



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РМ и РЗМ

Химико-технологический кластер
Научного дивизиона Госкорпорации «Росатом»

Центр развития науки и технологий материалов на основе РМ и РЗМ



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ИНСТИТУТ «ГИРЕДМЕТ» охватывает самый широкий в стране спектр разработок в области редких металлов от технологий добычи, переработки, выделения и очистки лёгких редких, рассеянных, тугоплавких и редкоземельных металлов до создания функциональных сплавов, соединений и изделий на их основе для электронной, атомной, химической, авиационной, космической, оборонной и других высокотехнологических отраслей промышленности.

93
С 1931 ГОДА

КРУПНЕЙШИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ В СИСТЕМЕ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СОВЕТСКОЙ НАУКИ



Институт «Гиредмет» осуществляет полный цикл работ: от научных исследований, конструирования оборудования, проектирования предприятий до пуска заводов и авторского надзора за их строительством и работой. Разработка и создание опытно-промышленных и промышленных установок для производства металлических порошков, вакуумных печей, химических реакторов, печей синтеза и выращивания полупроводниковых материалов, установок получения особо чистых РМ и их соединений, выращивания монокристаллов, установок переработки минерального сырья.

НАША ГОРДОСТЬ

65

**КОМБИНАТОВ В МИРЕ
СПРОЕКТИРОВАНО
И ВВЕДЕНО
В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

Красноярский завод цветных металлов имени В.Н.Гулидова
Ловозерский ГОК
Соликамский магниевый завод
Пикалевский глиноземный завод
Новосибирский завод редких металлов
Московский завод твердых сплавов
Белозиминский опытно-промышленный рудник
Вишневогорский ГОК
Иртышский Химико-металлургический завод
Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат
Подольский химико-металлургический завод,
Днепропетровский титано-магниевый завод,
Донецкий химико-металлургический завод,
Красноярский горно-химический комбинат,
Таш-Кумырский завод полупроводниковых материалов

КЛЮЧЕВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

- Научно-технологический задел ведущих институтов материаловедческого профиля;
- Глубокое знание профиля работы с редкими химическими элементами;
- Внедрение перспективных разработок, обеспечивающих технологическое превосходство предприятий;
- Оснащение производств кастомизированным оборудованием;
- Инновационные подходы к технологической модернизации действующих производств;
- Создание новых промышленных объектов: технологические решения в составе проекта завода.

**ИССЛЕДОВАНИЯ
КОНСТРУИРОВАНИЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЦИФРОВИЗАЦИЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЕ**

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ от модернизации установок до заказов «под ключ»

- сбор и анализ исходных данных
- лабораторные исследования
- технологические решения
- проведение расчетов
- цифровое моделирование
- техническая документация
- экспертиза документации
- изготовление/сборка/испытания образца
- постановка на производство
- транспортная логистика
- монтаж и наладка
- обучение персонала
- сервис

Переработка минерального сырья с высокой степенью извлечения



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

**КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРИРОДНЫХ И
ТЕХНОГЕННЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ
В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ «СЫРЬЕ – НОВЫЕ
МАТЕРИАЛЫ – ИЗДЕЛИЯ – РЕЦИКЛИНГ».**

Практические знания по извлечению, обогащению и глубокой очистке редкоземельных металлов – компетенции, которыми обладает «Гиредмет».

Технический аудит производств и месторождений (рудное сырье, техногенное сырье)

Исследование сырья (химический состав, гранулометрический состав, минеральный состав)

Разработка технологий обогащения

Разработка технологий переработки концентратов

Выделения индивидуальных РМ и РЗМ и других ценных металлов

Получение соединений РМ и РЗМ и изделий из них

На базе «Гиредмета» формируется критически важный потенциал выпуска новых продуктов для высокотехнологичных отраслей, создаются многопрофильные ресурсосберегающие малотоннажные производства большого спектра редких металлов и их соединений.

Оксиды РМ и РЗМ и других ценных металлов, в т.ч. высокой чистоты

Металлические РМ и РЗМ

Особо чистые РМ и РЗМ и их соединения
Полупроводниковые и оптические материалы на основе РМ и РЗМ

ПЕРЕРАБОТКА СЫРЬЯ



В ЭКСТРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ РАЗДЕЛЕНИЯ РЗМ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ ИГРАЮТ ЭКСТРАГЕНТЫ. ИНСТИТУТ ВЕДЕТ АКТИВНУЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ ПО ПЕРЕХОДУ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ АНАЛОГИ.

ПРИРОДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

- Технология переработки полиметаллических руд
- Сорбционные технологии извлечения лития
- Технологии дезактивации цирконового концентрата, получения $ZrOCl_2$, ZrO_2
- Технологии получения сульфата железа
- Технологии обогащения и переработки бериллийсодержащего сырья
- Технология переработки диатомита с получением $SiCl_4$ и жидкого стекла
- Технологии извлечения РМ и РЗМ
- Технологии извлечения драгоценных металлов
- Технологии переработки сподуменового концентрата и получения карбоната Li
- Технологии переработки цирконового концентрата
- Технология переработки пиритных огарков
- Технологии переработки фосфогипса
- Технологии извлечения РЗМ

ТЕХНОГЕННОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

- Переработка и дезактивация нефтезагрязненных шламов
- Переработка литий-ионных аккумуляторов
- Переработка отходов твердосплавных инструментов, переработка отходов титанового производства, отходов производства магнитов
- Переработка электронного лома
- Переработка шлиф. отходов производства
- постоянных редкоземельных магнитов

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
ПОЗВОЛЯЕТ
ПРОВОДИТЬ
ЛАБОРАТОРНЫЕ,
УКРУПНЕННЫЕ,
ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ
ИСПЫТАНИЯ.

1

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО и ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

- Обоснование параметров раскрытия ценных минералов
- Определение количества стадий и крупности проведения рудоподготовительных и сепарационных процессов
- Определение оптимальной крупности раскрытия, модальности распределения ценных компонентов

2

ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА

- Обоснование благоприятных и неблагоприятных факторов для сепарационных процессов, влияющих на обогатимость руд и качество концентратов
- Предварительное обоснования рациональной технологии переработки руды

3

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ

РУДОПОДГОТОВКА

Дробление
Грохочение
Измельчение

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Гравитация
Магнитная и электрическая
сепарация
Флотация

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Классификация
Сгущение
Фильтрация
Пробоподготовка

Технологии и малотоннажное производство высокочистых соединений РМ и РЗМ (гидрометаллургические способы)



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ЖИДКОСТНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ



Испытательный аналитико-сертификационный центр является одним из наиболее передовых в России и аккредитован на соответствие стандарту ИСО МЭК 17025.

**ВЫПУСКАЕМ МАЛОТОННАЖНЫЕ ПАРТИИ
ВЫСОКОЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОЗДАЕМ
НОВЫЕ И ДОРАБАТЫВАЕМ СУЩЕСТВУЮЩИЕ
ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА
ВЫСОКОЧИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ РМ, РЗМ,
ЦМ, ДМ С КВАЛИФИЦИРОВАННЫМ
АНАЛИТИЧЕСКИМ СОПРОВОЖДЕНИЕМ**

85

ЛАБОРАТОРНЫХ
ЭКСТРАКТОРОВ
смесительно-
отстойного типа

20

ЛАБОРАТОРНЫХ
ЭКСТРАКТОРОВ
центробежного типа

ТЕХНОЛОГИЯ

Метод жидкостной экстракции позволяет разделить близкие по свойствам металлы и глубоко очистить их от сопутствующих примесей (редкоземельные металлы, цветные металлы, тугоплавкие металлы).

ПРЕИМУЩЕСТВА

- высокая селективность, позволяющая разделить близкие по свойствам элементы
- извлечения металлов из сильно разбавленных растворов
- регенерация затраченных реагентов

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ «ЧЕРНОЙ МАССЫ»

Позволяет выделить и вернуть в производственный цикл критические металлы: литий, кобальт, никель, марганец батарейного качества.



**БАТАРЕЙНОЕ
КАЧЕСТВО**

**ЧИСТОТА 99.5%
ИСПОЛЬЗУЕТСЯ
В СОВРЕМЕННЫХ
АККУМУЛЯТОРАХ**

Технологии и малотоннажное производство РМ и РЗМ (металлотермического восстановления)



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ХЛОРИРОВАНИЕ РЗМ

ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ
РЗМ ИТТРИЕВОЙ ПОДГРУППЫ
(Gd, Tb, Dy, Ho, Er) ЧИСТОТОЙ
НЕ МЕНЕЕ 99,95% ИЗ ОКСИДОВ
ПО ОРИГИНАЛЬНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ НА ОБОРУДОВАНИИ
СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ.



УНИКАЛЬНОСТЬ

Оборудование единично выпускаемое. В конструкции печи используются особые конструкционные материалы, которые не корродируют в среде хлорида аммония, что позволяет получать безводные хлориды РЗМ высокой чистоты.



УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Установка универсальна для разных редкоземельных оксидов благодаря возможности определения скорости реакции, моментов начала и окончания процесса. Выходным продуктом могут быть соответствующие хлориды. Хлорид аммония является удобным, дешевым и безопасным хлорирующим агентом, а процесс хлорирования происходит при относительно низких температурах.



ТЕХНОЛОГИЯ

Для процесса хлорирования используется смесь, состоящая из оксидов РЗМ и хлорида аммония (NH_4Cl). Хлорирование проводится в печи при температуре 200–400 °С. В процессе хлорирования образуется вода и аммиак, которые удаляются из объема аппарата. После процесса хлорирования температуру поднимают до 400–600 °С для удаления избытка NH_4Cl из зоны реакции.

ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

Товарная продукция:

высокочистые хлориды
лантаноидов

Дополнительный продукт

хлорид аммония на рецикл

Производительность

не менее 4 кг в сутки

Выход годного

не менее 99%

Сырье

оксид РЗМ

Хлорирующий агент

хлорид аммония

Рабочая среда:

воздух, аргон

Производственный цикл

сутки

Режим работы

периодический

Температура хлорирования

200–400 °С

Масса не более 500 кг

Габариты (ВхШхГ) 2000х1000х2000

Технологии и малотоннажное производство РМ и РЗМ (металлотермического восстановления)

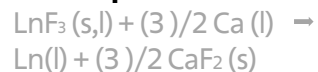


ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ЛАНТАНТЕРМИЯ



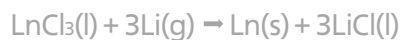
КАЛЬЦИЙТЕРМИЯ



АЛЮМОТЕРМИЯ

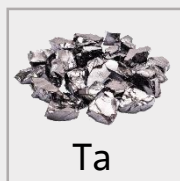


ЛИТИЙТЕРМИЯ



РАФИНИРУЮЩИЙ
ПЕРЕПЛАВ
(и/или ДИСТИЛЛЯЦИЯ)

РМ и РЗМ
ДО УРОВНЯ 99,99%



Ta



Nb



Zr

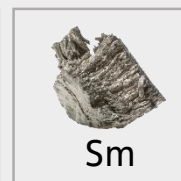
РМ



Nd



Dy



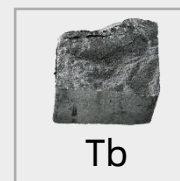
Sm



Sc



Pr



Tb

РЗМ

Технологии и малотоннажное производство РМ и РЗМ (металлотермического восстановления)



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ДИСТИЛЛЯЦИЯ

**ПРОЦЕСС ПРОХОДИТ В ПЕЧИ
ВАКУУМНОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ
СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ.
ПОЛУЧАЕМ ДИСТИЛЛЯТ РЗМ
ДО УРОВНЯ 99,99%.**



УНИКАЛЬНОСТЬ

Инновационность технологии достигается за счет использования в конструкции печи нагревателей из композитного материала и внедрения системы отслеживания изменения массы очищаемого металла и получаемого продукта.



УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Метод дистилляции используют для очистки большинства РЗМ до уровня не хуже 99,99%. Этот метод эффективен для очистки металлов иттриевой подгруппы, иттрия и скандия. Входным продуктом являются «черновые» металлы (с примесями), выходной продукт — металл особой чистоты (дистиллят).



ТЕХНОЛОГИЯ

Дистилляцию РЗМ проводят в высоком вакууме с резистивным нагревом. В печи происходит фракционное разделение основного продукта и легколетучих примесей, а тяжелолетучие примеси не возгоняются. За счет глубокого вакуума возможна очистка продукта от газовых примесей — кислорода, азота и др.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧИ

- Производительность
 - не менее 1 кг в сутки
- Выход годного
 - не менее 90%
- Сырье
 - черновые РЗМ
 - (губчатый металл с примесями)

- Вакуум
 - <10-6 мм.рт.ст.
- Производственный цикл
 - Сутки
- Режим работы
 - периодический

- Температура процесса
 - до 2000 °С
- Скорость нагрева
 - до 20 °С/мин
- Управление
 - по заданной программе
 - и в ручном режиме

Малотоннажное производство сплавов и лигатур на основе РМ и РЗМ



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

СПЛАВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ: СЛИТОК, ПОКОВКА,
ПРУТОК, ПРОКАТ, ПОРОШОК,
ЛИГАТУРА.

 **> 20**

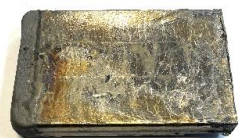
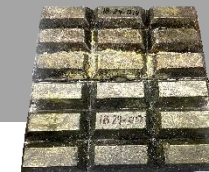
ОБЪЕМЫ
ПРОИЗВОДСТВА
ТОНН В ГОД

 **> 0,5**

ОБЪЕМ СПЛАВА
ДЛЯ НИОКР, КГ

ЛИГАТУРЫ
>100 видов
НОМЕНКЛАТУРА

>15 тонн
ВЫПУСК



Прецизионные
(специальные)
сплавы (лист и
лента горячего и
холодного проката)



Функциональные
и конструкционные,
в т.ч. ВЭ-сплавы



Сплавы с памятью
формы



Жаропрочные
никелевые
сплавы



Тяжелые
псевдо-сплавы



Металлогидридные
сплавы (AB_5 , AB_2 и
 AB , ВЭА)



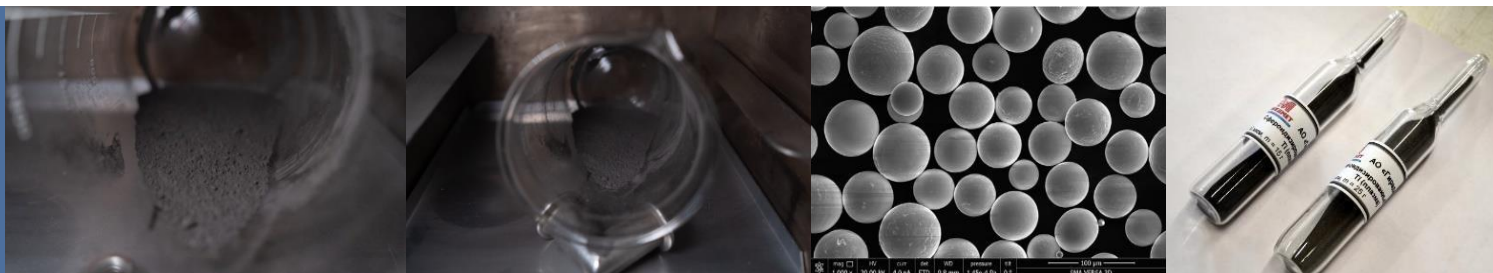
Лигатуры
(Ni/Co/Fe/Al/Cu + РЗМ)

Технологии и малотоннажное производство полигональных и сферических порошков тугоплавких металлов



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ПОРОШКИ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ



ПРОИЗВОДСТВО
ТУГОПЛАВКИХ ПОРОШКОВ:
ИЗ ОКСИДНОГО СЫРЬЯ
ИЗ СЛИТКОВ ЭЛП

Mo, W, Ta, Nb,
Hf, Ti, Zr, V

ТЕХНОЛОГИЯ
Восстановление
в токе водорода
Гидридно-кальциевое
Гидрирование-
дегидрирование

ОПЕРАТИВНЫЙ
КОНТРОЛЬ
РАЗМЕРОВ И
ФОРМЫ ЧАСТИЦ
УПАКОВКА



15

ОБЪЕМЫ
ВЫПУСКА
ТОНН В ГОД



Mo



W



Ta



Nb



Hf



Ti



Zr



V

Технологии получения гидроксида, оксида и металлического бериллия из бериллиевого концентрата



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

БЕРИЛЛИЙ



**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ
ПРОИЗВОДСТВО
ГИДРОКСИДА БЕРИЛЛИЯ
ПО ЩЕЛОЧНОЙ АВТОКЛАВНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МЕТОДА МЕМБРАННОГО
ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА**

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ

- Высокий экологический потенциал
 - «Нечувствительность» к фтору, содержащемуся в исходном концентрате
 - Замкнутый цикл по воде и основному реагенту — щелочи
 - Возможность полной автоматизации процесса
 - Защита персонала от воздействия соединений бериллия
- Использование для изготовления промышленного оборудования более доступных материалов (сталь 3 или сталь 20К, сталь 12Х18Н10Т, полипропилен)
 - Исключение операции плавления концентрата, выпарки щелочных растворов
 - Утилизация жидких и твёрдых Be-содержащих отходов
 - Получение готовой продукции высокого качества

Обогащение
(флотация)

Получение
концентрата

Переработка

Гидроксид Be
(оксид)

Металлический Be
(лигатуры)

Разработка технологии материалов эффективного производства порошков титановых сплавов для аддитивных технологий



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

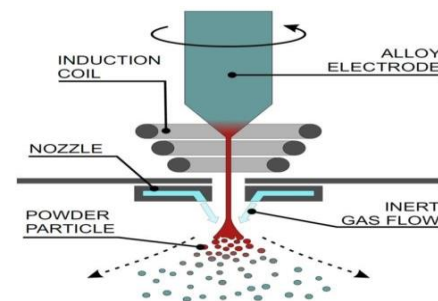
АТОМАЙЗЕР

ПОСТАНОВКА
ПРОИЗВОДСТВА
ПОРОШКОВ ДЛЯ
АДДИТИВНЫХ
И МІМ-ТЕХНОЛОГИЙ:
BT6, BT6с, BT6ч,
BT1-0, BT1-00



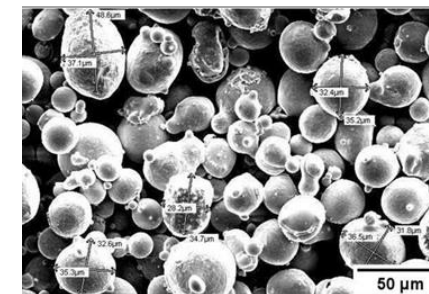
УНИКАЛЬНОСТЬ

Оборудование единично выпускаемое.
Полнофункциональная установка получения специальных сферических порошков титановых сплавов со сниженной себестоимостью для аддитивных технологий. Атомайзер экономит ваши расходы на материалы, используемые в аддитивной печати технологически новых и сложных деталей.



ТЕХНОЛОГИЯ

Установка работает как по технологии индукционной плавки электрода с распылением расплава форсункой свободного падения, так и по усовершенствованной (материалоеффективной) технологии с образованием перегретой струи расплава, ускоряемой до высоких скоростей



ПРОДУКЦИЯ

Атомайзер используется для получения мелкодисперсной фракции титановых сплавов, которые в дальнейшем применяются в качестве печатного материала в 3D-принтерах для изготовления точных изделий сложной конфигурации.

ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

Производительность

до 30 кг/час.

до 50 тонн/год.

Рабочая среда

расход газа (аргон) 40 нм³/кг.

Сырье

заготовка под распыление (диаметр до 80 мм, длина до 600 мм). Средний размер частиц – 50-70 мкм (фракция от 20 до 80 мкм - до 50% от плавки). Содержание кислорода 700-2000 ppm.

Габариты

7000×7000×8500 мм
(ДхШхВ)

Технологии и малотоннажное производство высокочистых соединений РМ и РЗМ, а также рассеянных элементов



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

РАССЕЯННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



Ga, In, Re,
Rb, Cs, Ge, Te

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ

- Направленная кристаллизация,
- Кристаллизация из растворов.
- Экстракция;
- Дистилляция;
- Ректификация;
- Зонная плавка;

Ин-0000 (из Ин-00) 500 кг металла в год

Технологии получения кристаллогидратов, хлоридов, нитратов и сульфатов индия. Вакуумная установка двойной дистилляционной очистки индия.



In марки Ин0000,
получен из индия
марки Ин00

ОКСИД ГАЛЛИЯ чистотой 99,999 % 80 кг материала в месяц

Уникальная установка вакуумной рекристаллизации
Загрузка: не менее 20 кг технического галлия.
Патент № RU 2583574



Ga марки 7N,
получен из отходов
полупроводникового
производства

СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕНИЯ

Технология извлечения из отработанных алюмоплатинорениевых катализаторов: обжиг, кислотное, либо щелочное выщелачивание с переводом рения в раствор, ионообменное извлечение рения из растворов с последующим получением высокочистого перрената аммония. Степень извлечения рения составляет 94 %.

Технология переработки отходов двойных молибден-рениевых и вольфрам-рениевых сплавов: окислительный обжиг с последующим электродиализным получением высокочистых рениевой кислоты или рениевокислого аммония. Степень извлечения рения ~ 95,3 %.

Стенд очистки перрената аммония

Электродиализная очистка перрената аммония от марки AP-1 до марки AP-00
Производительность 15 кг/мес.

170

ГАЛОГЕНИДОВ

48

ЭЛЕМЕНТОВ

7N

ЧИСТОТА

СЛИТКИ АЗВ5



АНТИМОНИД ИНДИЯ
АНТИМОНИД ГАЛЛИЯ
АРСЕНИД ИНДИЯ
АРСЕНИД ГАЛЛИЯ

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ «EPI-READY» ПЛАСТИН ОТ УЧАСТКА ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ДО МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ, ЧТО ГАРАНТИРУЕТ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ПО СТРУКТУРЕ И ГЕОМЕТРИИ.



100
СЛИТКОВ В ГОД
ОБЪЕМЫ ВЫПУСКА

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА GaAs

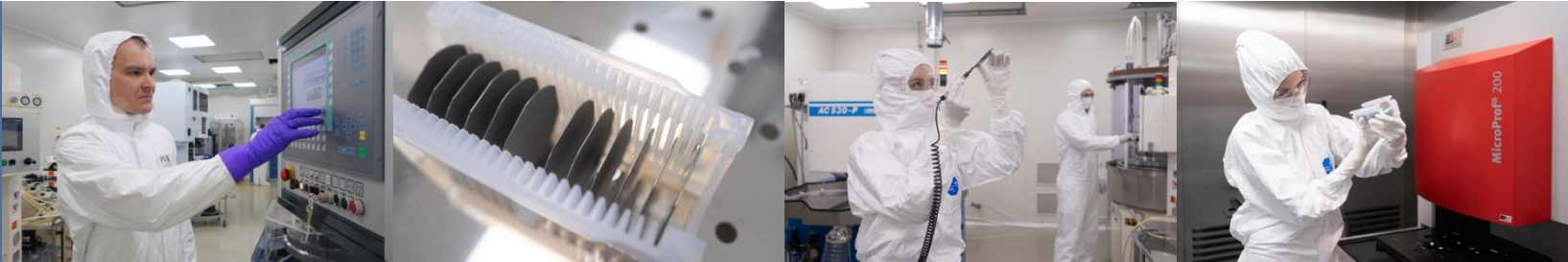
GaAs	(100), (111), (110), (211), (310)		
Номинал диаметра слитка, мм	40; 50,8; 76,2; 100		
легирующая примесь	Нелегир.	Si или Te	Zn
тип проводимости	n	n	p
концентрация носителей, см ⁻³	-	1×10 ¹⁷ – 3×10 ¹⁸	1×10 ¹⁷ – 3×10 ¹⁹
удельное сопротивление, Ом·см	>1×10 ⁷	-	-
подвижность, см ² /В·с	>5000	4200-1200	170-40
плотность дислокаций, см ⁻²	<5×10 ⁴	<5×10 ⁴	<5×10 ⁴

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛИТКА InSb

InSb	(100), (111), (211))		
Номинал диаметра слитка, мм	50,8 и 76,2		
легирующая примесь	нелегир.	легированный Te, Ge или Mn	
тип проводимости	нет	Te	Ge или Mn
концентрация носителей, см ⁻³	-	1×10 ¹⁷ – 3×10 ¹⁸	1×10 ¹⁷ – 3×10 ¹⁹
удельное сопротивление, Ом·см	(0,3– 3)×10 ¹⁵	3×10 ¹⁵ – 1×10 ¹⁸	1×10 ¹⁵ – 5×10 ¹⁸
подвижность, см ² /В·с	>4×10 ⁵	>1×10 ⁴	6,5×10 ³ – 1×10 ²
плотность дислокаций, см ⁻²	≤200		

Технологии и малотоннажное производство полупроводниковых материалов группы АЗВ5

ПЛАСТИНЫ АЗВ5



ПЛАСТИНЫ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Параметры	D 50,8 мм	D 76,2 мм	D 100,0 мм
Толщина, мкм	525±25	800±25	1000±25
Изменение толщины по пластине	< 5,0	< 6,0	< 7,0
Прогиб пластины (BOW), мкм	< 5,0	< 6,0	< 7,0
Коробление пластины (WARP), мкм	< 8,0	< 9,0	< 11,0
Длина базового среза, мм	16±2	22±2	32±2
Длина маркировочного среза, мм	8±2	11±2	18±2
Фаска по стандартному профилю	Есть	Есть	есть
Откл. диаметра от номинала, мм	0,5	0,5	0,5
Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм	≤1,0	≤1,0	≤1,0
Ориентация поверхности	(100)	(100)	(100)
Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град	±0,5	±0,5	±0,5
Тип и концентрация носителей заряда при 77°К, см ⁻³ : - слаболегированные - сильнолегированный	D 50,8 мм п-тип, 7,2х10 ¹⁴ ±1,5х10 ¹⁵ п-тип, 3,0х10 ¹⁷ ±1,0х10 ¹⁸		

ПЛАСТИНЫ АНТИМОНИДА ГАЛИЯ

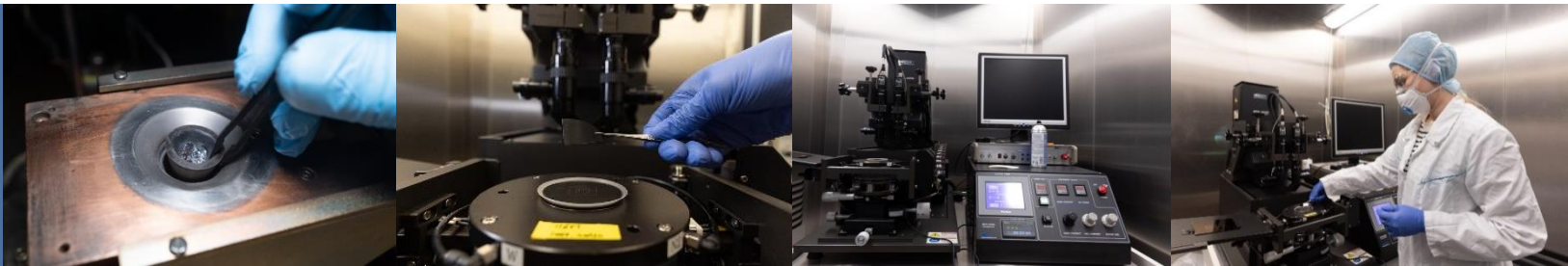
Параметры	D 50,8 мм	D 76,2 мм	D 100,0 мм
Толщина, мкм	450±25	600±25	800±25
Изменение толщины по пластине	< 5,0	< 6,0	< 7,0
Прогиб пластины (BOW), мкм	< 5,0	< 6,0	< 7,0
Коробление пластины (WARP), мкм	< 8,0	< 9,0	< 11,0
Длина базового среза, мм	16±2	22±2	32±2
Длина маркировочного среза, мм	8±2	11±2	18±2
Фаска по стандартн. профилю	Есть	Есть	есть
Откл диаметра от номинала, мм	0,5	0,5	0,5
Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм	≤1,0	≤1,0	≤1,0
Ориентация поверхности	(100)	(100)	(100)
Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град	±0,5	±0,5	±0,5
Тип и концентрация носителей заряда при 77°К, см ⁻³ : - слаболегированные - сильнолегированный	D 50,8 мм п-тип, 3,0х10 ¹⁷ ±1,0х10 ¹⁸		

ПЛАСТИНЫ АРСЕНИДА ИНДИЯ

Параметры	D 50,8 мм	D 76,2 мм	D 100,0 мм
Толщина, мкм	2000(-100)	2100(-100)	2100(-100)
Изменение толщины по пластине	< 5,0	< 10,0	< 7,0
Прогиб пластины (BOW), мкм	< 5,0	< 10,0	< 7,0
Коробление пластины (WARP), мкм	< 8,0	< 10,0	< 7,0
Фаска по стандартному профилю	Есть	Есть	есть
Откл. диаметра от номинала, мм	0,5	0,5	0,5
Шероховатость полированной поверхности раб. стороны Ra,нм	≤1,0	≤1,0	≤1,0
Ориентация поверхности	(111)	(100)	(100)
Откл. поверхности пластины от плоскости (100), град	±1,5	±0,5	±0,5
Тип и концентрация носителей заряда при 77°К, см ⁻³	п-тип, 3,0х10 ¹⁶		
При 295°К см ⁻³	D 100,0 мм Марка ИМЭС (1,5-3,0)х10 ¹⁸		

Технологии и малотоннажное производство полупроводниковых материалов группы A2B6

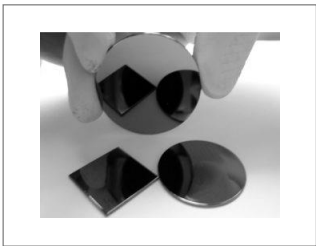
ПОДЛОЖКИ CdZnTe
ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ
СТРУКТУРЫ CdHgTe



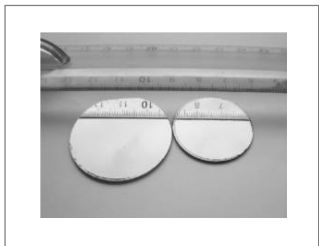
ПОДЛОЖКИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ
ГЕТЕРОСТРУКТУР
С ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ
СЛОЕМ КАДМИЙ-РУТУГЬ-ТЕЛЛУР,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТРИЧНЫХ
ФОТОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ
ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА.

ПРОДУКЦИЯ

Монокристаллические подложки с кристаллографической ориентацией [111] диаметром до 55 мм с плотностью дислокаций менее $5 \times 10^4 \text{ см}^{-2}$ изготавливают из кристаллов Кадмий-Цинк-Теллур, выращенных методом Бриджмена.



ПОДЛОЖКИ КЦТ
ТУ 1778-333/О-0198396-11



ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ
СТРУКТУРЫ КЦТ/КРТ
ТУ 1778-341/О-0198396-12
ТУ 1778-342/О-0198396-12

ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ КЦТ/КРТ МЕТОДОМ ЖФЭ

размеры рабочей поверхности, мм2	ø30, 20×20
размеры рабочей поверхности, мм2	ø37, 20×30
толщина слоя, мкм	15±5
состав, мол. доля CdTe, x	x=0,208÷0,230 x=0,207÷0,300
однородность состава по площади, мол.идоля CdTe, Δx	±0,002
тип электропроводности	n, p
концентрация основных носителей при 77К, см-3	n=(1,0÷5,0)·10 ¹⁴ p=(0,5÷3,0)·10 ¹⁶
подвижность основных носителей 77К, тсм2/В·с	μn≥1,0·10 ⁵ μp≥300
время релаксации фотопроводимости (77К), с	≥3·10 ⁻⁷ (n-тип) ≥3·10 ⁻⁸ (p-тип)
плотность дислокаций, см-2	<5·10 ⁴

1

ТЫС. СМ² В ГОД
ОБЪЕМЫ ВЫПУСКА

Технология получения монокристаллов высокочистого германия (HPGe)

ГЕРМАНИЙ



Из моно- и поликристаллов германия, выращенных методом Чохральского, изготавливаются оптические изделия для инфракрасной оптики.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- получения высокочистого тетрахлорида германия, применяемого для получения двуокиси германия;
- получения поликристаллических зонноочищенных кристаллов, используемых при выращивании монокристаллов германия;
- получения монокристаллов для инфракрасной оптики;
- получения высокочистых монокристаллов германия для детекторов гамма излучения.



7N

ЧИСТОТА ГЕРМАНИЯ
ПО КОНТРОЛИРУЕМЫМ
ПРИМЕСЯМ

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Nd (77 K)	$< 3 \cdot 10^{10}$	cm^{-3}
Hall mobility μH	$> 30\,000$	$\text{cm}^2/\text{V.s}$
Глубокие уровни (по DLTS)	$< 5 \cdot 10^9$ $< 1 \cdot 10^9$	cm^{-3}
p-type : Cu n-type : Deep level point defects		
Кристаллографическая ориентация	[100]	-

исходный Ge (6N)

Зонная очистка

Химическая
и плазменная
очистка

Выращивание
монокристалла
в среде
Сверхвысокочистого
H2

Монокристалл HPGe

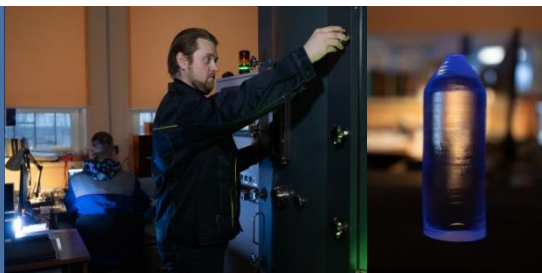
Анализ: э
ффект Холла,
DLTS, и PTIS

Технологии получения монокристаллических сцинтилляторов на основе РЗМ для детектирования гамма-излучения



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

МАТРИЧНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ ПЭТ



РЕКОРДСМЕН

Технология рассчитана на выращивание кристаллов диаметром до **90 мм**, высотой до **20 см** и массой до **5 кг**, что является мировым рекордом для кристаллов LYSO.

**ИНСТИТУТ ОСВОИЛ ТЕХНОЛОГИЮ
ВЫРАЩИВАНИЯ ОСОБО КРУПНЫХ
КРИСТАЛЛОВ ОРТОСИЛИКАТА ЛЮТЕЦИЯ,
АКТИВИРОВАННОГО ЦЕРИЯ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ
ДОБИТЬСЯ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ
ЕДИНИЧНЫХ ПИКСЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕЗКИ
КРИСТАЛЛА.**

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ

Световыход ($>2 \cdot 10^4$ ph/MeV)
Время затухания < 40 ns
Время нарастания < 500 ps
Высокая плотность > 7 g/cm³
Большое $Z_{\text{эфф}} = 66$

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Участок выращивания кристаллов LYSO
- Участок резки, шлифовки и полировки
- Участок матричных сборок LYSO



2

КРИСТАЛЛА
В МЕСЯЦ
ОБЪЕМЫ ВЫПУСКА

75

ММ
ДИАМЕТР

5

КГ
ВЕС

15

СМ
ВЫСОТА

Технологии и малотоннажное производство материалов для оптики и фотоники



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

ГАЛОГЕНИДЫ ТАЛЛИЯ СЕРЕБРА

РАЗРАБОТАНЫ ТЕХНОЛОГИИ
И ОРГАНИЗОВАНО
ПРОИЗВОДСТВО ОПТИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ИК ОБЛАСТИ
НА ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИДОВ
СЕРЕБРА И ТАЛЛИЯ.

- СИНТЕЗ СОЛЕЙ
- РОСТ КРИСТАЛЛОВ
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ АЛМАЗНЫМ ТОЧЕНИЕМ



МОНОКРИСТАЛЛЫ

галогенидов таллия
KPC-5 (TlBr-TlI) и KPC-6 (TlCl-TlBr)



ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИК-ДИАПАЗОНА

Призма

(заготовка) из KPC-6 (TlCl-TlBr)

Окно

из KPC-5 (TlBr-TlI)

Светоделительное кольцо

из KPC-5 (TlBr-TlI)

Призма

МНПВО из KPC-5 (TlBr-TlI)

Призма

из KPC-5 (TlBr-TlI)



ОПТОВОЛОКНО ИК-ДИАПАЗОНА

в т.ч. градиентного

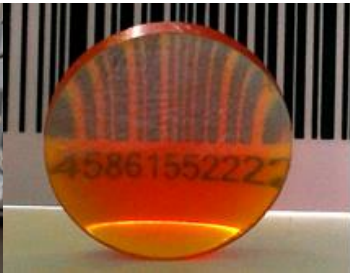
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДЕТЕКТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ

- широкий диапазон спектрального пропускания 0,43-50 мкм
- диаметр до 90 мм
- волнистость поверхности (местная ошибка ΔN) – 0,5 мкм
- кривизна поверхности (общая ошибка N) – 0,6 мкм

- шероховатость
- Ra – 0,01 мкм, Rz – 0,05 мкм
- высокая радиационная устойчивость
- низкое поглощение ИК-излучения
- низкие оптические потери
- негигроскопичны
- не требуют защитных покрытий на воздухе

ГРАДАНЫ

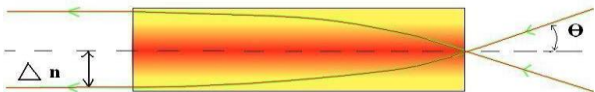


Монокристаллы твердых растворов $\text{TlCl} - \text{TlBr}$ и $\text{TlBr} - \text{TlI}$ переменного состава для плоских линз и для градиентного оптического волокна.

ГРАДИЕНТНЫЕ КРИСТАЛЛЫ НА ОСНОВЕ ГАЛОГЕНИДОВ

- для фокусирования ИК излучения
- для градиентных поликристаллических ИК световодов

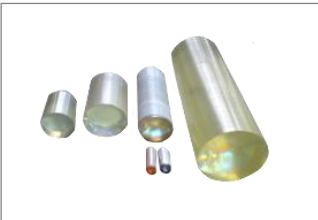
$\varnothing 0,1$ ВЕЛИЧИНА ПЕРЕПАДА ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛУЧЕЙ В ГРАДАНЕ ДЛИНОЙ $\frac{1}{4} L$

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Улучшенное качество изображения ввиду сведения аберраций к минимуму благодаря градиенту;
- Уменьшение радиуса кривизны (габаритов) оптических элементов благодаря высокому показателю преломления;
- Возможность создания многоканальных приборов, работающих в диапазоне от 0,4 до 50 мкм (от видимого до дальнего ИК).



ОПТИЧЕСКИЕ ЗАГОТОВКИ



КРИСТАЛЛ ЭЛЕМЕНТ КРС-5

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Область спектрального пропускания	0,4 - 50 мкм
Коэффициент спектрального пропускания	на длине волны 0,63 мкм: 55 - 65 % в диапазоне длин волн 2,5 - 25 мкм: 68 - 70 %
Коэффициент поглощения лазерного излучения	на длине волны 5-6 и 10,6 мкм, см^{-1} : не более 5×10^{-4}
Размеры градиентных элементов	диаметр до 30 мм, длина до 30 мм
Диаметр фокального пятна	10 - 12 мкм
Числовая апертура	$\text{NA} = \sin \theta$: 0,4 - 0,6
Максимальная разность показателя преломления	Δn : 0,1 - 0,09
Радиальное распределение показателя преломления	параболическое
Размеры градиентных заготовок для волоконных световодов	диаметр: 1 - 15 мм, длина: 30 - 80 мм



Технологии материалов для оптики и фотоники

ОПТОВОЛОКНО



Для производителей спектрального измерительного оборудования необходимы волокна, работающие в ближней и средней ИК-области спектра. Применение в качестве основного светопроводящего материала твердых растворов галогенидов серебра и одновалентного таллия позволяет получать рабочий диапазон зонда 3-30 мкм.

ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА ИЗ ГАЛОГЕНИДОВ СЕРЕБРА И ТАЛЛИЯ, ПРОЗРАЧНЫХ В ДИАПАЗОНЕ 0,6-30 МКМ, ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ИЗ СБОРОК ТИПА «СЕРДЦЕВИНА-ОБОЛОЧКА», С УЛУЧШЕННЫМИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕХНИКИ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ



ХАРАКТЕРИСТИКИ

Область спектрального пропускания, мкм	4,0 - 18,0
Оптические потери на длине волны 10,6 мкм, дБ/м	0,1 - 0,6
Максимальная вводимая мощность излучения, Вт	20
Коэффициент пропускания, %	60 - 70
Числовая апертура, (NA)	0,2 - 0,3
Радиус изгиба, мм	менее 50
Диаметр светопроводящей сердцевины / оболочки, мкм	450/500 900/1000

Изготовление поликристаллических волоконных световодов методом экструзии из сборок типа «сердцевина-оболочка», при котором кристаллическая заготовка в пластическом состоянии продавливается через полированную фильеру.

ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНА

- Подготовка сердцевины и оболочки проводится механической обработкой до получения поверхности оптического качества;
- Процесс экструзии волокна проводится на прессовом оборудовании – электрической испытательной машине FUDLC 200 кН, модифицированной специальной оснасткой для экструзии;
- Применение электромеханической испытательной машины, обеспечивает проведение процессов с тонко контролируемыми параметрами в безмасляной атмосфере.

Функциональные материалы и изделия. Полировальный порошок.



ГИРЕДМЕТ
РОСАТОМ

МОДИПОЛ



При изготовлении «Модипола» используются наноструктурированные оксиды редкоземельных и редких металлов с добавками, имеющие специально сформированную морфологию и микроструктуру, обеспечивающую повышение скорости и качества полирования высокоточного оптического стекла, зеркал и других изделий.

НАНОАБРАЗИВНЫЙ МЕХАНИЗМ ПОЛИРОВАНИЯ

Полирование осуществляется нанозернами с острыми ребрами. С целью получить порошки высокого качества, необходимо получить частицы с нанозернами размером 50–300 нм с острыми гранями, октаэдрической или кубической формы. Чем острее грани, тем выше полирующая способность. На качество зерен влияет способ получения прекурсора.

НОВ-ХАУ

Технология получения нанозерна с острыми краями.

МАЛОТОННАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



**Порошки
3 и 4 класса
чистоты**

Опытная установка
20–25 кг за цикл
Годовой объем
до 2 тонн



**Порошки
высокого
класса
чистоты**

Промышленная линия
Производительность
до 10 тонн в год

- Конкурентная цена (на 50 – 80% ниже иностранных аналогов)
- 100% отечественный продукт
- Оригинальные технологические решения
- Индивидуальные опытные партии
- Подбор требуемой морфологии продукта
- Использование на всех стадиях полирования
- Достижение суперфиниша поверхности до 10 Ангстрем

Функциональные материалы и изделия. Полировальный порошок.



МОДИПОЛ

В РОССИИ ПОЛИРОВАЛЬНЫЕ ПОРОШКИ ДЛЯ ОПТИКИ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕМАХ НЕ ВЫПУСКАЮТСЯ.
СПРОС ДО 70 ТОНН В ГОД,
КОТОРЫЙ ПОКРЫВАЕТСЯ ИМПОРТОМ.

4 ПАТЕНТА ТУ

ТУ трех видов Модипола

А — с мелкими частицами
В — со средними частицами
С — с крупными частицами
Дополнительно порошок ранжируется по
размеру зерен от 0,05 мкм до 0,6 мкм.
Заказчик может сам выбрать нужный
размер зерна.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИПОЛА

Дисперсность	0,4-1,5 мкм с улучшенной структурой частиц
Форма частиц	пластины
Полирующая способность	115мг/15 мин (+/- 5 мг.)
Полирующая способность, на смоле	60-65 мг/30 мин
Результат полирования	I-II класс чистоты поверхности
Структура частиц	Нанозёрна 50-300 нм октаэдрического габитуса
Содержание СеО2 в РЗЭ, %	50-90

СРАВНЕНИЕ АНАЛОГОВ

Марка порошка	Размер частиц	Полирующая способность, ППУ мг/15 мин	Содержание СеО2 в РЗЭ, %	Производительность
Модипол А,В,С	0,4-1,5	100-120	50-90	Россия
ОХАРА 69	1,0	100-110	100-110	Франция
ОХАРА Plus	0,8	До 100	50-75	
Cerox 1650	1,0	100-110	60-70	Франция
Фторопол М	0,8	80-100	52-75	Россия
Regipol 1200	0,9-1,2	80-90	50-60	Великобритания
Platinum 525	1,0-1,1	До 100	99	Китай
Auerpol	0,8-1,6	80-100	65	Австрия
Opaline	0,4-0,7	90-110	99	Франция

Функциональные материалы и изделия. Тетрафторид кремния.

ТЕТРАФТОРИД КРЕМНИЯ



КВАРЦЕВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА
СО СТРУКТУРОЙ, СФОРМИРОВАННОЙ
ПРИ ЛЕГИРОВАНИИ ФТОРОМ, ЯВЛЯЮТСЯ
НАИБОЛЕЕ РАДИЦИОННО СТОЙКИМИ И
ПОЗВОЛЯЮТ ТРАНСЛИРОВАТЬ СВЕТОВОЙ
ПОТОК В ШИРОКОМ СПЕКТРАЛЬНОМ
ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ
(УФ ВИДИМОМ, БЛИЖНЕМ ИК).

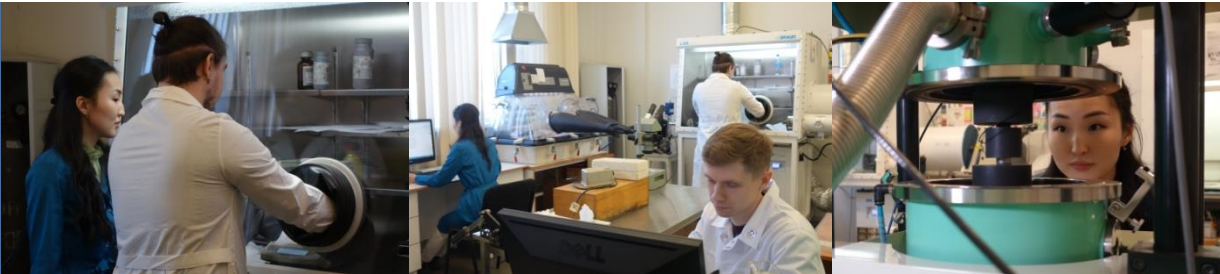
ПРОДУКТ

**ГАЗ SiF₄
(99,99%)**

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Показатель	Фактически по результатам анализа, ppm
HF	9,0
O2	<1
N2	<2
CO	0,5
CH4	2,9
CO2	1,0
As	<0,5
P	<0,5
B	<0,5

ТЭМ

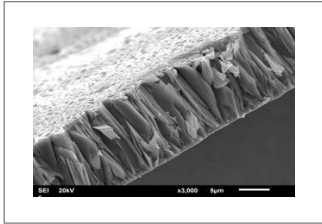


ТЭМ для генераторных устройств

- Преобразуют любые слабые тепловые потоки от любых источников, включая человеческое тело;
- Независимость от дневного цикла;
- Скрытность размещения из-за малых размеров;
- Высокая надёжность и длит. срок службы.

Производство и испытания ТЭМ

- Низкотемпературных: Bi_2Te_3
- Среднетемпературных: PbTe , GeTe , SnTe , Zn_4Sb_3 .



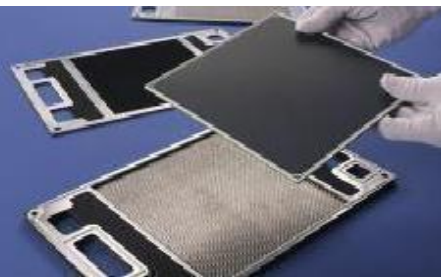
Прототипные генераторные устройства



Характеристики ТЭМ на Bi_2Te_3

Электропроводность σ , Ом $\cdot$ см $^{-1}$	850-1200
ТермоЭДС α , мкВ/К	230-195
Термоэлектрическая добротность Z, 10 $\cdot$ 3 $\cdot$ К $^{-1}$	3,3 p-тип, 2,9 n-тип

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ



ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛА

- на твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ)
- на протонно-керамических топливных элементах (ПКТЭ)

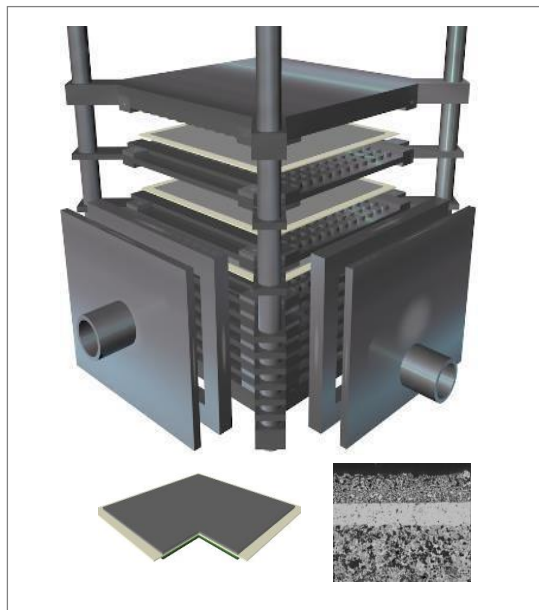
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ВЫСОКОЧИСТОГО ВОДОРОДА

- из водяного пара на твердооксидных электролизерах (ТОЭ)
- из метана на протонно-керамических электролизерах (ПКЭ)

ТВЕРДООКСИДНЫЕ И ПРОТОННО-КЕРАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ НАСОСЫ И ДАТЧИКИ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- алгоритмы и системы управления энергоустановками,
- GRID-системы для распределенной энергетики)



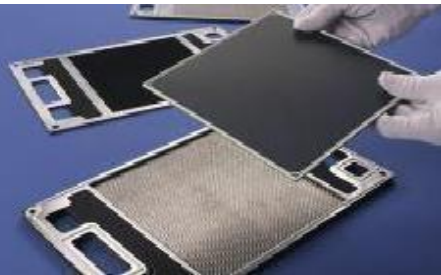
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ

- Технологии синтеза катодных и анодных материалов
- Оптимизация активных материалов электродов и состава электролита
- Разработка технологических регламентов изготовления электродных материалов, электролита и аккумуляторов

ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ

- Разработка и конструирование аккумуляторных и супер-конденсаторных систем
- Разработка конструкций аккумуляторов с увеличенной энергоемкостью (до 300 Вт·ч/кг)
- с оптимальными значениями мощности, ресурса и диапазона рабочих температур ($-20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$)
- Проведение испытаний на подтверждение соответствия целевых параметров заданным требованиям

ТОТЭ



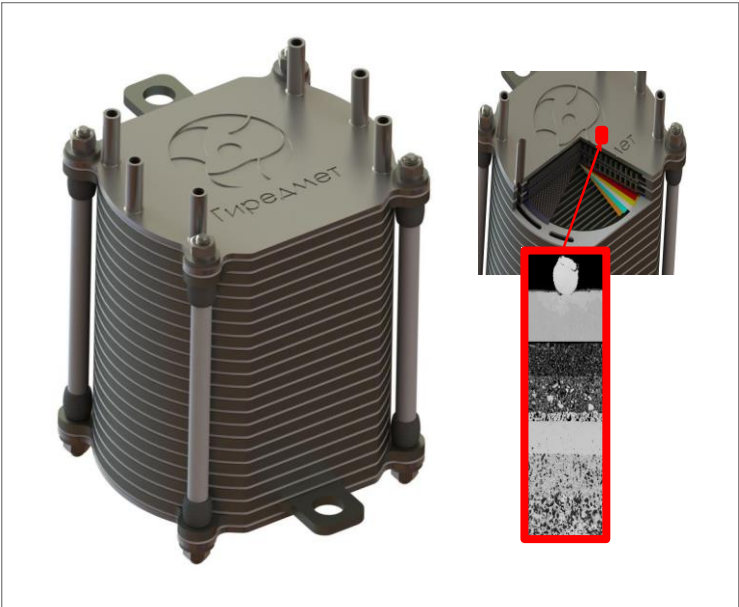
ОФИЦИАЛЬНЫЙ РАЗРАБОТЧИК СТАНДАРТА

Национальный стандарт ГОСТ Р МЭК 62282-7-2-2024 утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 апреля 2024 г. № 556-ст.

РАЗРАБОТАН ЭСКИЗ
ПОВТОРЯЮЩЕГОСЯ ЭЛЕМЕНТА И
МОДУЛЯ СТ-ТОТЭ
МОЩНОСТЬ 1 кВт
РАЗМЕРЫ 11×9×15 смЗ

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип ячейки	На несущем коллектору
Рабочая температура	600–700°С
Тип мембраны	Двухслойная
Толщина мембраны	10 μм
Интерконнектор	Бесхромистый сплав
Максимальная удельная мощность	0.8–1.5 Вт/см2
Плотность мощности	0.6–0.8 кВт/кг
Объем мощности	0.4±0.1 л/кВт
Расход водорода (H2)	40–55 г/(кВт·ч)
КПД	45 %



АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЯ СЕРТИФИКАЦИЯ



ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Высокочистые вещества
- РМ, РЗМ и драгоценные металлы
- Минеральное и вторичное сырье
- Полупроводники, сверхпроводники
- Наноматериалы и др.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦЕНТРА

- Высокая компетентность в сфере анализа и сертификации высокочистых веществ
- Более 200 аттестованных методик анализа
- Уникальное масс-спектральное оборудование для химического и изотопного анализа
- Современная инфраструктура

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Элементный химический анализ
- Фазовый (структурный) анализ
- Анализ изотопного состава
- Анализ химического состава ОСЧ веществ
- Анализ характеристик дисперсных материалов (порошков)
- Минералого-петрографический анализ минерального сырья
- Разработка и аттестация методики измерения
- Разработка и аттестация стандартных образцов
- Химические технологии переработки минерального сырья

УНИКАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

- разработка химических технологий
- материаловедческие исследования
- конструирование опытного и промышленного оборудования
- изготовление установок

