

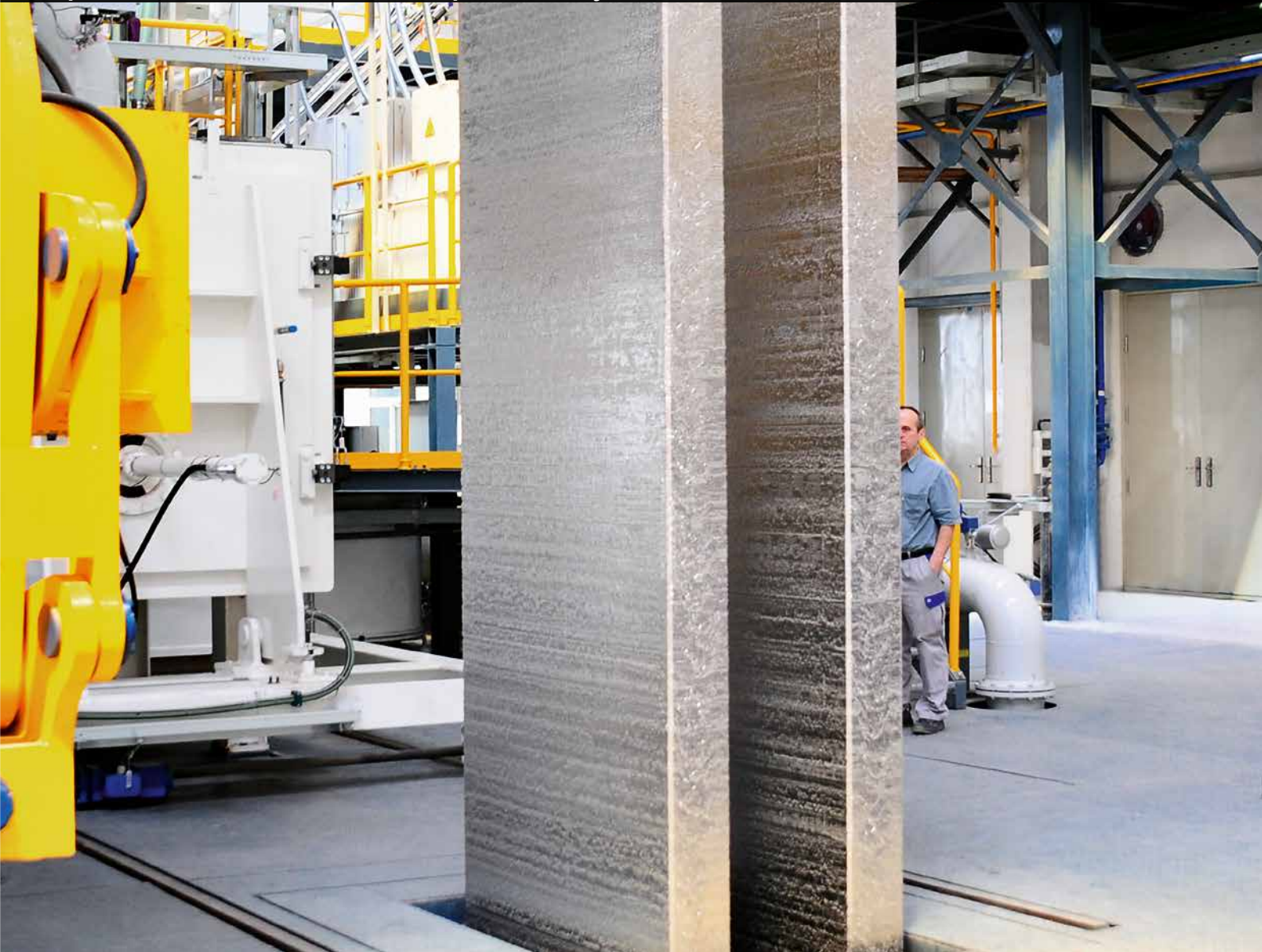


ALD Vacuum Technologies

High Tech is our Business

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ ПЛАВЛЕНИЕ (ЕВ)

Процессы и печи электронно-лучевого плавления



Электронно-лучевое плавление

Металлургия электронно-лучевого плавления



Большая EB-установка очистки с холодным подом для титана

Процесс электронно-лучевого плавления (ЭЛП) характеризуют следующие особенности:

- отличные возможности очистки
- высокая степень вариативности
- использование медного водоохлаждаемого кристаллизатора

Идеально подходит для переплава и очистки под высоким вакуумом таких металлов и сплавов, как:

- жаропрочные металлы (тантал, ниобий, молибден, вольфрам, ванадий, гафний)
- реактивные металлы (цирконий, титан)

ЭЛП играет важную роль при производстве:

- ультрочистых материалов для распыления
- электронных сплавов и
- переработки титанового лома

Металлургия электронно-лучевого плавления:

■ Электронно-лучевые пушки представляют собой высокотемпературные источники нагрева, при помощи которых в точке фокусировки луча можно получить температуру плавления или даже испарения любого материала.

■ Благодаря магнитному фокусированию и быстрому сканированию на высоких частотах электронный луч может эффективно направляться на объекты различной формы и является самым гибким источником нагрева среди технологий переплава.

■ Электронный луч создает на объекте обычной плотности удельную энергию 100 кВт/см². В зависимости от материала выход по передаче мощности составляет от 50 до 80 %.

■ Поскольку при электронно-лучевой плавке нагревается только поверхность, образуется только мелкий слой расплавленного металла при допустимых скоростях плавки, что положительно влияет на структуру слитка относительно пористости, ликваций и т.д.

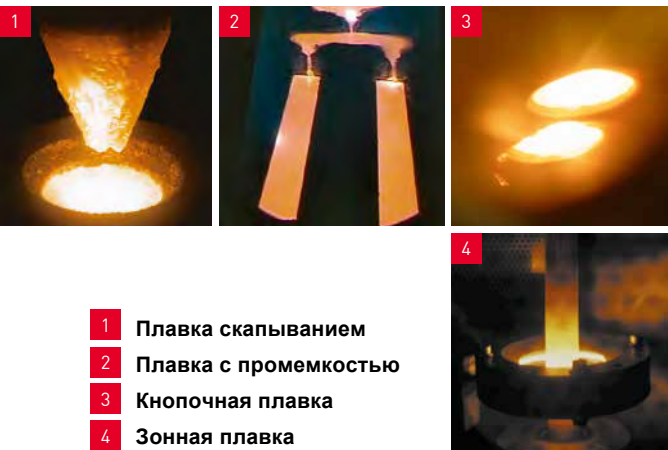
■ Из-за того, что расплавленный металл находится в вакууме уровня от 1 до 10⁻³ Па происходит отличная дегазация расплавленного материала.

■ Металлические и неметаллические включения с давлением выше, чем у основного материала избирательно испаряются, что позволяет получить слиток желаемой степени чистоты.

■ Система контроля процесса обеспечивает воспроизводимое распределение энергии и это позволяет контролировать производимый сплав.

Электронно-лучевое плавление

Варианты технологии



- 1 Плавка скапыванием
- 2 Плавка с промежностью
- 3 Кнопочная плавка
- 4 Зонная плавка



EB- установка (1200 кВт) для тантала и ниобия

Варианты технологии

Высокая гибкость источников нагрева при электронно-лучевой плавке вызвала появление нескольких способов плавления и очистки.

■ Плавка скапыванием

- Является классическим методом при производстве таких жаропрочных металлов как Ta (тантал) и Nb (ниобий).
- Шихтовый материал в форме прутков обычно загружается горизонтально и плавится прямо в извлекаемый кристаллизатор.
- Уровень расплавленного металла поддерживается извлечением нижней части растущего слитка.
- Очистка основана на дегазации и выборочном испарении.
- Для повторной плавки применяется вертикальная загрузка материала

■ Электронно-лучевая очистка с промежуточной емкостью

- Имеет большое значение при производстве и переработке активных металлов
- Материал плавится скапыванием в медной водоохлаждаемой промежуточной емкости, из которой перетекает в кристаллизатор
- В промежуточной емкости в дополнение к очистке, описанной выше, в расплавленном металле происходит разделение включений с высокой и низкой плотностью по весу.
- Для этого емкость должна обладать соответствующими размерами, чтобы обеспечить достаточное время отстоя расплавленного металла, что, в конечном итоге, обеспечит качественное разделение включений с высокой и низкой плотностью по весу.

- Большие плавильные установки с промежуточной емкостью оснащаются большим числом пушек для обеспечения достаточной мощности и распределения энергии.

■ Кнопочная плавка

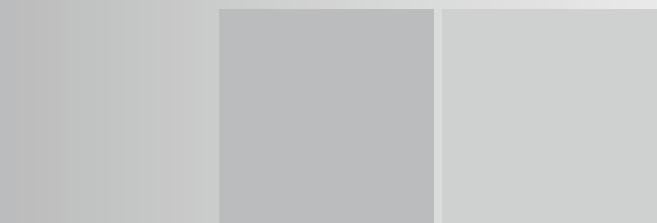
- Кнопочная плавка используется для определения чистоты образцов жаропрочных сплавов относительно типа и количества неметаллических включений низкой плотности.
- Оборудование представляет собой автоматическое программируемое устройство для плавления и контролируемой направленной кристаллизации образцов.
- Включения низкой плотности (обычно оксиды) всплывают на поверхность расплавленного металла и концентрируются в центре на поверхности кристаллизующегося образца.

■ Зонная плавка

- Зонная плавка является одной из старейших технологий при производстве металлов высокой чистоты.

Электронно-лучевое плавление

Управление процессом



Местная панель управления



Удаленный пульт управления

Управление процессом

Установки EB работают в полуавтоматическом режиме. Несмотря на то, что автоматика процесса контролируется мощным компьютером, требуется наблюдение оператора и тонкая настройка вручную.

Автоматизация процесса включает:

- вакуумную систему;
- контроль давления;
- скорость подачи материала и извлечения слитка;
- контроль напряжения тока и эмиссии в зависимости от процесса;
- распределение энергии луча, управляемое компьютером
- сбор и сохранение данных

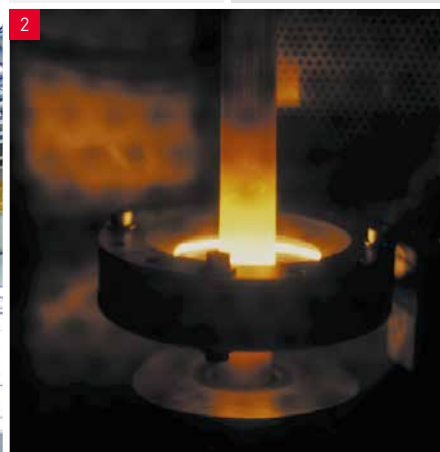
Распределение энергии луча

Отклонение луча должно управляться относительно положения и времени для распределения энергии луча в зависимости от процесса. С этой целью компания ALD разработала компьютерную программу для сканирования и контроля электронного луча "ESCOSYS", позволяющую управлять несколькими пушками. Эта программа отвечает самым высоким требованиям к сложному распределению энергии луча, которое определяется в рецепте плавки выбором подходящих моделей отклонения из имеющихся. Модели могут быть графически изменены по размеру и расположению на поверхности зоны плавки и отображаются на компьютерном экране.

Модели автоматически корректируются относительно угловой деформации на объекте. Активная энергетическая фракция каждой модели определяется временем задержки. Рабочий режим для так называемого управления распределением энергии также включен. Здесь фактические модели отражения луча на объекте рассчитываются компьютером согласно данным оператора. Для пусконаладочных работ на установке была разработана специальная обучающая программа по геометрии плавки и ее зависимости от частоты отклонения. Таким образом, выход луча за пределы плавки распознается и автоматически ограничивается при редактировании моделей отклонения.

Электронно-лучевое плавление

Типы плавильных печей

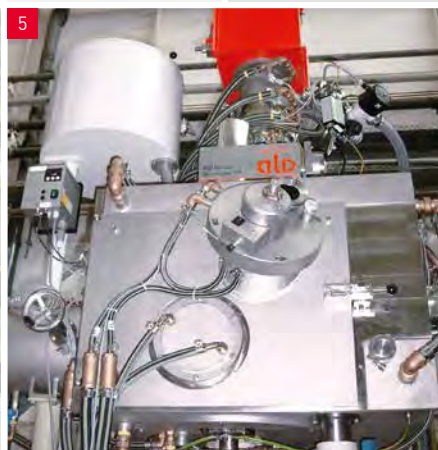


1 Промышленные EB-установки с холодным подом

Слитки и заготовки из тугоплавких металлов, включая вторичную переработку материалов. Вес слитка до 20 т. Мощность луча до 4 800 кВт.

2 EB-установки с плавающей зоной плавки

Прутки с диаметром до 20 мм и длиной до 300 мм



3 Промышленные EB-установки для плавки скапыванием

Слитки тугоплавких металлов с диаметром до 500 мм и длиной до 3000 мм. Мощность луча до 1800 кВт.

4 EB-установки для опытного производства

Позволяют производить как плавку скапыванием, так и очистку с холодным подом. Мощность луча до 300 кВт.

5 Лабораторные EB-установки

Для исследований и разработок, а также для производства ценных металлов

6 EB-установки для кнопочной плавки

Для кнопочной плавки и испытаний материала

Типы пушек - основные характеристики

	K60	KSR 300	KSR 600	KSR 800
Максимальная мощность луча	60 кВт	300 кВт	600 кВт	800 кВт
Диапазон регулировки мощности луча-регулировка посредством бомбардировочной мощности	1-100 %	1-100 %	10-100 %	10-100 %
Максимальное ускоряющее напряжение	30 кВ	40 кВ	45кВ	50кВ
Средний срок службы катодов при максимальной мощности луча	200-300 ч	200-300 ч	200-300 ч	200-300 ч
Фокусные линзы	1	2	2	2
Отклоняющая система	1	1	1	1
Предельная частота	150 Гц	1200 Гц	1200 Гц	1200 Гц
Максимальный угол отклонения	+/- 25 градусов	+/- 45 градусов	+/- 45 градусов	+/- 45 радусов
Производительность насоса				
- Турбомолекулярный насос на корпусе генератора луча	360 l/s	360 l/s	1100 l/s	1100 l/s
- Турбомолекулярный насос на корпусе ступени давления	–	1100 l/s	1100 l/s	1100 l/s



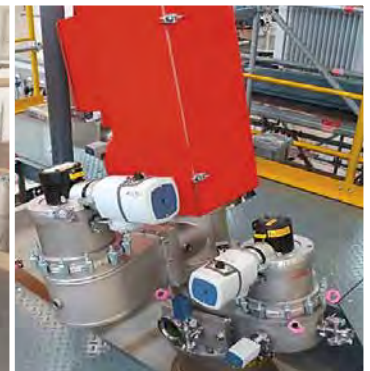
K60



KSR 300



KSR 600

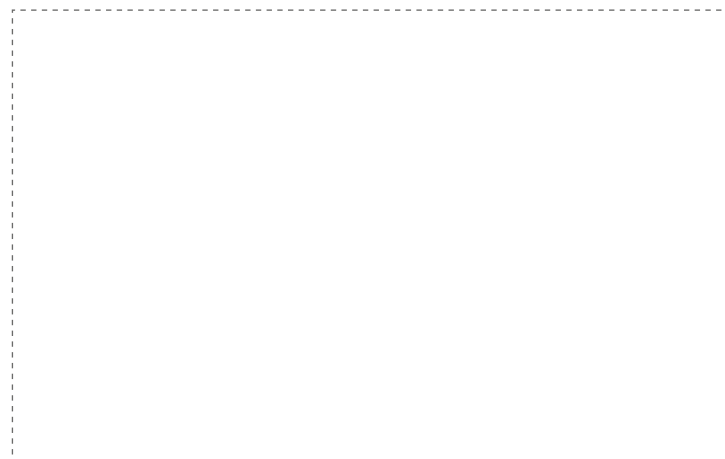


KSR 800

ALD Vacuum Technologies GmbH
Hanau, Germany

ООО "АЛД Вакуумные Технологии"

107045 Россия, Москва Даев пер. 20
Тел.: +7 495 787-67-34/33/31
Факс: +7 495 787-67-32
E-mail: info@ald-russia.ru
www.ald-vt.ru



Вы можете найти адреса всех наших партнеров по сбыту и подразделений на сайте www.ald-vt.com