



Всероссийский электротехнический институт –
филиал федерального государственного унитарного предприятия
«Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-
исследовательский институт технической физики
имени академика Е.И. Забабахина»

Электронно-лучевой комплекс для переплава тугоплавких металлов



ВЭИ – филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина»

Электронно-лучевые вакуумные печи для сверхчистого переплава

Решаемые задачи	Возможности
Финишный переплав тугоплавких металлов и сплавов	Возможность получения уникальных, химически чистых, тугоплавких металлов и сплавов
Вторичный переплав лома тугоплавких металлов	Повышенный КПД Повышенная мощность и производительность

ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ:

1. Выделение энергии непосредственно в нагреваемом объекте, минуя тигли и другие устройства, нет взаимодействия обрабатываемого металла с материалом тигля.
2. **Чистота процесса** – высокий вакуум, нет окисления металла.
3. **Высокая концентрация энергии** ($10^5 - 10^8$ Вт/см²), достижимая только в лазерной технике, но в отличие от лазерных технологий при существенно более высоком КПД, нет потерь на отражение лазерного луча от поверхности металла.
4. **Легкость управлением** и автоматизацией процесса.
5. Большой набор воздействий на обрабатываемый объект:
 - термическое;
 - радиационно-химическое;
 - плазмо-химическое.

Области применения электронно-лучевой технологии



Получение особо чистых металлов и сплавов для промышленных объектов.



Модификация поверхности под действием мощного электронно-лучевого потока.



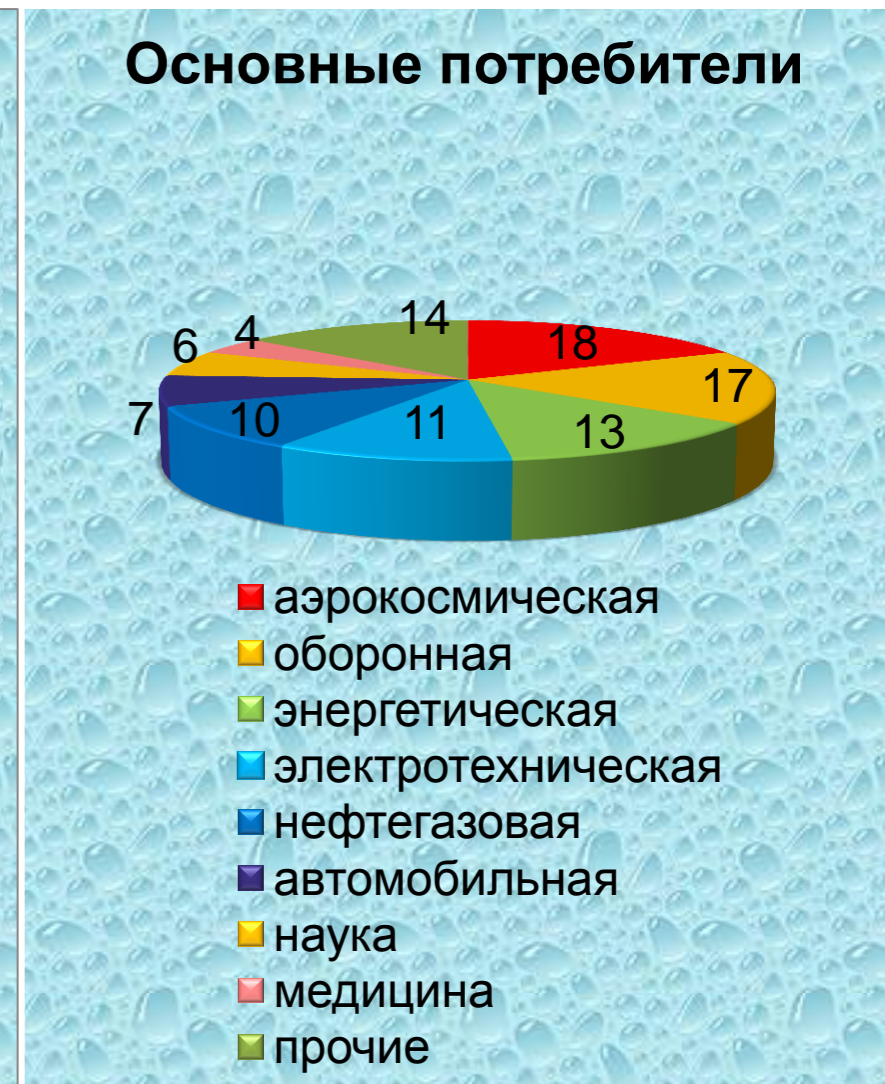
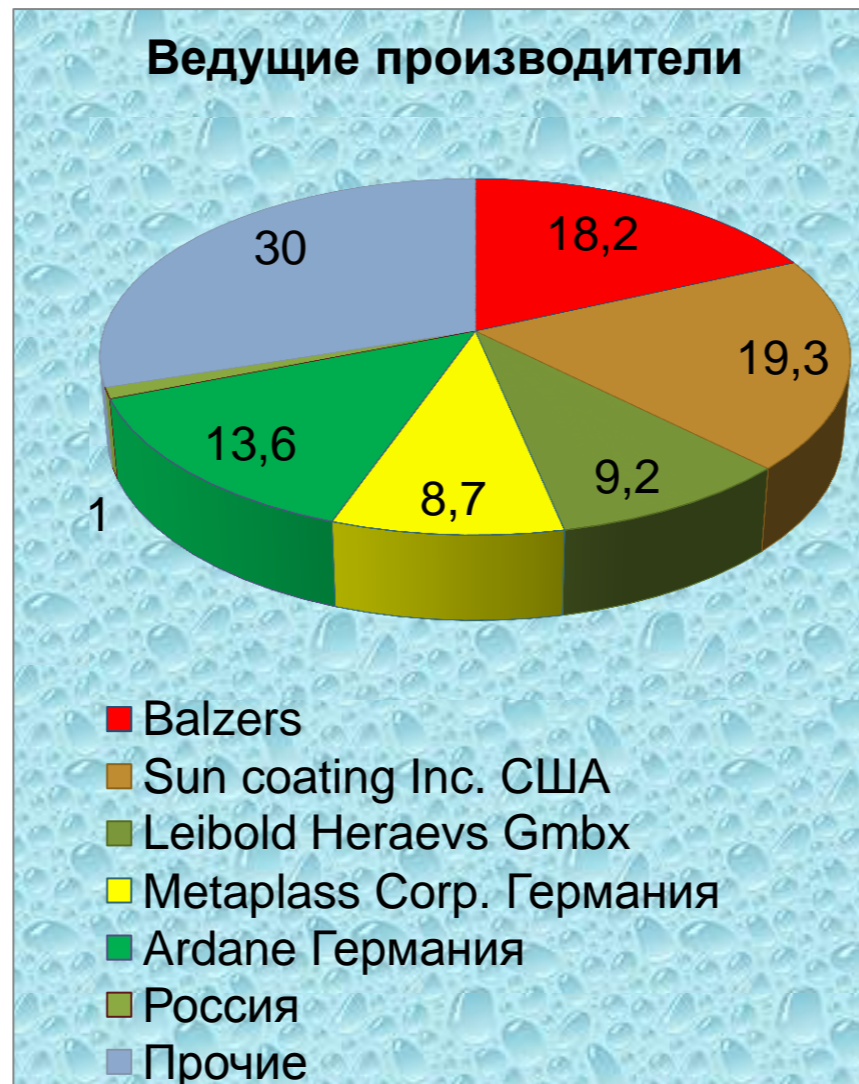
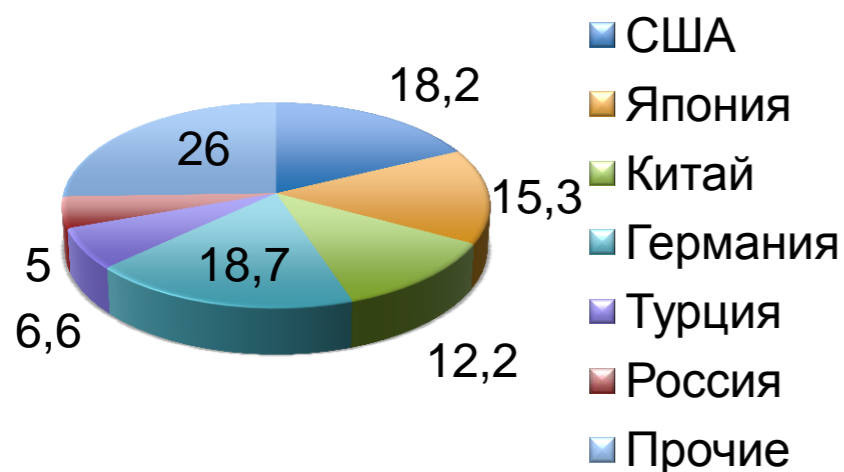
Нанесение защитных, в том числе пылефобных и гидрофобных, покрытий на элементы электротехнического комплекса.



Для технологий создания современного вооружения.

Мировой рынок , ведущие производители и основные отрасли применения электронно-лучевого оборудования

Доля электронно-лучевого оборудования по странам



Разработка экологически чистого электронно-лучевого оборудования нового поколения с повышенным ресурсом источника электронов

Повышение ресурса непрерывной работы электронно-лучевых оборудования с термокатодами с **10-20 часов до величин 100-200 часов**, позволит существенно **уменьшить непродуктивный простой оборудования.**

- ❑ **1 час** простоя электронно-лучевого оборудования при электронно-лучевом переплаве титана обходится в **160 000 руб.**
- ❑ Увеличение ресурса КПУ с **10 до 100 часов** позволяет **увеличить производительность установок** электронно-лучевой сварки предприятие “Салют” г. Рыбинск **более чем в два раза** и отказаться от приобретения дополнительной сварочной установки стоимостью 1.8 млн. евро.
- ❑ **1 час** простоя электронно-лучевого оборудования предприятия “СеверМаш” г. Северная Двина **обходится в 2 000 000 руб.**
- ❑ Увеличение срока службы с 10 часов до 200 часов позволит использовать вместо лазеров электронно-лучевое оборудование для процесса напыления сверхпроводящего покрытия при производстве сверхпроводящего кабеля
- ❑ **Увеличение срока службы до 200 часов** позволит широко использовать электронно-лучевое оборудование **для аддитивных 3D технологий.**

Электронно-лучевые пушки

Разрабатываем и производим пушки нескольких видов:

1 Электронно-лучевая пушка высоковольтного тлеющего разряда для черновой переплавки тугоплавких металлов (титана, ниобия и других тугоплавких).

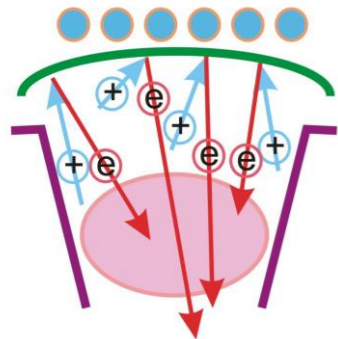
2 Электронно-лучевая пушка с термоэлектронным источником электронов для чистового переплава металлов и получения сверхчистых материалов.

3 Сварочная пушка для сваривания высокопрочным швом металлических листов толщиной до 350 мм.



Высоковольтная пушка тлеющего разряда

Вторично электронный эмиттер Al_2O_3 охлаждение

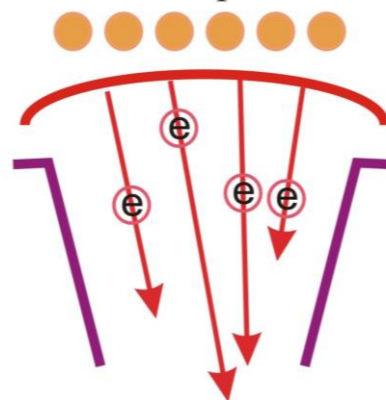


эффективность 75 Вт/А
Ресурс 500 часов
Мощность 200 кВт



Электронно-лучевая пушка с термокатодом

Термо электронный эмиттер LaB_6

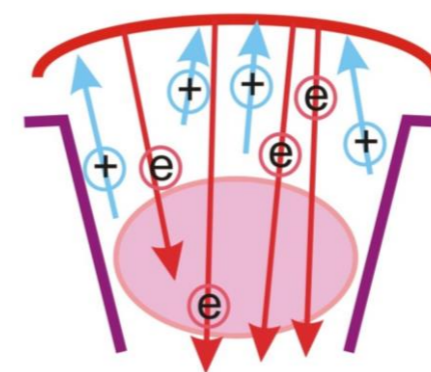


эффективность 75 Вт/А
Ресурс 50 часов
Мощность 600 кВт



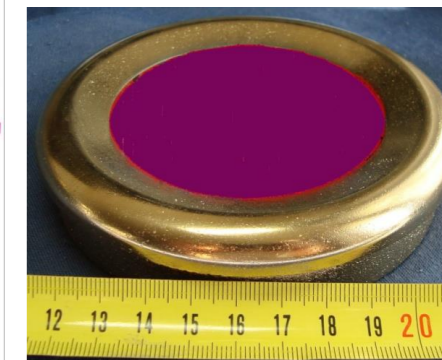
Газонаполненная пушка с термокатодом

Газонаполненная пушка с термокатодом



эффективность 75 Вт/А
Ресурс 500 часов
Мощность 600 кВт

Термокатод для газонаполненной пушки

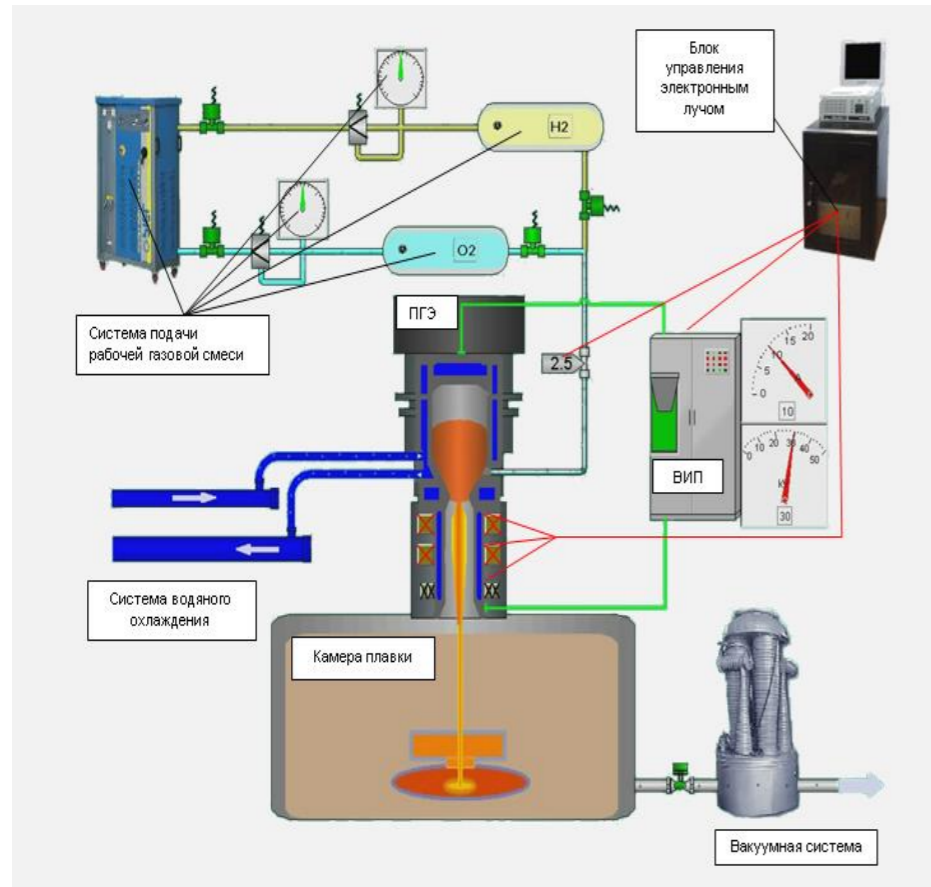


Сравнение электронных пушек разного вида

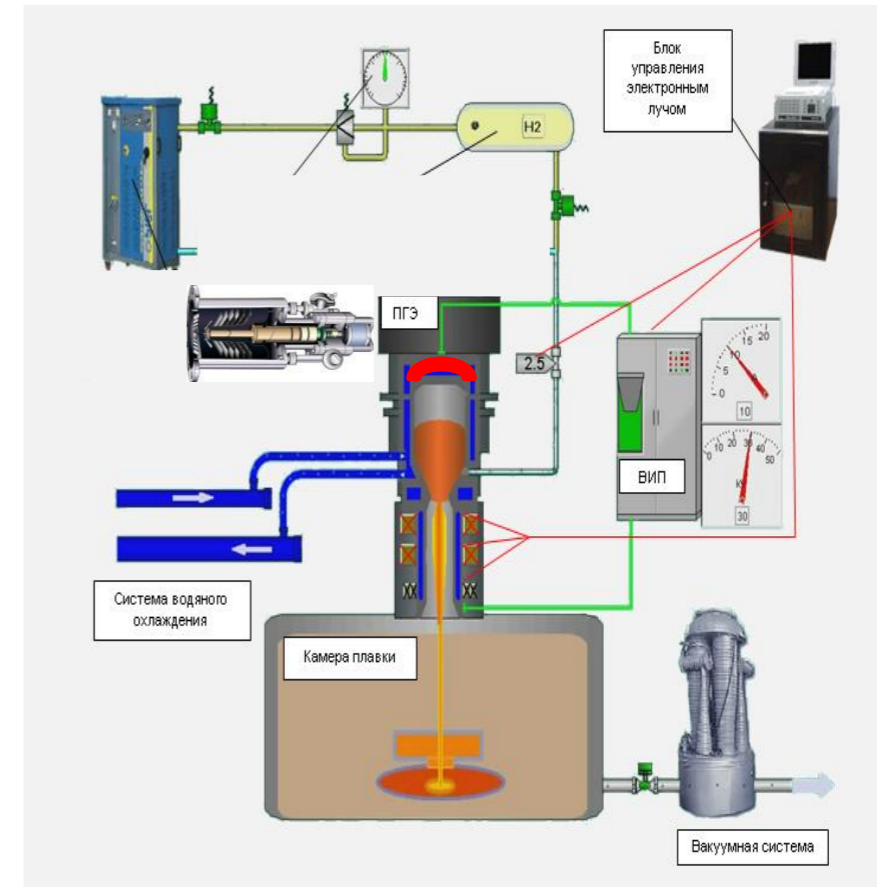
Параметр	Традиционная пушка с термокатодом	Высоковольтная пушка ВТР	Газонаполненная пушка с термокатодом
Мощность, кВт	600	200	1000
Ресурс	20	>200	>200
Давление мм.рт.ст.	10^{-5}	10^{-1}	10^{-5}
Опасность техногенных катастроф	низкая	высокая	низкая
КПД, %	95	70	95
Экологическая безопасность	Рентгеновское излучение	Рентгеновское излучение	Повышенный уровень безопасности
Расход воды л/час	1000	2000	1000
Используемые газы и их расход	нет	H ₂ - 50 SSCM O ₂ – 50 SSCM	H ₂ , He, Ar, N ₂ 50 SSCM
Эффективность, А/Вт	100-200	500-1000	75-100
Механизм генерации электронов	Термоэлектронная эмиссия	Вторичная ион-электронная эмиссия	Термоэлектронная эмиссия
Качество продукции	высокое	Требуется переплав	высокое

Сравнение ВТР и газонаполненной пушки

Вариант оборудования на основе ВТР пушки



Вариант оборудования на основе газонаполненной пушки



Повышение параметров достигается благодаря:

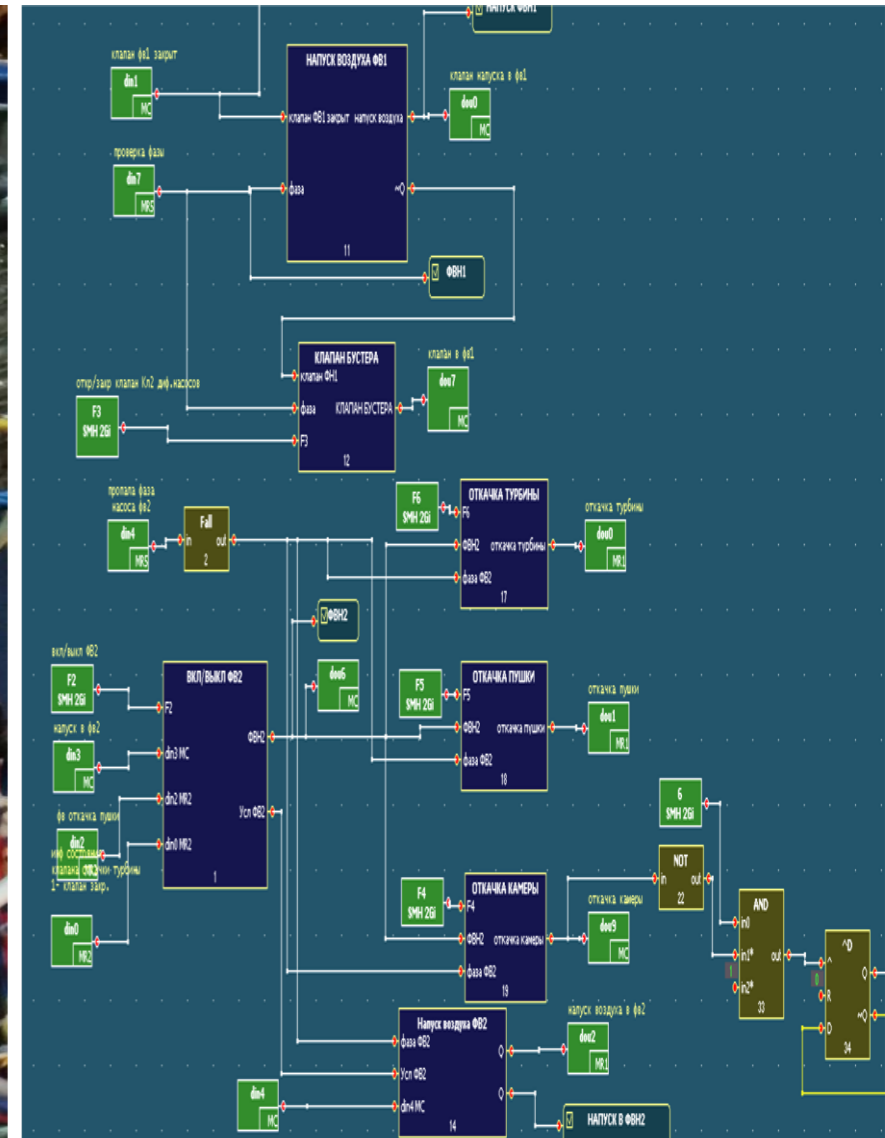
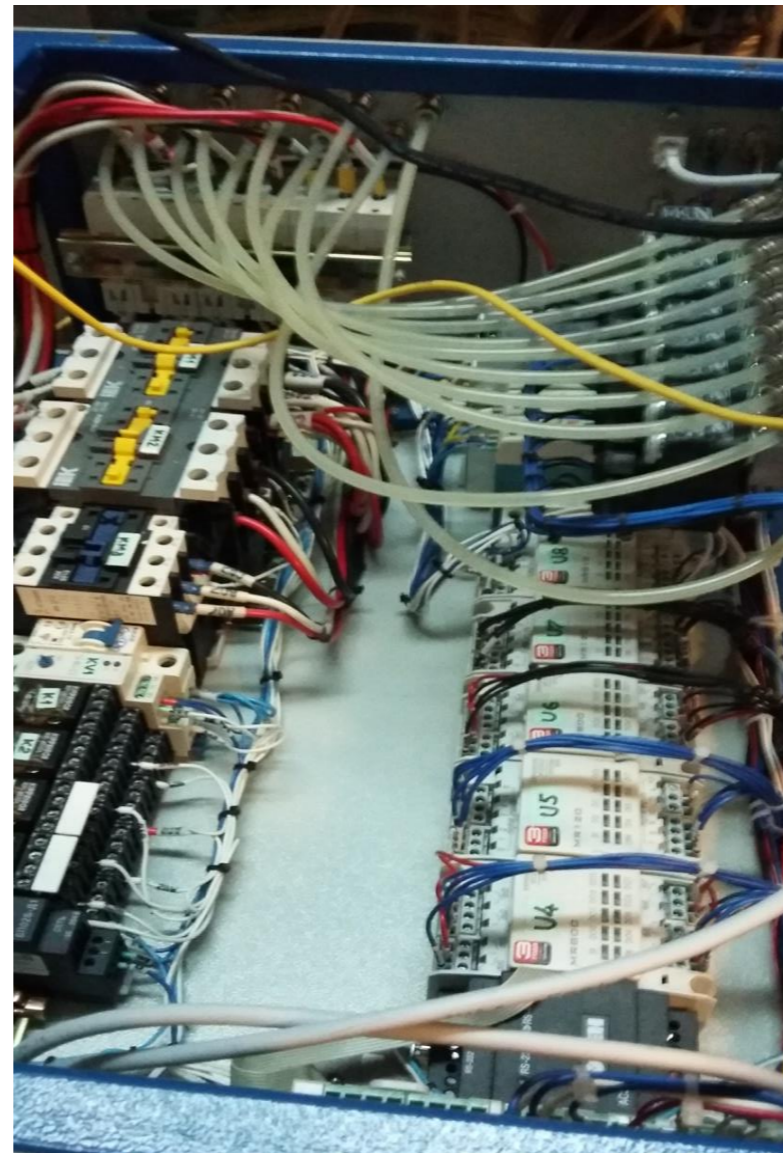
1. **Компенсации пространственного заряда ионами**, что позволяет повысить первеанс и как следствие увеличить мощность и экологическую безопасность;
2. **Замене алюминиевого катода со вторично ионно-электронной эмиссией на катод из гексаборида лантана с термоэлектронным механизмом эмиссии**, что приводит к повышению в 30-50 раз эффективности генерации электронов;
3. **Нагреву катода ионной бомбардировкой**, что позволяет отказаться от традиционных ненадежных радиационного или электронного методов нагрева.

Комплектация

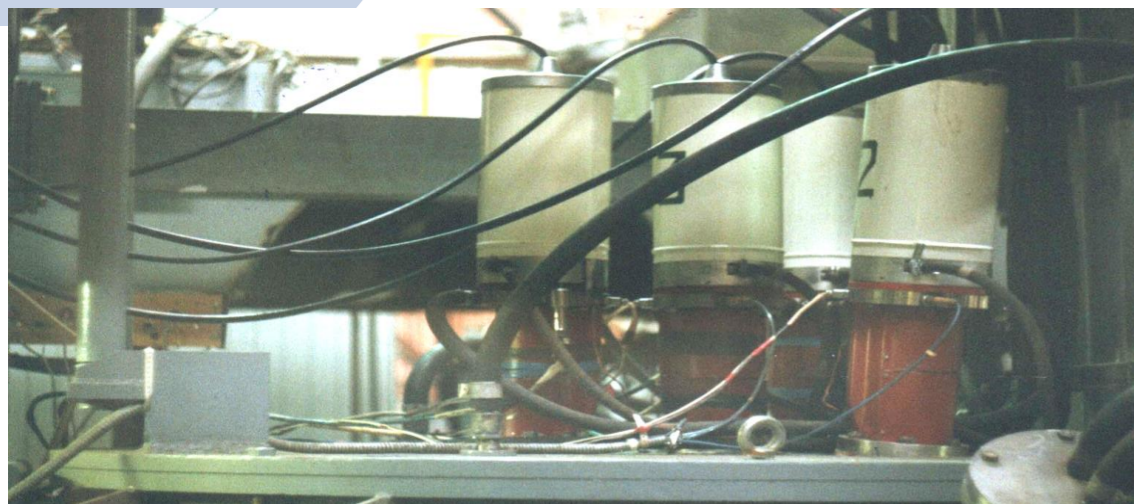
Источник высоковольтного питания



Система управления



Электронно-лучевые комплексы переплава тугоплавких металлов



Блок электронных пушек ВТР – 250

Основные технические характеристики печи УЭ –182М (ВТР):

Мощность: установленная,	кВт 1000
Количество электронных пушек ВТР	4
Внутренний диаметр технологической камеры,	мм 2000
Максимальная длина выплавляемого слитка,	мм 1500
Максимальный диаметр выплавляемого слитка,	мм 300



Общий вид электронно-лучевой установки для плавки ниобия типа П-1056 с электронной пушкой ВТР-200/25

Основные технические характеристики установки П1056	
Максимальная мощность электронной пушки ВТР,	кВт 200
Рабочее напряжение электронной пушки,	кВ 25
Максимальные размеры слитка,	мм 2000x2000x20
Время технологического цикла,	час 6
Удельная производительность не менее	100 кг / сутки



Электронно-лучевая плавильная печь С-2508 для производства слитков ванадия, с электронной пушкой ВТР- 250

КОНТАКТЫ



Всероссийский электротехнический институт – филиал
ФГУП «Российский Федеральный Ядерный Центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт
технической физики имени академика Е.И. Забабахина»

Фактический адрес: 111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, 12

Телефон: +7(495) 361-91-02

+7(495) 361-91-32

Факс: +7(495) 673-32-63

Официальный сайт: www.vei.ru

Адреса электронной почты: vei@vniitf.ru
udk@vei.ru