



АРМЗ
РОСАТОМ



Концепция создания российского бериллиевого производства

**Заведующий кафедрой технологии редких элементов
МИРЭА – Российский технологический университет (МИТХТ)
д.т.н. Дьяченко Александр Николаевич**



БЕРИЛЛИЙ

в **1,5 раза** легче алюминия

в **9 раз** тверже алюминия.

в **15 раз** - изделия из бериллия меньше и легче, чем из алюминия.

БЕРИЛЛИЕВАЯ БРОНЗА

80% - использование в качестве легирующей добавки к меди

2% - добавка бериллия в медь при производстве бериллиевой бронзы

в **2 раза** - тверже нержавеющей стали

в **1000 раз** – увеличивается количество сжатий-разжатий пружин

2 млрд. долл – мировой рынок медно-бериллиевого проката



Такого сочетания высокой упругости, высокой коррозионной стойкости и хорошей электропроводности не имеет больше ни один из промышленных сплавов

БЕРИЛЛИЙ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МЕТАЛЛ ???



Атомная энергетика - отражатель и замедлитель нейтронов

Астрономия - зеркала телескопов

Медицина - окошки рентгеновских трубок

Лазерная техника - твердотельный излучатель

Космос - системы наведения, тепловые экраны



10% бериллия – стратегические отрасли

90% бериллия – сплавы для машиностроения и энергетики

Организовать прибыльное производство бериллия только для нужд ВПК невозможно.



ПРОМЫШЛЕННОСТЬ - комплексный полный цикл от добычи руды до выпуска медно-бериллиевой бронзы и изделий.



МИНПРОМТОРГ - программа импортозамещения бериллий-содержащей продукции в машиностроении и электротехнике.

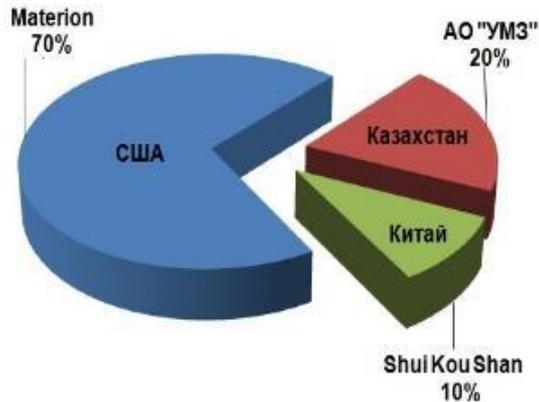
РЫНОК

300 т/г – мировое производство бериллия

100 т/г – вакантная рыночная ниша

900 \$/кг – стоимость бериллия в бронзе

\$ 2 млрд - рынок бериллиевой бронзы



Добытчики бериллиевой руды



США

70% - мирового рынка

100% - собственное сырьё.

КИТАЙ

10% - мирового рынка

70% - собственное сырьё

КАЗАХСТАН

20% - мирового рынка по выплавке металла,

0% - сырьё

РОССИЯ

0% - мирового рынка

100% - потенциал собственного сырья

100% - потенциал компетенции (РОСАТОМ)

100% - потенциал бериллиевой бронзы (УГМК, РЕНОВА)

Развитие конкурентов.

Два крупнейших мировых производителя бериллия полностью обновили свою производственную базу.



США

2011 г. – пуск производства

73 тн/год - производительность.

\$100 млн - CAPEX

75% – доля государства



Китай

2005 г. – пуск производства

50 тн/год - производительность.

\$60 млн - CAPEX

100% – доля государства



Новый завод Materion в Элморе, 2011.

Выводы:

1. Капитальные затраты на строительство завода мощностью 50 т/г можно оценивать в 4-5 млрд.руб.
2. Основной источник финансирования – государство
3. Если УМЗ не реконструирует производство – в мире останется 2 производителя бериллия (США и Китай)

СЫРЬЁ

Основные месторождения бериллиевых руд в РФ

Содержание оксида бериллия (BeO) в руде, %

Стоимость концентрата (12% BeO или 4%Be) составляет 25 долл за кг Be в нём.

Стоимость брутто-тонны концентрата составляет 1000 долл.



Ермаковское месторождение (Бурятия) – крупнейший мировой запас бериллия. Недоропользователь ГРК Озёрная. Месторождение не эксплуатируется с 1990г.

Оставшиеся запасы бериллиевой руды в Ермаковском месторождении по категории C1- 760 тыс. тонн
Оставшиеся запасы бериллиевой руды в Ермаковском месторождении по категории C2- 700 тыс. тонн

При добычи 100 т/г по бериллию (30 000 по руде) – время эксплуатации рудника не менее 20 лет по запасам C1.

КОНЬЮНКТУРА ЦЕНЫ по ПЕРЕДЕЛАМ

Материал	Содержание металла бериллия, %	Стоимость бериллия в материале, долл/кг	Количество материала эквивалентное 100 тонн металлического бериллия, тонн	Стоимость материала эквивалентная 100 тонн Be, долл
Руда Ермаковская (1,2% BeO)	0,4	5	25 000	500 000
Рудный концентрат (12%BeO)	4	25	2 500	2 500 000
Фтороберрилат	7	320	1 350	32 000 000
Гидроксид бериллия	21	320	240	32 000 000
Металл бериллий	100	500	50	50 000 000

5 долл/кг - бериллий в руде

20 долл/кг - бериллий в концентрате

320 долл/кг - стоимость бериллия в гидроксиде

500 долл/кг - стоимость бериллия в металле

900 долл/кг - стоимость бериллия в бронзе

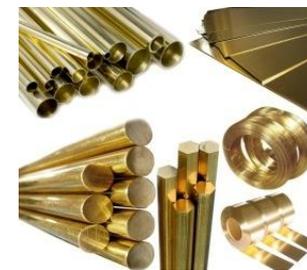
Добыча руды и производство концентрата – нерентабельно.

Первый рентабельный передел – производство фтороберрилата или гидроксида

Конечная высокомаржинальная бериллиевая продукция – прокат бериллиевой бронзы.

5 технологических переделов:

1. добыча руды (Россия)
2. производство рудного концентрата (Россия)
3. производство фторида или гидроксида бериллия (Россия/Казахстан)
4. производство металлического бериллия и бериллиевой лигатуры (Казахстан)
5. производство проката бериллиевой бронзы (Россия)



Для реализации проекта возможно создать Компанию-оператора, которая будет по толлинговой схеме передавать промежуточные технологические полупродукты между предприятиями переработчиками.

Вопросы для обсуждения с недропользователем

Исходная позиция

Добычу руды и получение бериллиевого концентрата невозможно выделить в самостоятельный бизнес. Необходимо организовать сплошной бизнес поток от добычи руды хотя бы до получения высокомаржинальных бериллиевых химических концентратов (оксид или фторобериллат).

Вариант 1 Покупка месторождения

Стартовую стоимость месторождения можно оценить из учета добычи руды за 1 год в пересчёте на металл в количестве 100 тонн бериллия по стоимости 5 долл/кг бериллия в руде. Стоимость добытой руды за 1 год составит 500 000 долл (40 млн.руб)

Вариант 2 Покупка руды.

Максимальная добыча руды не должна превышать эквивалент 100 т/г по бериллию, что составляет всего около 30 000 тонн руды в год. Малая производительность по руде делает добычу малорентабельной с высокой неконкурентной стоимостью полученного концентрата.

Вариант 3 Совместное предприятие

Недропользователь и переработчик создают совместное предприятие с долей участия в нём пропорционально инвестициям



Выработка Ермаковского месторождения

Вопросы для обсуждения с переработчиком руды



ГК Росатом имеет необходимые компетенции для создания гидрометаллургической переработки сырья

100% инвестирование в строительстве обогатительной фабрики и гидрометаллургического завода при условии подписания off-take контакта на поставку исходной руды в эквиваленте 100 т/г бериллия в течение 10 лет.

Интересы переработчика руды

1. Решение стратегической задачи по обеспечению РФ собственной бериллиевой продукцией
2. Собственное производства фторида кальция (ФФ-100) для нужд ГК Росатом
3. Создание около 500 первичных рабочих мест, развитие региона
4. Получение прибыли до 10 млн.долл/год

1. Обогащительная фабрика 2-3 млн.долл

- Узел разгрузки и складирования руды
- Отделения дробления и помола
- Отделение флотации
- Шламное поле для пустой породы 30 000 т/г

2. Гидрометаллургический завод 30-40 млн.долл

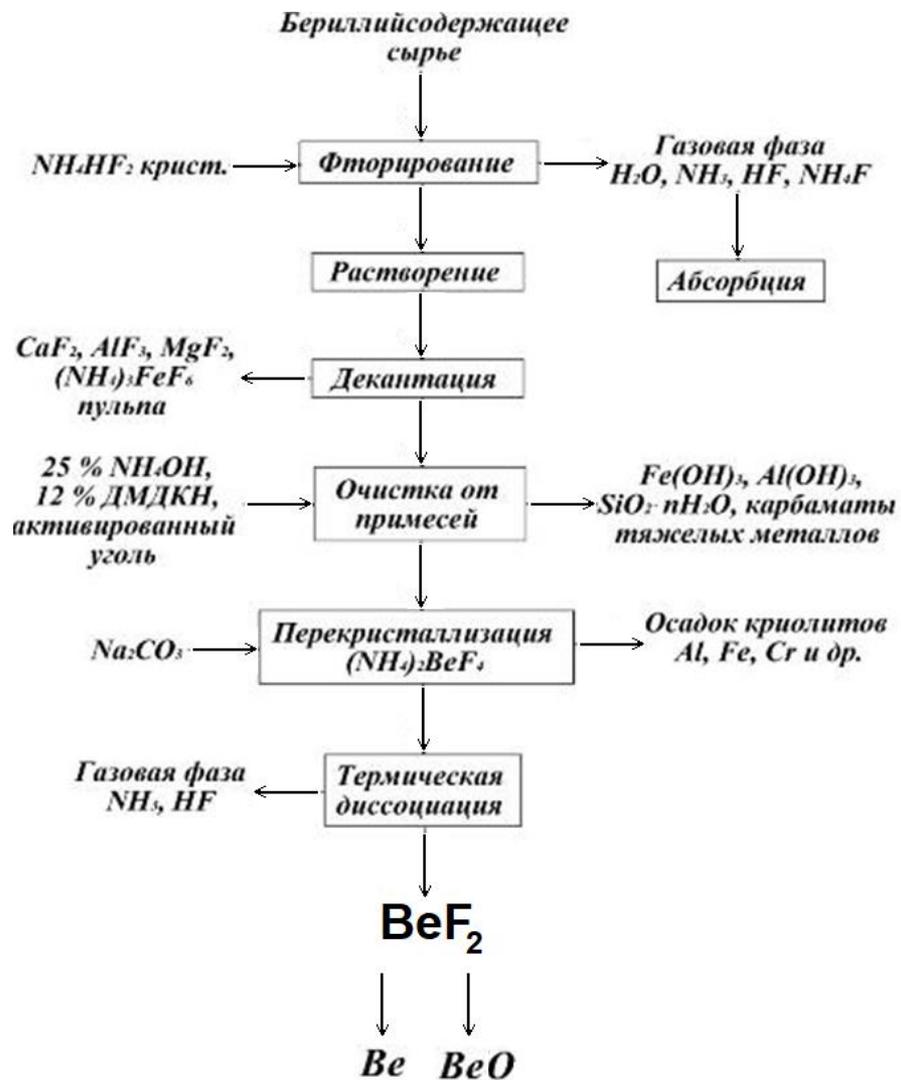
- Узел разгрузки и складирования концентрата
- Отделение производства фторобериллата аммония
- Отделение производства гидроксида бериллия
- Отделение производства фторида кальция (ФФ-100)



Промышленная площадка (1 Га) вблизи Сернокислотного завода ПАО«ППГХО»

Фтороаммонийный способ переработки Ермаковского сырья

1. Обработка концентрата фторидом аммония, 200 °С;
2. Выщелачивание бериллия в раствор;
3. Очистка раствора;
4. Получение тетрафторобериллата аммония;
5. Дополнительная очистка;
6. Получение фторида бериллия
7. Получение металла или гидроксида бериллия





Россия и Казахстан в производстве бериллия



Казахстан



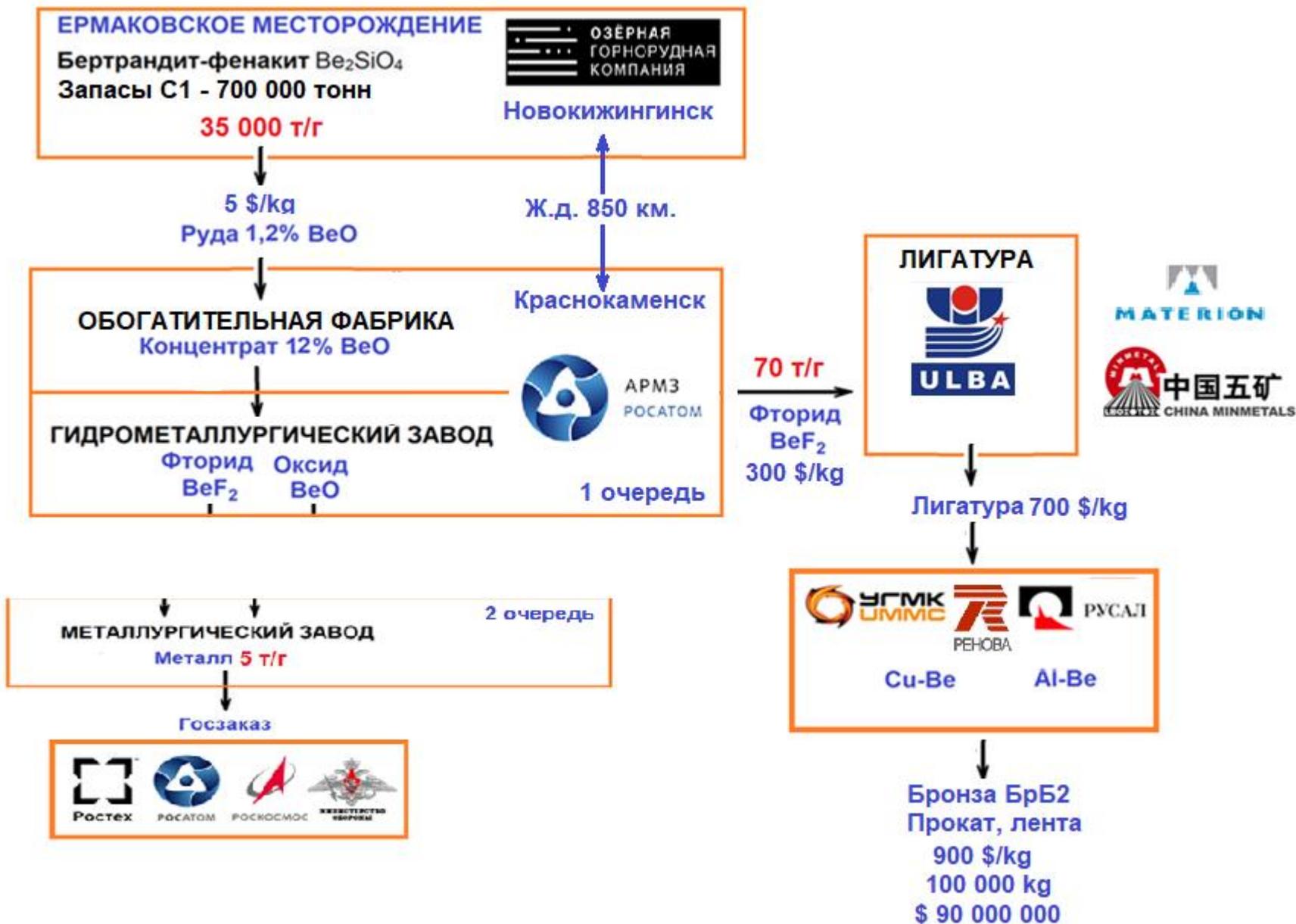
Россия



Россия



Технологическая бизнес-схема



Стадии	1	1а	2	3	4	5	6
Наименование передела	Добыча	Перевозка руды	Обогащение	Гидрометаллургия	Производство металла	Лигатура	Бронза
Предприятие	Ермаковское	РЖД	ППГХО	ППГХО	УМЗ	УМЗ	УГМК или РЕНОВА
Продукт	Руда	Руда	Концентрат	Гидроксид, фторид	Металл	Лигатура Cu-Be10	Бронза БрБ2 ГОСТ 18175-78
Содержание Be, %	0,43		4,3	36	100	10	2
Объем производства, Эквивалент 100 т	35 000		2 500	280	100	1 000	5 000
Стоимость бериллия в материале, долл/кг	5		20	320	500	700	900
Стоимость продукции, экв 100 тонн в год	750 000		2 150 000	32 000 000	50 000 000	70 000 000	90 000 000 (без меди)
Прибыль, долл/год	-750 000	- 500 000	0	15 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000

1. Покупка **Компанией-Х** месторождения или покупка руды 35 000 т/г за 750 000 долл ежегодно.
2. Транспортировка **Компанией-Х** руды в Краснокаменск на ППГХО. Стоимость перевозки 35 000 руды – 500 000 дол.
3. Росатом (АРМЗ, ППГХО) строит обогатительную фабрику и гидрометаллургическое производство 50 млн.долл.
4. Передача **Компанией-Х** руды в Росатом (ППГХО) на переработку в толлинг.
5. Передача **Компанией-Х** фторида или гидроксида бериллия в толлинг на переработку на УМЗ в Казахстан для производства лигатуры
6. Передача **Компанией-Х** лигатуры с УМЗ(Казахстан) на переработку в толлинг лигатуры и меди до бериллиевой бронзы на УГМК или Ренову.

Затраты Компании Х – до 1,5 млн. долл/год

Затраты Росатома – 40 млн.долл разово на капитальное строительство обогатительного и гидрометаллургического завода.

Общая прибыль – до 45 млн долл. в год.

Распределение прибыли: **Компания-Х**, Росатом, УМЗ, УГМК (Ренова).

План работ по стратегии сбыта

ВНУТРЕННЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ

1. **УГМК, РЕНОВА** – возможности закупки лигатуры, производства и сбыта Ве-бронзы (2%Ве) до 3 000 т/г.
2. **РЖД** – внедрение бериллиевой бронзы в рессорное и электротехническое оборудование.
3. **Минэнерго** – внедрение бериллиевой бронзы в высокотоковые силовые контакты.
4. **Минпромторг** – по итогам сформировать госпрограмму внедрения бериллиевых бронз в РФ.

ЭКСПОРТ

1. **УМЗ (Казахстан)**- сделан запрос о готовности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
2. **Minmetals (Китай)** – сделан запрос о готовности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
3. **Materion (США)**- готовится запрос о возможности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
4. **NGK (Япония)** – готовится запрос о возможности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).

Необходимо определить не менее 2-х ключевых экспортных потребителей Ве

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

принципы концепции создания российского бериллиевого производства

1. Организовать прибыльное производство бериллия только для нужд ВПК невозможно.
2. **Промышленность** - создание комплексного полного цикла от добычи руды до выпуска медно-бериллиевой бронзы и изделий
3. **Минпромторг** - реализация программы импортозамещения бериллий-содержащей продукции в машиностроении и электротехнике.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

заведующий кафедрой технологии редких элементов РТУ МИРЭА (МИТХТ)
директор по науке ОУП АРМЗ Росатом

д.т.н. Дьяченко Александр Николаевич

dyachenko@mirea.ru

8-909-540-68-63



АРМЗ
РОСАТОМ

