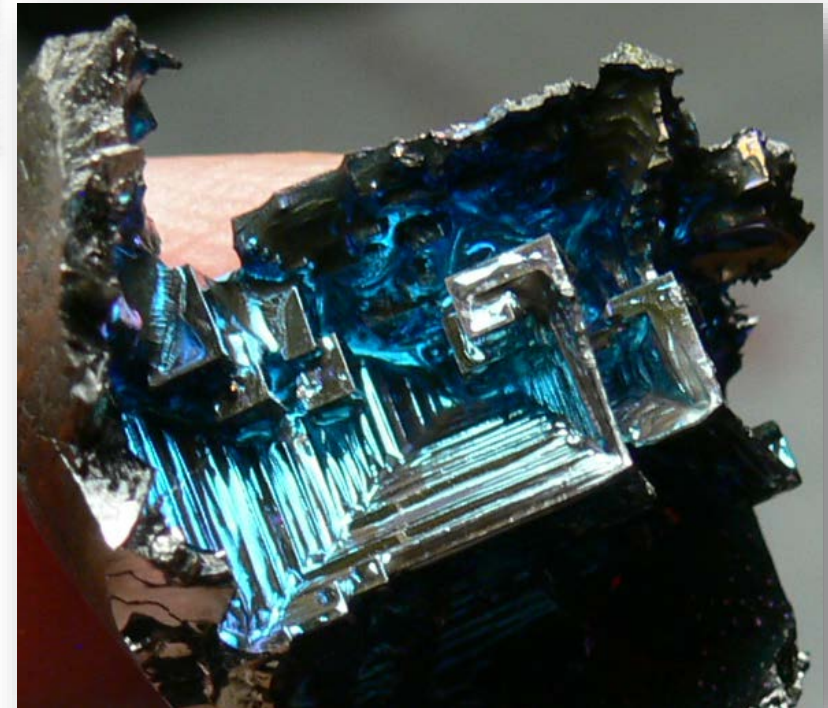
Зависимость кристаллов от перегрева расплава

После 6 перегрева

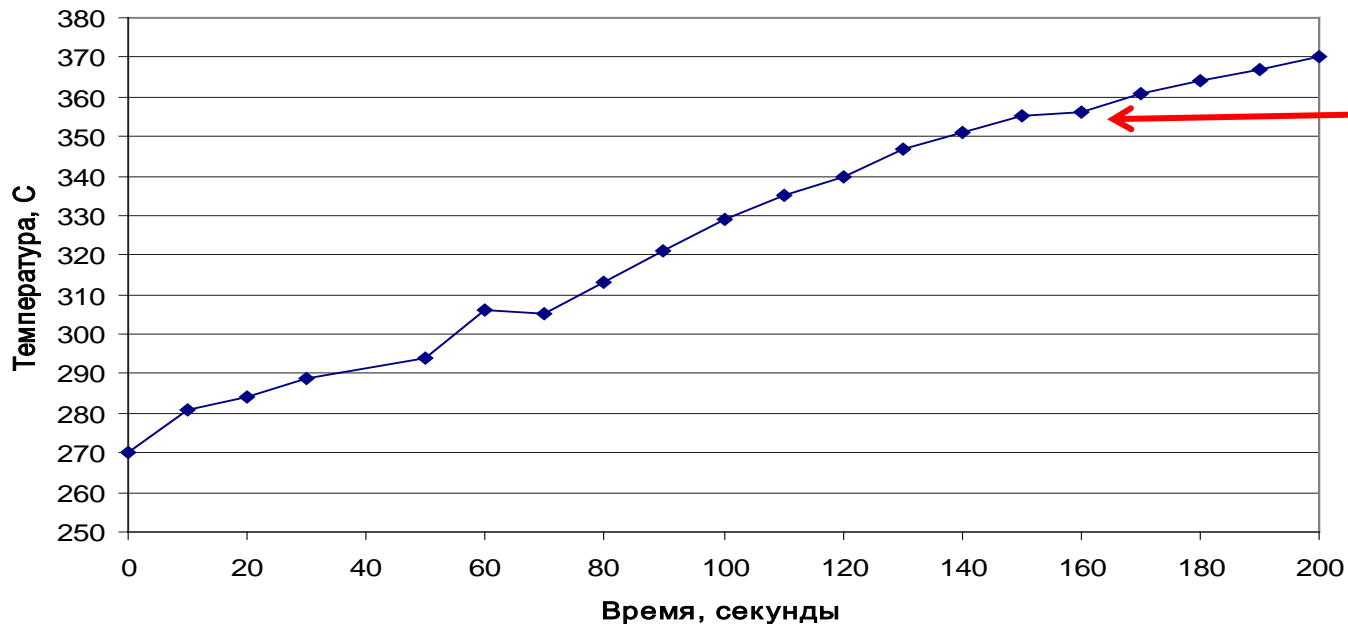
Менее 350 градусов



После 1 перегрева до 350



Нагрев висмута 99,79% с примесью графита 0,2% и прочими примесями 0,01%



Момент расплавления
микроостатков твёрдого вещества

Зависимость кристаллов от скорости охлаждения расплава

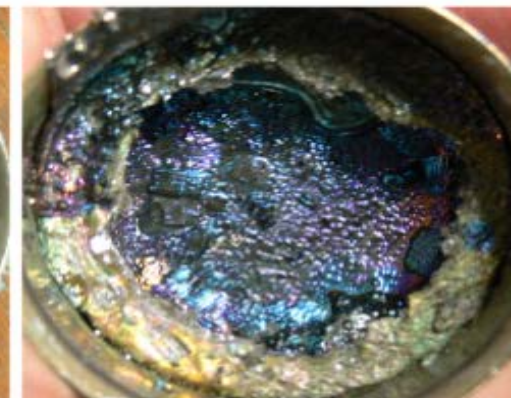
На воздухе с вентилятором:



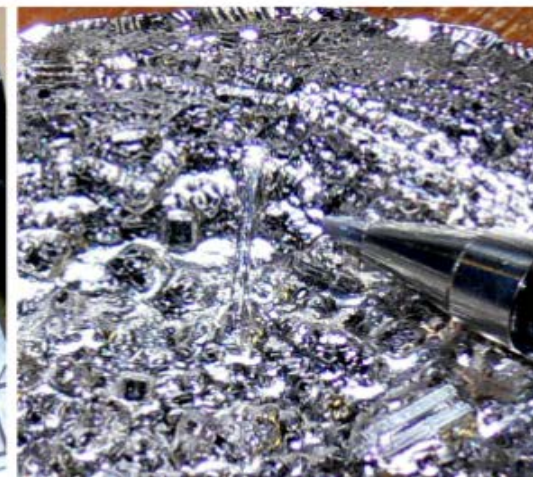
Без вентилятора:



В песчаной бане:



В гнезде из базальтовой ваты:



Висмут чистотой 99.99%
навеска 500гр

Зависимость термоквивых остывания от объёма расплава

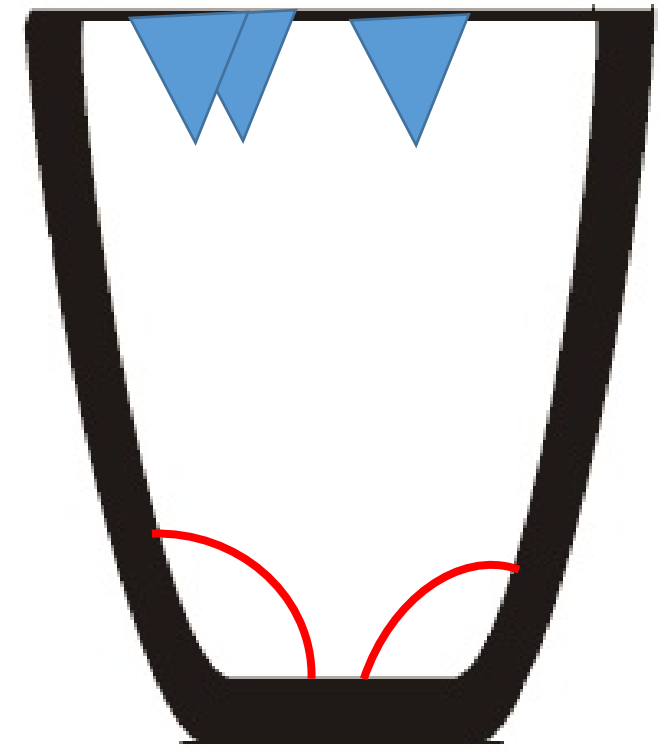
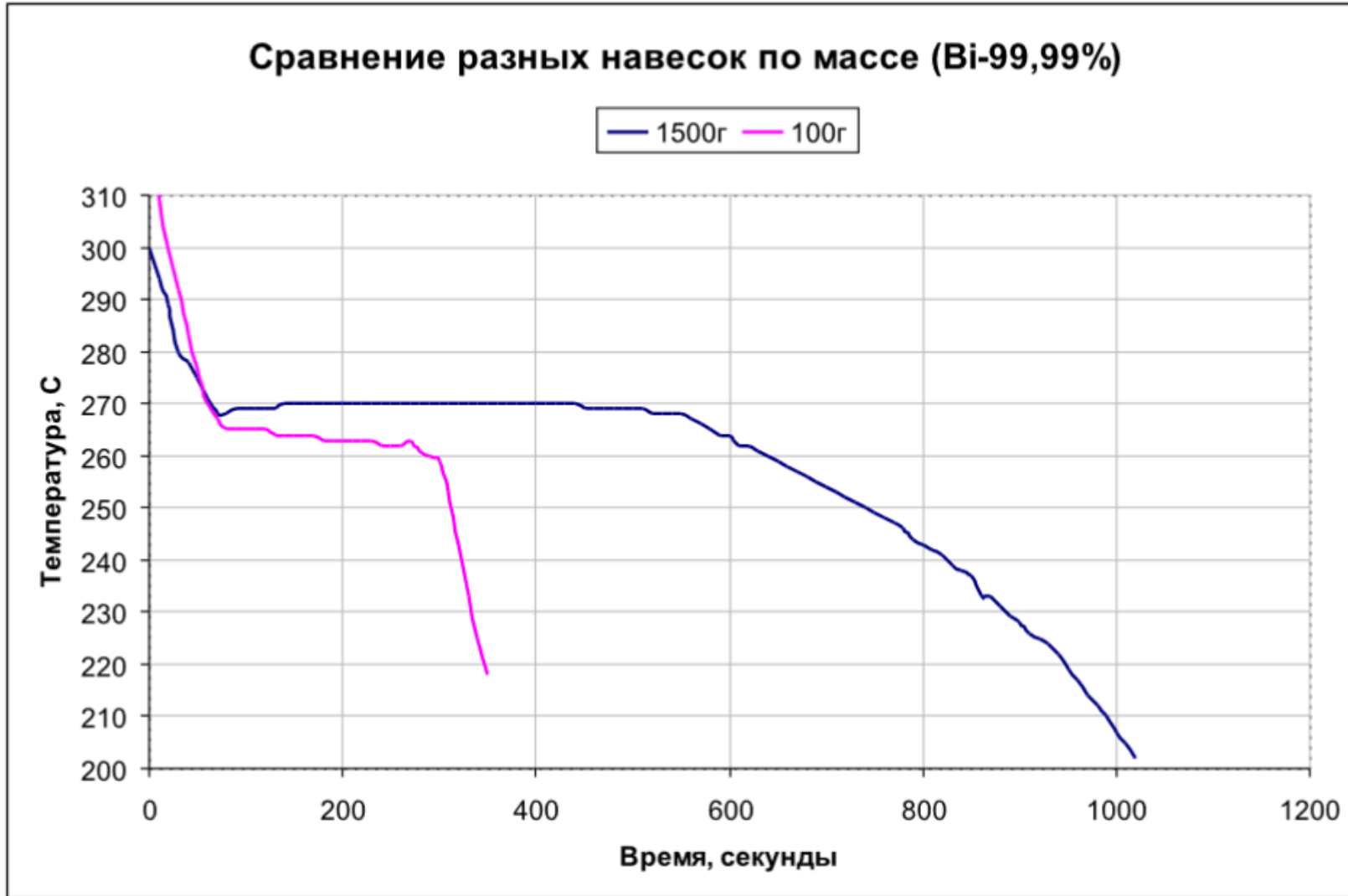
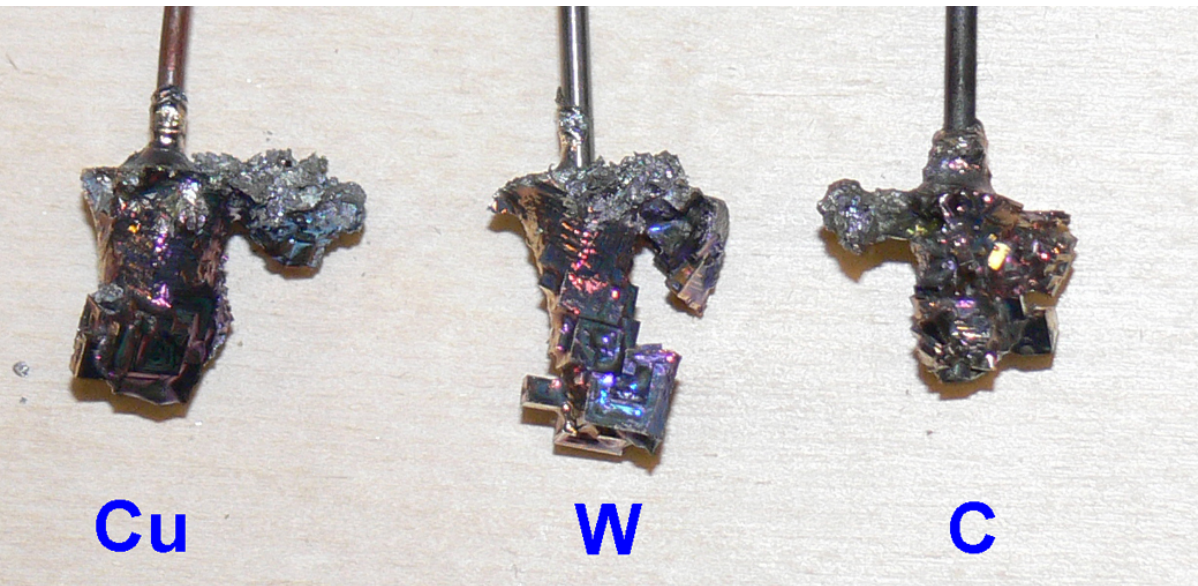
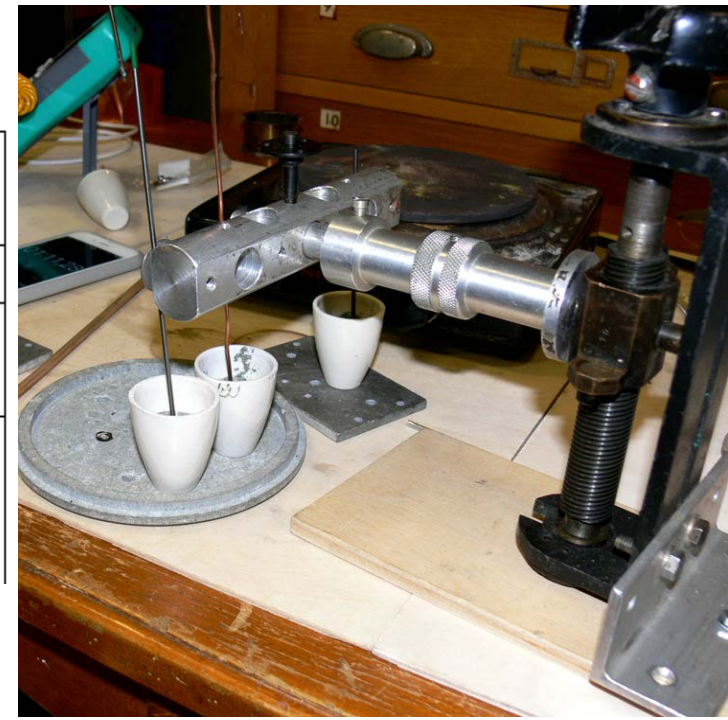


Рис. Термоквивые охлаждения висмута-99,99%

Влияние затравок на рост кристаллов

Свойство	Медь Cu	Вольфрам W	Графит C	Vi *
Диаметр, мм	2,4	2	2,2	-
Теплопроводность, Вт/м*К	401	163	100 (грифель)	7
Кристаллическая решетка	кубическая, грани- центрированная	кубическая объёмно- центрированная	гексагональная гранецентрированная	Ромб ГЦ



Cu

W

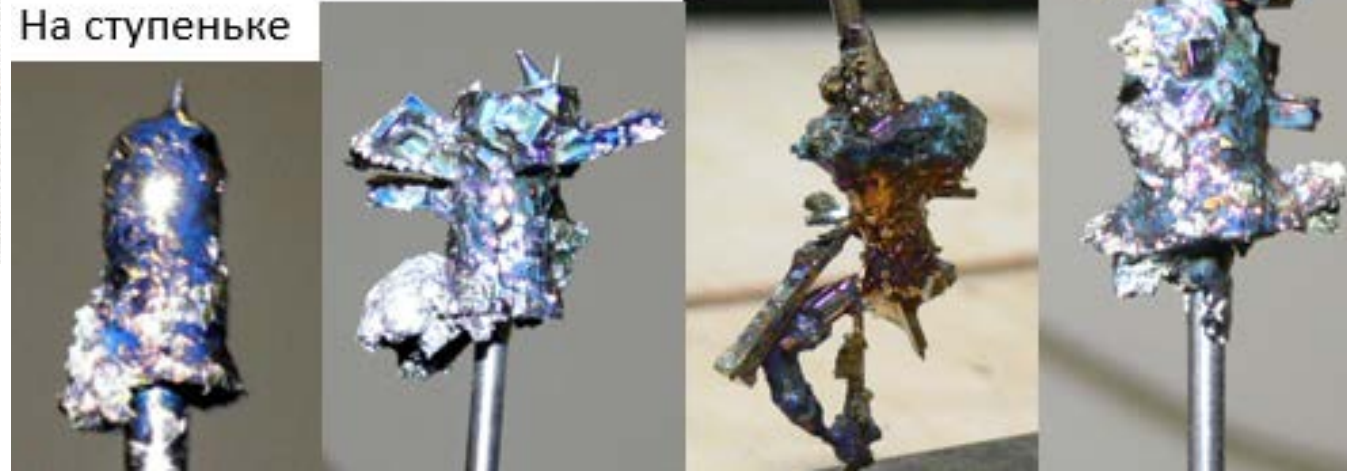
C

Перед переохлаждением

Момент переохлаждения

После переохлаждения

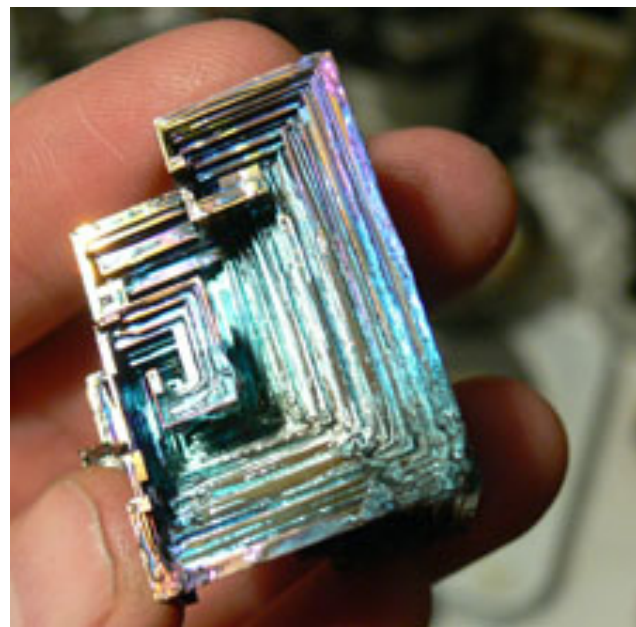
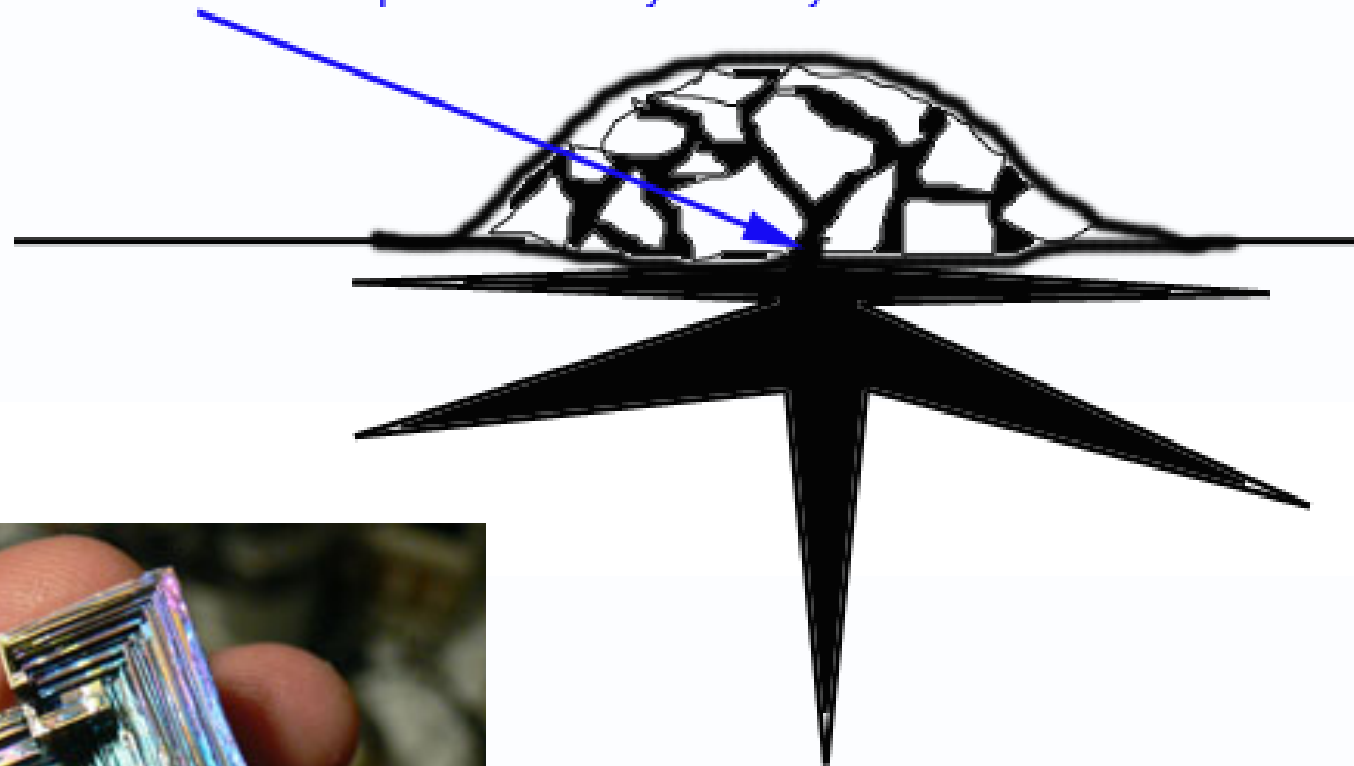
На ступеньке



Автозатравки из шлака



Мост с межзерновым висмутом в куске шлака

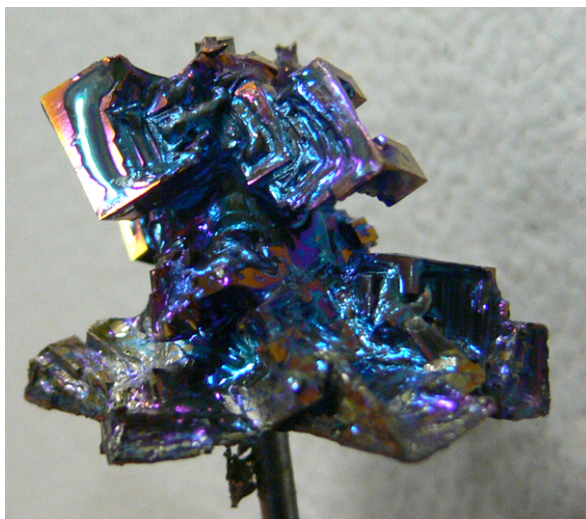


Зависимость кристаллов от вибрации

На затравке с вибрацией

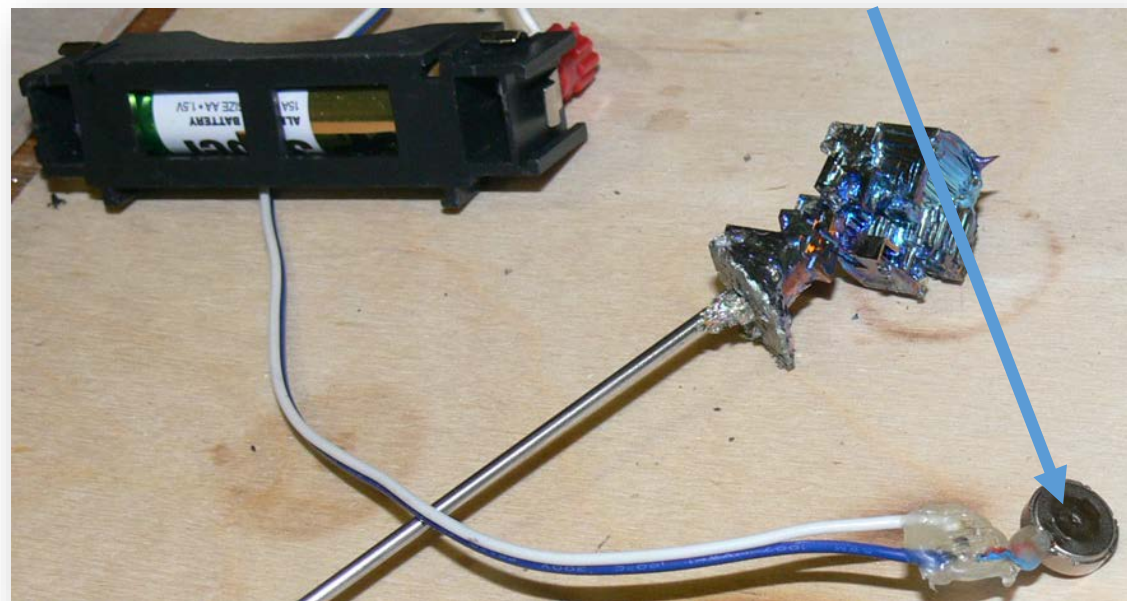


На затравке без вибрации



Затравка из вольфрама

Виброзвонок



Зависимость кристаллов от электрического тока

Напряжение - 0,7 V

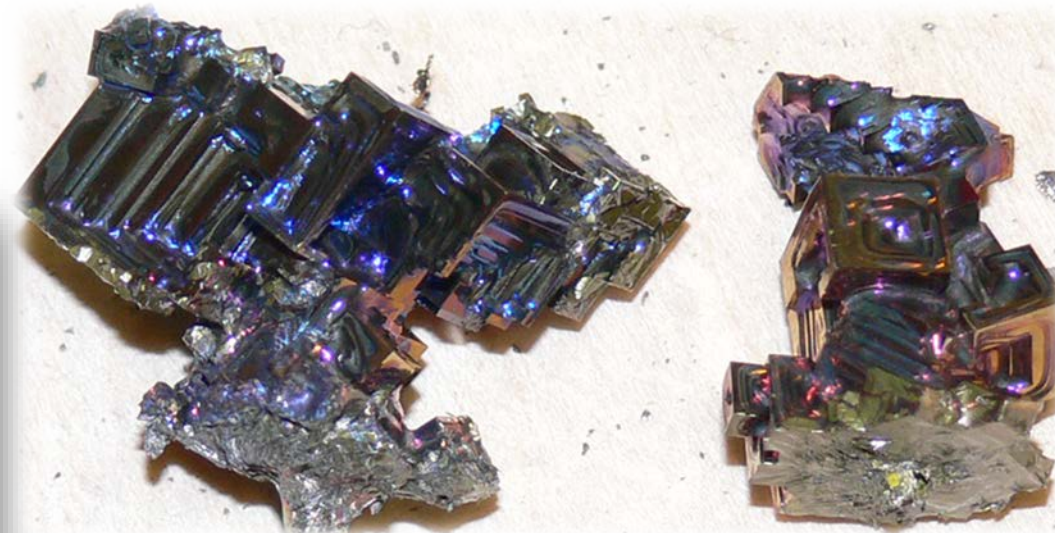
Ток - от 0,35 до 0,7 A

СТЕНД ВЫТЯГИВАНИЯ КРИСТАЛЛА, РАСТУЩЕГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОПЕРЕНОСА С ВИБРАЦИЕЙ.



С током

Без тока



Постепенное вытягивание



Выводы

- определена концентрация примеси на олова и графита для роста скелетных кристаллов и опровергнуто бытующее в ресурсах интернета мнение, что чем чище висмут, тем лучше кристаллы.
- Установлена необходимость активации примеси, в т.ч. затравок.
- Установлена связь скелетных кристаллов с электрическим напряжением и током.
- Установлено положительное влияние микроконвекции (вибрации)
- На кристаллы влияют такие параметры, как чистота и гладкость стенок тигля и удара, однако влияние не столь значительно.

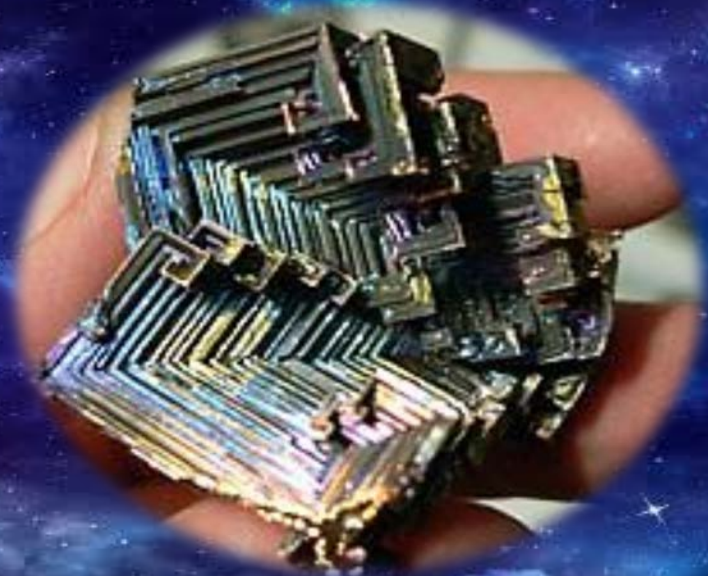
Перспективы для дальнейших исследований:

- изучение влияния давления, магнитного поля и удара
- Поиск способа восстановления висмута из шлака.
- Разработка эффективного способа очистки висмута от примесей в лабораторных условиях

Статистика:

- Суммарное количество рабочих часов = 91
- Количество переплавок = 167
- Решено задач = 17

Спасибо за внимание



Металлический висмут имеет ромбоэдрическую кристаллическую решётку, похожую на решётку меди вытянутую вдоль оси 3го порядка. Трёхслойная плотнейшая упаковка (ABC). КЧ = 6, октаэдр

