



**ГКМП**

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ

ВОПЛОЩАЕМ ИДЕИ  
В РЕАЛЬНОСТЬ

## О Компании

### РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И НАУКОЕМКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Мы — лучшие в своём деле и на этом не останавливаемся!**



**2010**  
год основания  
Компании



**750**  
сотрудников



**73000м<sup>2</sup>**  
производственных  
площадей



**1300**  
проектов  
по всей России



**250**  
современных станков

**Являемся отечественным разработчиком и производителем специализированного оборудования:**

- Вакуумная техника и оборудование специального назначения;
- Промышленное термическое оборудование;
- Ростовое оборудование;
- Магнитные катушки;
- Металлорукава высокого давления;
- Изделия из тугоплавких материалов и сплавов;
- Дорожно-строительная техника.

### Нас выбирают:

РОСКОСМОС, РОСАТОМ, РОСТЕХ, АО НИИ ПОЛЮС  
ИМ. М.Ф.СТЕЛЬМАХА, АО НПП ИСТОК ИМ. ШОКИНА,  
ФТИ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ, АО НПО ОРИОН



РОСКОСМОС



РОСАТОМ



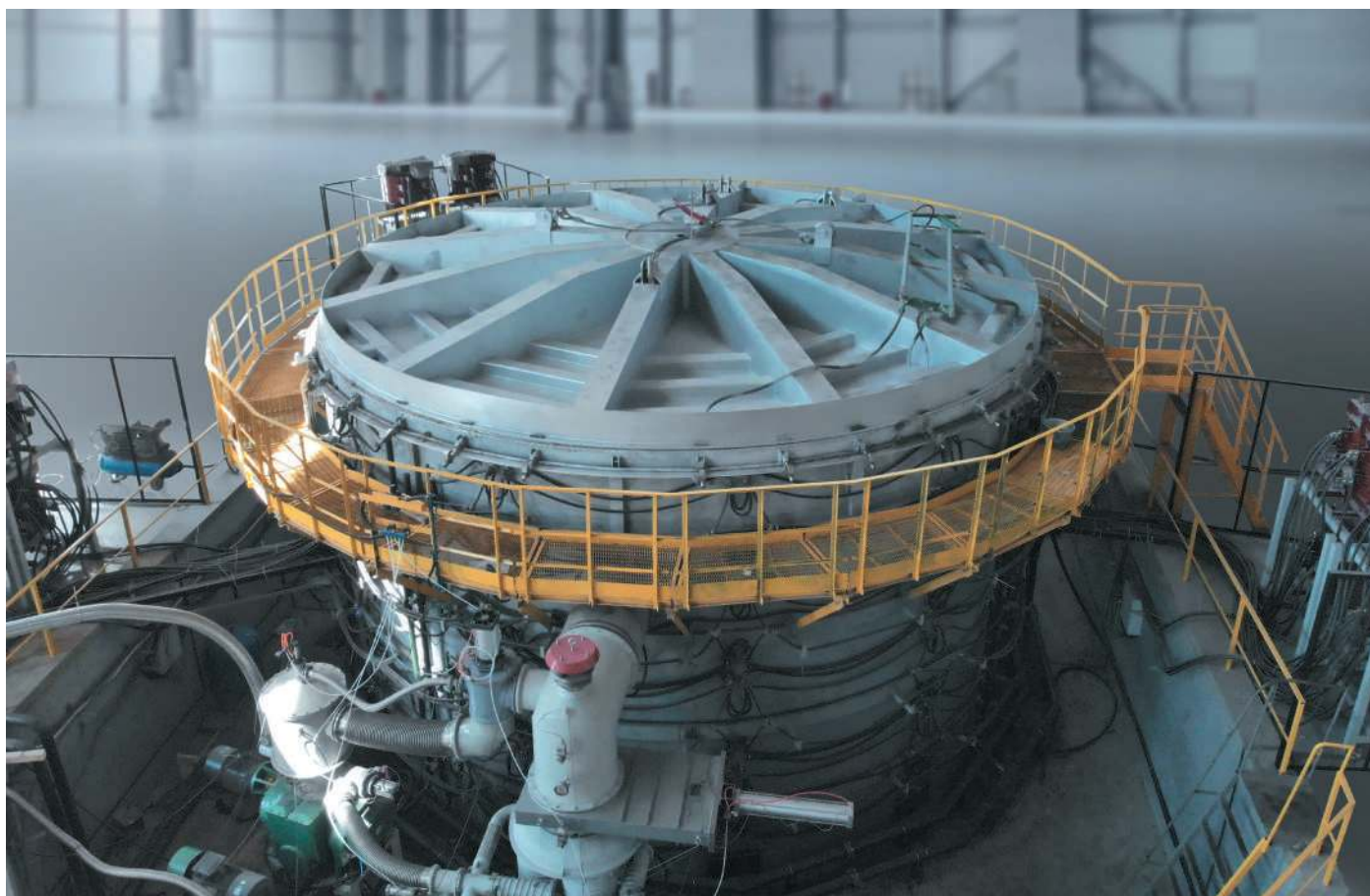
РОСТЕХ



В Брянске уже более 50 лет создают оборудование для электронной промышленности, в том числе и установки для выращивания кристаллов. Начало было положено в 1971 году, когда было создано Особое конструкторское бюро машиностроения на базе Брянского завода технологического оборудования. ООО «НПО «ГКМП» является преемником и продолжателем традиций Брянской инженерной школы вакуумного физико-термического оборудования.

#### **Наши установки для выращивания кристаллов включают:**

- Вакуумные камеры из нержавеющей стали 08Х18Н10Т или аналога. Возможно изготовление камер из кварца, алюминия, титана и других материалов, если это необходимо для технологии.
- Совместимые с процессом материалы нагревателей и тепловых узлов: графит, композиты и войлок на основе углерода, различная керамика и войлок из керамики, кварц, вольфрам, молибден.
- Приводы перемещения и вращения штоков и тиглей на базе современных мехатронных систем.
- Любые типы вакуумных насосов, в зависимости от требований к вакууму и его глубине, арматуру и измерительную часть.
- Газовые системы, включая водородные.
- Современные системы автоматического управления с разными уровнями доступа.



**По требованию Заказчика сделаем вакуумный отжиг камер и конструкций целиком.  
Габариты: до 6,5 м диаметром и до 4 м высотой**

# Установки для выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского CZ



Все этапы выращивания кристалла: от проверки натекания до охлаждения кристалла полностью автоматизированы.

**Преимущества установок для выращивания монокристалла кремния методом Чохральского CZ производства ООО «НПО «ГКМП».**

- Возможность установки магнита, подавляющего конвекцию расплава для выращивания полупроводниковых кристаллов.
- Установка водоохлаждаемого колодца, с электромеханическим приводом подъема-опускания. Для эффективного поглощения теплоты от кристалла применяется специальное покрытие колодца.
- Исполнения для «солнечного» и полупроводникового кремния.

Предназначены для выращивания монокристаллов кремния из расплава. Могут применяться для выращивания монокристаллов кремния «солнечного» и полупроводникового качества, диаметром от 75 до 300 мм, длиной от 1,5 до 4,5 метра.

ООО «НПО «ГКМП» предлагает Заказчику различные варианты компоновки установок: камера кристалла - с дверью или «труба», главный затвор - щелевой или «хлопушка» в любых сочетаниях.

Для выращивания полупроводниковых монокристаллов кремния с особыми свойствами, возможно применение магнита, подавляющего конвекцию расплава.

Для повышения скорости роста монокристалла мы предлагаем установку водоохлаждаемого колодца, с электромеханическим приводом подъема-опускания. Применение водоохлаждаемого колодца позволяет повысить скорость роста кристалла в 1,5-2 раза и улучшить некоторые важные характеристики.

Диаметр растущего монокристалла определяется по телекамере. При необходимости контроля температуры нагревателя и/или расплава устанавливаются пирометры.



# Установки для выращивания монокристаллов сапфира и рубина методом Бриджмена-Стокбаргера



Предназначены для выращивания монокристаллов лейко-сапфира и рубина. Методом Бриджмена-Стокбаргера выращивают кристаллы по любой кристаллографической оси, что позволяет существенно увеличить выход годного продукта и снизить затраты на последующую обработку

Выращивание монокристалла лейкосапфира и рубина по методу Бриджмена-Стокбаргера проводят в тигле, размеры и форма которого определяют размеры и форму будущего кристалла. Затравка устанавливается в нижнюю часть тигля и по степени ее проплавления объективно определяют возможность начала роста кристалла. Требуемый осевой градиент температур определяется как самим тепловым узлом, так и перемещением тигля в холодную зону, что обеспечивает хороший теплоотвод и высокий градиент температур вдоль оси кристалла.

Тигель с кристаллом можно вращать с частотой 5...30 об/мин. Вращение позволяет выровнять тепловые условия в тигле, а примеси и пузырьки оттесняются к стенкам тигля центробежными силами.

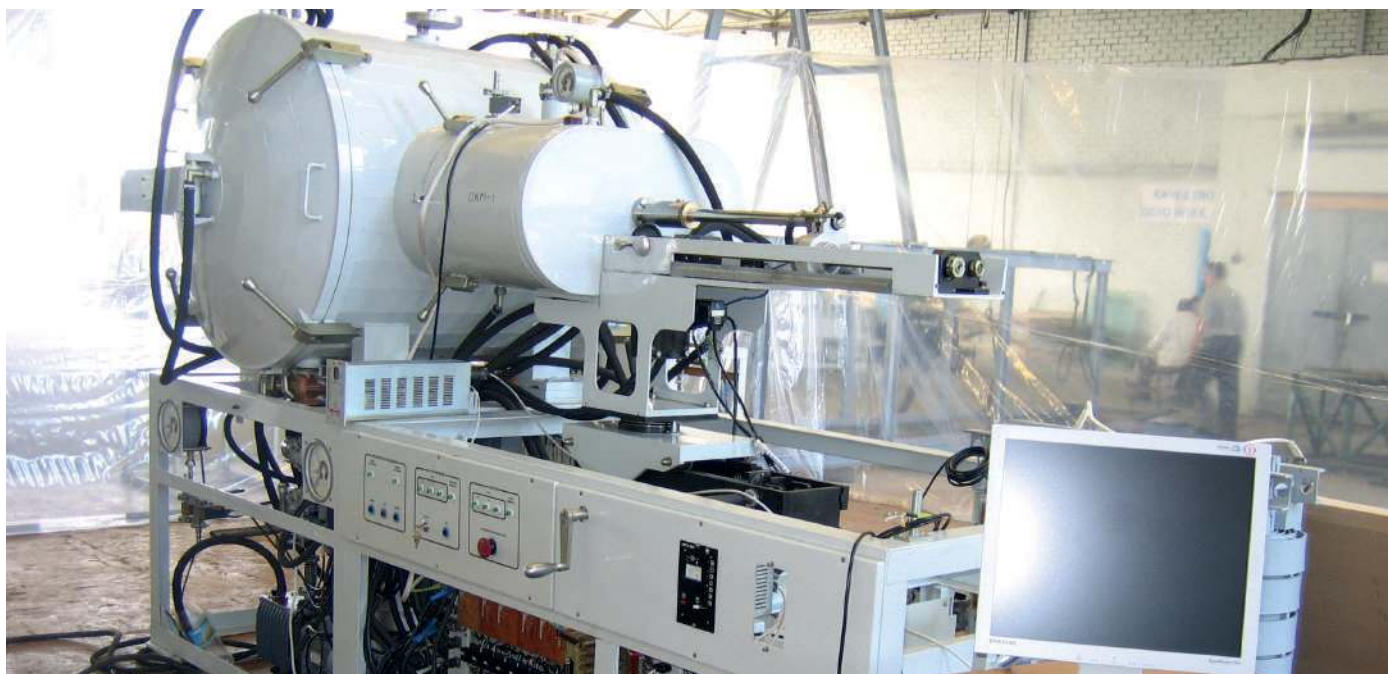
Кристаллы сапфира и рубина получаются правильной формы с ровными поверхностями. Это позволяет легко контролировать их качество, в том числе в автоматическом режиме.

**Преимущества установки для выращивания монокристаллов сапфира и рубина методом Бриджмена-Стокбаргера производства ООО «НПО «ГКМП»:**

- Выращивание по любой кристаллографической оси, в том числе по оси С (0001).
- Процесс проводится в автомате, включая затравление.
- Не требуются телекамеры, пирометры или термодатчики.
- Не требуется персонал высокой квалификации.
- Печь требует к себе внимания только на стадии обслуживания: выгрузка кристалла, чистка печи, загрузка сырья.



# Установки для выращивания монокристаллов лейкосапфира методом горизонтально направленной кристаллизации



Предназначены для выращивания монокристаллов лейкосапфира любой кристаллографической ориентации в виде пластин.

Метод ГНК позволяет выращивать монокристаллы лейкосапфира рекордных размеров, недостижимых при использовании других ростовых методов.

Метод горизонтально направленной кристаллизации ГНК (метод Багдасарова) был разработан в Институте кристаллографии им. А. В. Шубникова АН СССР.

В методе ГНК сочетаются элементы направленной кристаллизации и зонной плавки. Если при обычном выращивании расплавляется всё сырьё, то при ГНК между затравочным кристаллом и сырьём создается локальная расплавленная зона. Кристалл растет за счёт медленного перемещения расплавленной зоны вдоль контейнера с сырьём, имеющего форму лодочки.

Особенностью метода ГНК является также возможность проведения многократной перекристаллизации материала, что способствует очистке сырья и позволяет повысить качество кристалла. Открытая поверхность расплава позволяет вводить легирующие добавки на любом этапе выращивания кристалла.

## Преимущества установок для выращивания монокристаллов лейкосапфира методом горизонтально направленной кристаллизации производства ООО «НПО «ГКМП»:

- Возможность установки нескольких независимых нагревателей для создания и регулирования градиента температур.
- Использование легковесной футеровки для снижения инерционности теплового узла.
- Возможно применение лодочек из вольфрама.

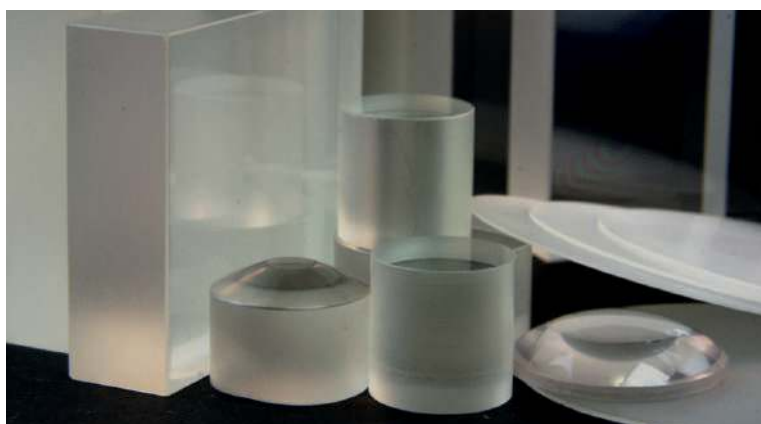


# Установки для выращивания монокристаллов лейкосапфира методом Киропулоса КУ (Мусатова, ГОИ)



Предназначены для выращивания монокристаллов лейкосапфира из расплава. Метод Киропулоса характеризуется малыми температурными градиентами на фронте кристаллизации. К основным преимуществам относятся техническая простота процесса и возможность выращивания кристаллов больших размеров (>500 кг) с низкой плотностью дислокаций.

Метод Киропулоса впервые был применен для выращивания кристаллов сапфира в 1970-х годах в Советском Союзе. В 1990-х был модернизирован проф. М.И.Мусатовым и получил название - метод ГОИ.



Скорость роста управляется путем медленного снижения температуры до тех пор, пока весь расплав не кристаллизуется. Подвешивание затравки к датчику веса обеспечивает обратную связь для определения скорости роста.

В ООО «НПО «ГКМП» можно заказать установки для выращивания монокристаллов лейкосапфира и других материалов по методу Киропулоса. В установках применены нестандартные решения по расположению тоководов и крышке камеры. На колонне установлен индивидуальный тельфер на 500 кг. Технологи, в сотрудничестве с которыми создавалось наше оборудование, высоко оценили преимущества новых решений.

## Преимущества установок выращивания монокристаллов лейкосапфира методом Киропулоса КУ (Мусатова, ГОИ) производства ООО «НПО «ГКМП»:

- Одна крышка камеры - меньше вероятность возникновения течи, более удобный доступ для обслуживания теплового узла и чистке камеры.
- Боковое расположение тоководов – оператор не подвергается электромагнитному излучению.
- На колонне установлен индивидуальный тельфер, что упрощает извлечение кристалла и тигля из установки, а также даёт возможность разборки-сборки камеры и теплового узла, без кран-балки или подъёмника.



# Установки для выращивания монокристаллов арсенида галлия (GaAs) и арсенида индия (InAs)



Предназначены для выращивания монокристаллов арсенида галлия (GaAs) и арсенида индия (InAs). Выращивание производится по методу Чохральского с жидкостной герметизацией расплава (LEC).

Метод LEC является одним из основных в производстве монокристаллов GaAs и InAs. Для подавления миграции компонентов, расплав находится под слоем легкоплавкого флюса, плотность которого меньше плотности расплава. Дополнительно создается избыточное давление аргона.

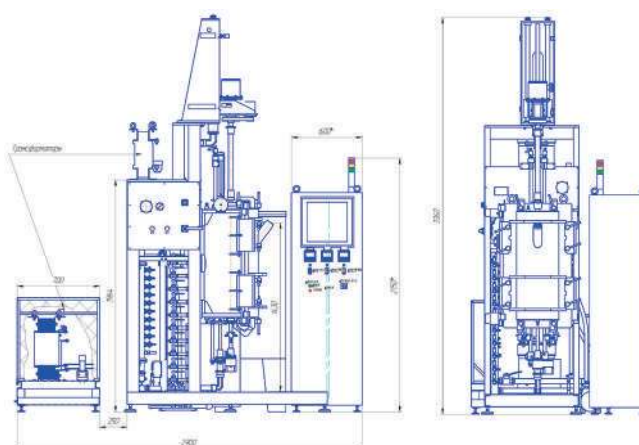
Для создания требуемого теплового поля и управления градиентами температур в установке предусмотрено три нагревателя. Основной и донный нагреватели неподвижные, а верхний (фоновый) нагреватель оснащён приводом перемещения.

Диаметр растущего монокристалла определяется по телекамере. Для контроля массы растущего кристалла установлен датчик веса.

В установке предусмотрена герметичная система отвода газов из камеры перед каждым ее открытием. Вакуумная камера рассчитана на вакуум и избыточное давление до 10 атм, что в совокупности с жидкостной герметизацией расплава позволяет выращивать монокристаллы арсенида галлия (GaAs) и арсенида индия (InAs) с минимальной потерей исходных компонентов.

## Преимущества установки для выращивания монокристаллов арсенида галлия (GaAs) и арсенида индия (InAs) производства ООО «НПО «ГКМП»:

- Независимое управление нагревателями по мощности и температуре.
- Автоматический сброс (сравливание) газа из камеры в вентиляционную систему, при росте давления выше рабочего (10 кгс/см<sup>2</sup>). В системе предусмотрена разрывная мембрана, на случай резкого повышения давления в камере.
- Рабочее давление до 10 атм.
- Герметичная система отвода газов из камеры перед каждым ее открытием.





# Установка для выращивания монокристаллов антимонида индия (InSb) и галлия (GaSb) методом Чохральского CZ



Установка предназначена для плавления, синтеза и выращивания методом Чохральского монокристаллов антимонида индия (InSb) и галлия (GaSb) с последующим отжигом выращенного кристалла.

Для выращивания монокристаллов антимонида индия (InSb) и галлия (GaSb) широко применяется метод Чохральского. Выращивание происходит в среде водорода. Для этого в установках предусмотрены генератор водорода и фильтр для водорода на основе палладиевой мембраны с максимальным протоком до 100 л/час.

В камере сделаны отдельные вводы для инертного газа (снизу) и водорода (сверху). На каждую линию устанавливаются регуляторы расхода газа с расходом: 1–100 л/час.

Для освещения камеры изнутри, установлены светодиодные лампочки (сверху и снизу).

Предусмотрен ввод для термопары и окно для инфракрасного пирометра по центру нагревателя.

Газовая система предусматривает автоматический сброс (сравливание) газа из камеры в вентиляционную систему, при росте давления выше рабочего (1,0 кгс/см<sup>2</sup>). Также в камере предусмотрена разрывная мембрана, на случай резкого повышения давления в камере

**Преимущества установки для выращивания монокристаллов антимонида индия (InSb) и галлия (GaSb) методом Чохральского CZ производства ООО «НПО «ГКМП»:**

- Автоматический сброс (сравливание) газа из камеры в вентиляционную систему, при росте давления выше рабочего.
- Разрывная мембрана, на случай резкого повышения давления в камере.
- Генератор водорода и фильтр для водорода на основе палладиевой мембраны.
- Герметичная система отвода газов из камеры перед каждым ее открытием.



# Оборудование для учебных заведений и НИИ



Для обучения студентов и проведения научных исследований требуются компактные установки небольших размеров и мощности.

Такие установки легко помещаются в любых лабораториях.

Малогабаритные лабораторные установки уступают промышленному оборудованию только в размерах и мощности, но обладают всем функционалом, необходимым для выращивания кристаллов или проведения различных экспериментов.

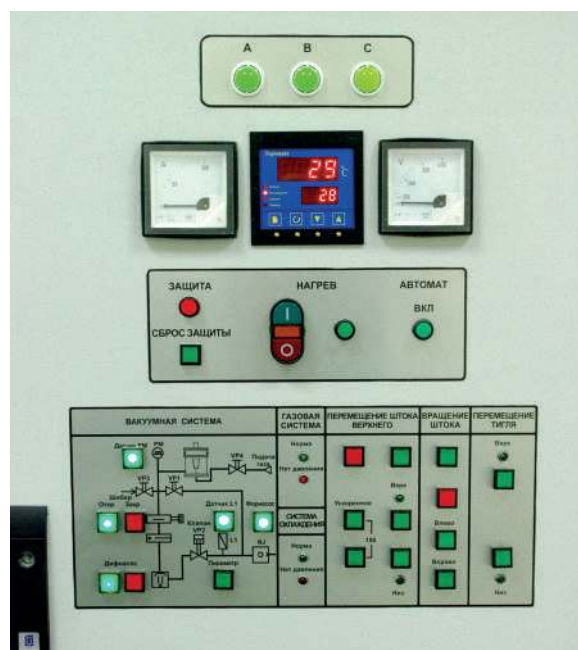
Такое оборудование незаменимо при обучении и научных исследованиях, когда не требуется выращивать кристаллы больших размеров или загружать большое количество материала.

Оборудование поставляется с необходимым комплектом ЗИП. Наши специалисты помогут смонтировать и запустить оборудование в работу, проведут обучение персонала.

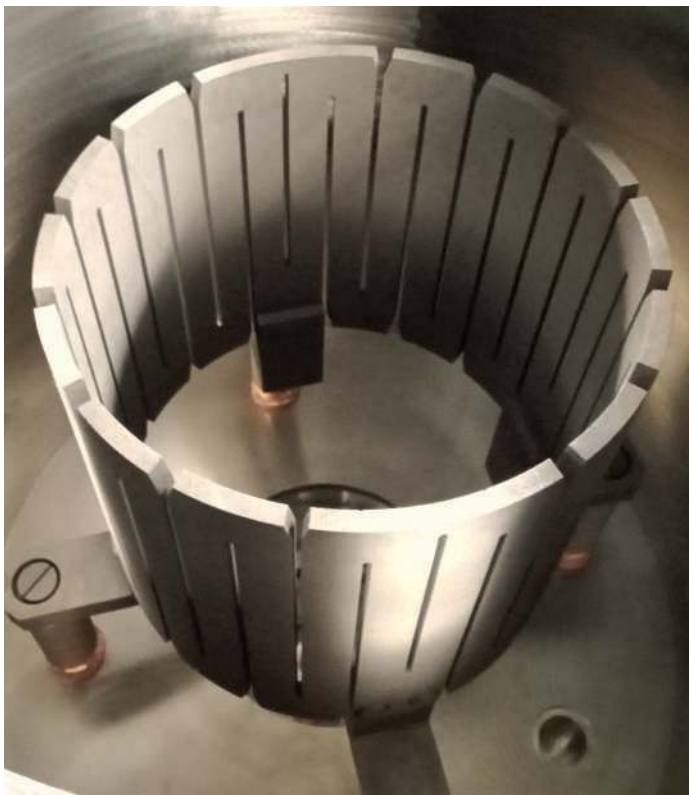
При необходимости, вместе с установкой мы можем поставить систему оборотного водоснабжения.

## Преимущества оборудования для ВУЗов и НИИ производства ООО «НПО «ГКМП»:

- Рабочие камеры из любых доступных материалов: нержавеющая сталь, алюминий, титан, медь, кварц.
- Любой метод выращивания кристаллов: Киропулоса, Чохральского, ВНК, Бриджмена, Стокбаргера.
- Изготовление установок для исследований по Техническому заданию.
- Современные мехатронные системы с обратной связью.
- Контроль любых параметров процесса: ток-напряжение- мощность, температура, диаметр, масса.



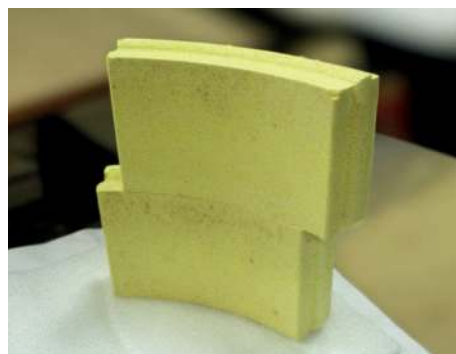
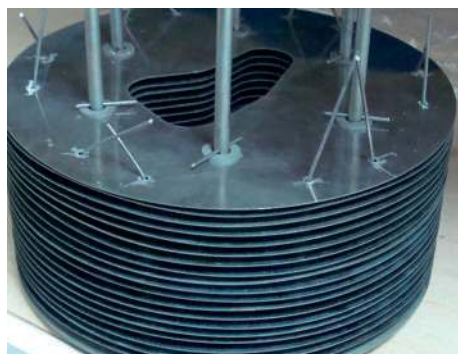
## Тепловые узлы, материалы для тепловых узлов



На предприятии создан специальный участок для сварки тугоплавких материалов. Сварка вольфрама и молибдена ведется в среде инертного газа после предварительного нагрева металла, иначе он становится хрупким. Пластичность сварных соединений повышается после дополнительной термообработки.

Вместе с оборудованием для выращивания кристаллов мы поставляем тепловые узлы целиком или их отдельные компоненты:

- Нагреватели и детали из вольфрама, графита или композитов.
- Тепловые экраны комплектом или частями из вольфрама, молибдена, графита, композита, войлока керамического или графитового.
- Кирпичи по чертежам Заказчика и детали тепловых узлов из различной керамики (SiC, ZrO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZTA, h-BN, p-BN).
- Лодочки, тигли, реторты из тугоплавких материалов.
- Водоохлаждаемые тепловые экраны из нержавеющей стали с «чёрным» покрытием.





# ГКМП

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

## ООО «НПО «ГКМП»

Адрес: 121596 г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Можайский, ул. Толбухина, д. 10, корп. 2, пом. 1, комн. 11

Телефон: +7 (495) 150 14 50

E-mail: [msk@gkmp32.com](mailto:msk@gkmp32.com)

Для обращения по техническим вопросам:

[crystal@gkmp32.com](mailto:crystal@gkmp32.com)

[www.gkmp32.com](http://www.gkmp32.com)



ВОПЛОЩАЕМ ИДЕИ  
В РЕАЛЬНОСТЬ