

# РЕНТГЕНОВСКАЯ СЕПАРАЦИЯ САМОРОДНОГО БЕРИЛЛА

# ГОРНАЯ МАССА МАЛЫШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

- Берилл –  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
- Слюдит (мусковит) –  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
- Серпентинит –  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
- Тальковый сланец –  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
- Диорит

Химический состав диоритов, %. По Р. А. Дэли

Оксиды	Бескварцевый диорит	Кварцевый диорит	Оксиды	Бескварцевый диорит	Кварцевый диорит
$\text{SiO}_2$	56,77	61,59	$\text{MgO}$	4,17	2,80
$\text{TiO}_2$	0,84	0,66	$\text{CaO}$	6,74	5,38
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16,67	16,21	$\text{Na}_2\text{O}$	3,39	3,37
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	3,16	2,54	$\text{K}_2\text{O}$	2,12	2,10
$\text{FeO}$	4,40	3,77	$\text{H}_2\text{O}$	1,36	1,22
$\text{MnO}$	0,13	0,10	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,25	0,26

# УЧАСТОК РУДОРАЗБОРА



# ЦЕЛЬ

- Создать установку, которая позволит находить скрытые в толще породы бериллы

# ЗАДАЧИ

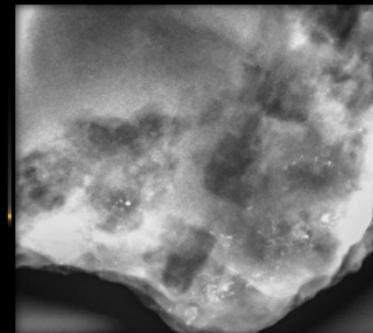
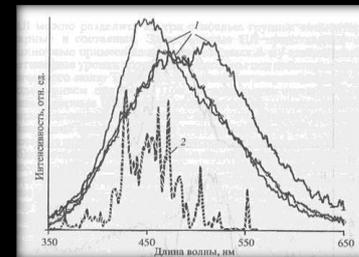
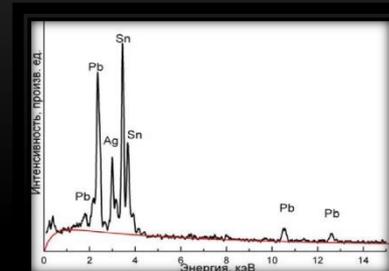
- Сформулировать технические требования для установки
  - Создать установку согласно техническим требованиям
  - Получить рентгеновские снимки самородного берилла с помощью этой установки
-

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКЕ

- Максимальная толщина породы – 100 мм
- Доза за импульс 1 мкГр (определяется детектором)
- Работа в условиях конвейерной ленты

# МЕТОДЫ РЕНТГЕНОВСКОЙ СЕПАРАЦИИ

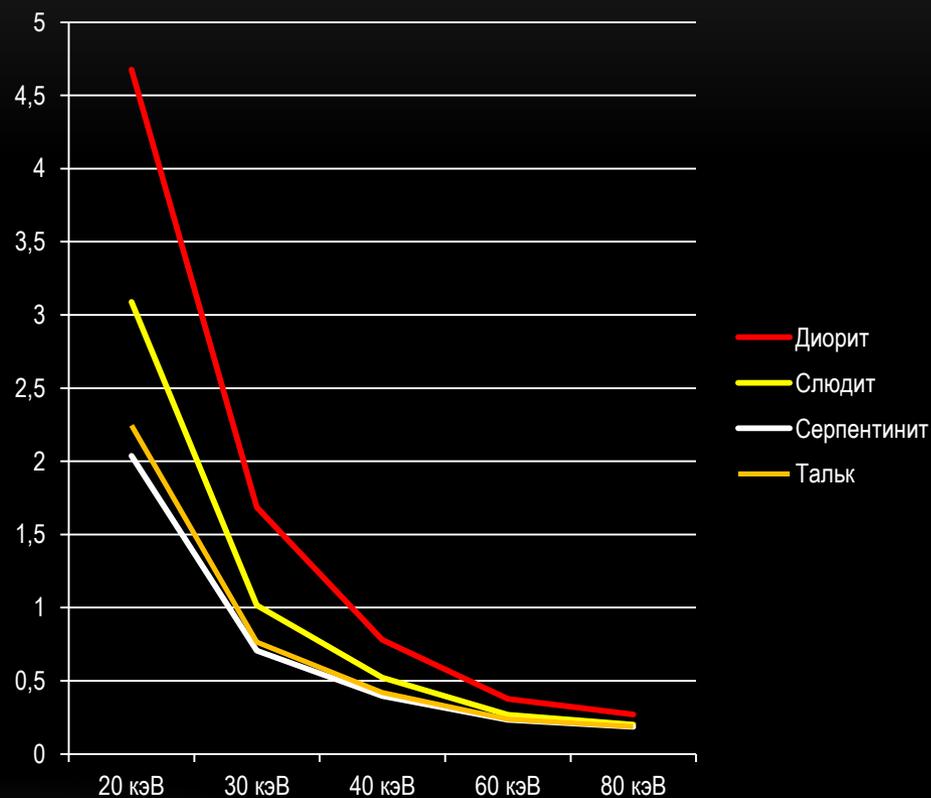
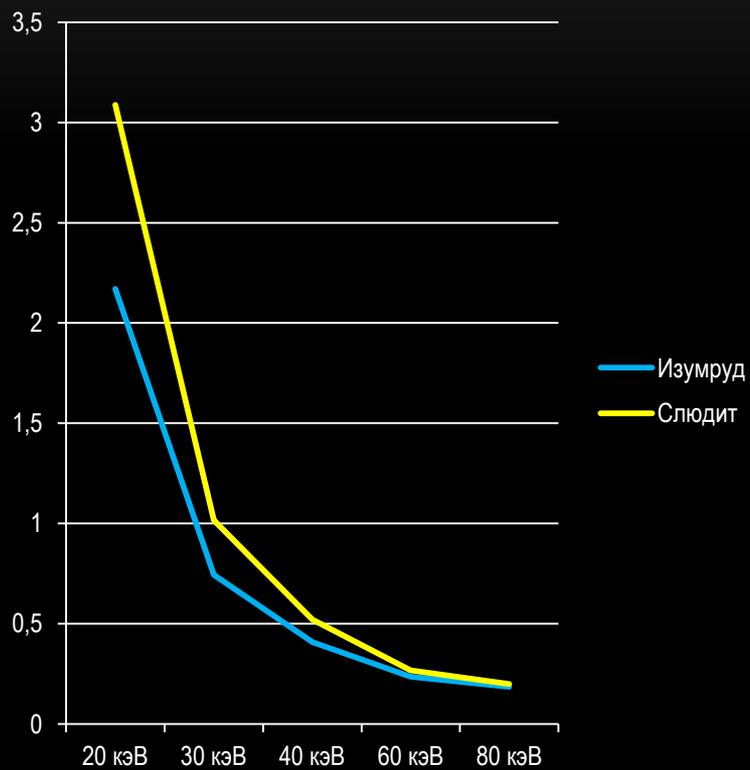
- Рентгенфлуоресцентный – регистрация характеристического излучения элементов в рентгеновском диапазоне. Поверхностный метод исследования.
- Рентгенолюминесцентный – регистрация свечения веществ в оптическом диапазоне. Поверхностный метод исследования.
- Рентгенографический – регистрация ослабления интенсивности рентгеновского излучения. Исследование материала на всю толщину.



# РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД СЕПАРАЦИИ

- Рентгеновские фотоны взаимодействуют с АТОМАМИ вещества.
- В результате взаимодействия фотонов с атомами происходит ослабление интенсивности излучения:
  - $I = I_0 e^{-\mu d}$ , закон Бугера
  - $\mu \sim Z^3 \lambda^3$ , линейный коэффициент ослабления индивидуален для каждого химического элемента
  - $\mu = \sum_i n_i \mu_i$ , для сложных веществ массовые коэффициенты ослабления складываются с учетом количества атомов в веществе

# ГРАФИК МАССОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОСЛАБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОРОД И РУД МАЛЫШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



# ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСЕКУНДНОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ РУДЫ

Рентгеновские характеристики бериллсодержащей руды близки к характеристикам алюминиевых сплавов.

Для уверенного детектирования берилла необходимо работать при напряжении рентгеновского аппарата не более 100 кВ.

Аппарат постоянного напряжения просветит 100 мм алюминия за 0,2 секунды

Наносекундный аппарат просветит 100 мм алюминия за 0,1 микросекунду

Конвейерная лента при скорости 140 мм/с проходит:

за 0,2 секунды – 28 мм

за 0,1 микросекунду – 0,000014 мм

Только наносекундный аппарат может работать в условиях конвейерной подачи материала при рудоразборе.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

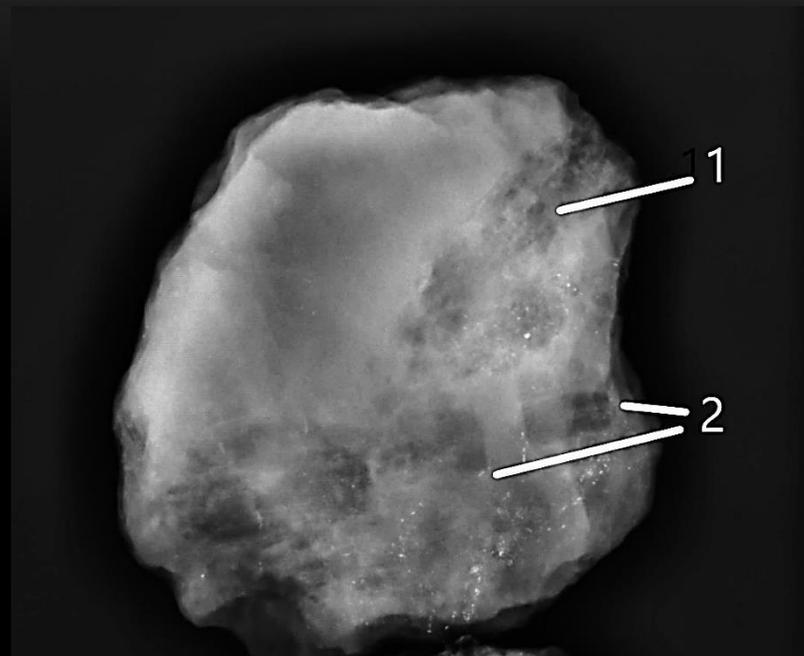
- Характеристики установки

Максимальное напряжение 100 кВ,  
максимальный ток трубки рентгеновской  
трубки 2,5кА, эффективная энергия  
излучения 40 кэВ



# РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ БЕРИЛЛА В СЛЮДИТЕ

Исходный кусок слюдита



Область 1



Область 2



# ВЫВОДЫ

- Сформулированы технические требования для установки
- Создана установка согласно техническим требованиям
- Получены рентгеновские снимки самородного берилла с помощью этой установки