



ALD Vacuum Technologies

High Tech is our Business

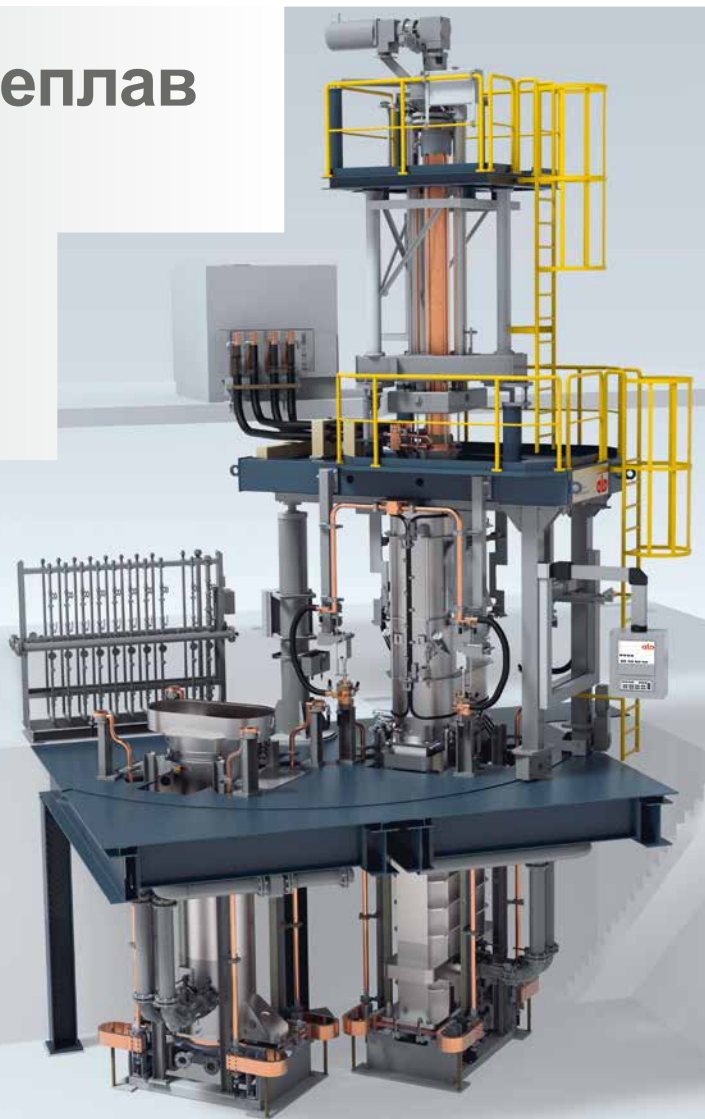
Электрошлаковый переплав (ESR)

Процесс и печи для электрошлакового переплава



Электрошлаковый переплав

ALD - один из лидирующих поставщиков печей для плавки металлов в вакууме и атмосфере инертного газа.



Процесс ESR предлагает очень высокое, стабильное и предсказуемое качество продукта. Улучшенная плотность и целостность структуры достигается точно контролируемой кристаллизацией. Поверхность слитка улучшается благодаря образованию тонкого слоя затвердевшего шлака между слитком и стенкой кристаллизатора во время переплава. Именно поэтому ESR является наиболее предпочтительным методом производства суперсплавов, которые сегодня используются в таких промышленностях, как авиакосмическая и атомная, а также и для создания тяжелых поковок.

Технология ESR

ESR - это технология непрерывного переплава расходоуемого электрода в ванне шлака, расплавленного электрическим током.

Основные стадии процесса:

- Методами вторичной металлургии или процессом вакуумно-индукционной плавки (VIM) производится расходоуемый электрод для процесса ESR
- Достигаются требуемые условия процесса (инертный газ, вакуум, давление)
- На дно кристаллизатора (формы) засыпается шлак
- Переменный ток разогревает шлак
- Тепло, производимое сопротивлением шлака, плавит кончик электрода и начинается рост нового слитка в кристаллизаторе.

- Добавляются дезоксидирующие либо азотирующие добавки
- Скорость плавки и погружение электрода очень точно регулируется системой управления ESR
- Охлаждение слитка регулируется для направленной кристаллизации

ALD годами непрерывно улучшала конструкцию, компьютерное управление и контроль процесса ESR для того, чтобы обеспечить:

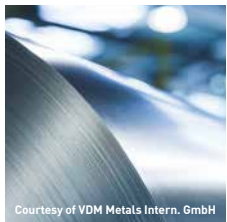
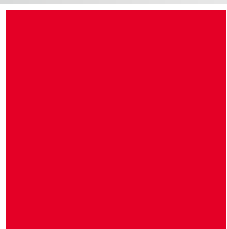
- Полностью автоматический процесс переплава
- Улучшенную воспроизводимость металлургических свойств

Особенности и преимущества ESR

Электрошлаковый переплав применяется тогда, когда требуется высокое качество материала



Courtesy of VDM Metals Intern. GmbH



Courtesy of VDM Metals Intern. GmbH



Материалы/Сплавы ESR

- Инструментальные стали для фрез, горной промышленности и т.д.
- Штамповые стали для стекольной, пластиковой и автомобильной промышленности
- Шарикоподшипниковые стали
- Стали для холодной прокатки
- Нержавеющие стали
- Стали для валов турбин и генераторов
- Суперсплавы для авиакосмической промышленности и силовых турбин
- Сплавы на основе никеля для химической промышленности

Области применения

- Авиакосмическая промышленность
- Производство электроэнергии/тяжелые поковки
- Химическая промышленность
- Медицинская и атомная промышленность
- Производство штампов и инструмента
- Строительная индустрия
- Автомобильная промышленность

- Отличные механические свойства в поперечном и продольном направлении
- Отсутствие внутренних дефектов (например, водородных пятен)
- Гладкая поверхность слитка, и, как результат, высокий выход годных слитков
- Тонкий слой шлака улучшает перенос тепла от слитка на кристаллизатор.

Главные преимущества ESR

- Гомогенная, плотная и направленно-кристаллизованная структура
- Достижение направленной кристаллизации слитка снизу-вверх
- Отсутствие макросегрегаций, минимальные микросегрегации
- Высокий уровень чистоты материала
- Оставшиеся включения имеют минимальный размер и равномерно распределены по слитку.

Дальнейшие преимущества

- Высокий выход годного материала в слитке
- Отсутствие раковин, которые образуются во время остывания
- Нет необходимости обрабатывать поверхность слитка
- Электроды для переплава могут быть использованы без предварительной обработки

Технология и характеристики ESR

Опыт и компетентность ALD гарантирует высокую воспроизводимость результатов и качество



Особенности ALD ESR

- Вес слитка от 100 кг до более 200 метрических тонн
- В качестве источника энергии переплава используется переменный ток силой от 3 до 92 кА
- Диаметр слитка от 80 до более чем 2000 мм, в зависимости от материала слитка
- Возможны круглые, квадратные и прямоугольные сечения слитка
- ALD предлагает системы для специальных процессов, таких как переплав под давлением, в атмосфере инертного газа и в вакууме. Ожидается рост доли рынка для таких систем, особенно для процесса ESR в атмосфере инертного газа.
- ESR возможно оснастить множественными станциями подачи электрода и/или системами быстрого извлечения слитка или системами смены электрода для больших слитков

Шлаки в ESR

Химической основой шлака для ESR в основном является флюорит (CaF_2), известь (CaO) и оксид алюминия (Al_2O_3). В зависимости от переплавляемого материала возможны такие добавки, как оксид магния (MgO), двуокись титана (TiO_2) и кремнезём (SiO_2). Для успешного выполнения своей задачи шлак должен обладать точно заданными свойствами, такими как:

- Температура плавления шлака должна быть ниже, чем у переплавляемого металла.
- Шлак должен обладать хорошей электропроводностью
- Состав шлака должен быть подобран для обеспечения желаемых химических реакций
- Шлак должен обладать необходимой вязкостью при температуре переплава

Инертный процесс ESR

- Полностью исключен процесс окисления электрода и шлака.
- Потери на окисление таких элементов, как Ti, Zr, Al, Si и т.д. почти полностью исключены. Это особенно важно при переплаве сплавов с высоким содержанием алюминия и титана, таких как супресславы с очень малым допуском отклонения химического состава
- Достигается лучшая чистота слитка.
- При использовании аргона в качестве инертного газа, полностью исключается потеря водорода и азота. (при использовании азота в качестве инертного газа возможно насыщение металла азотом)

Печи ALD ESR со стационарным кристаллизатором

Электрошлаковый переплав в атмосфере инертного газа



Особенности конструкции печей ALD ESR

- Устойчивая и свободностоящая порталная конструкция головной части печи обеспечивает простую установку платформы, исключает деформацию конструкции под нагрузкой и способствует стабилизации электрода.
- Проверенная электромеханическая система для очень точной медленной подачи электрода во время переплава и быстрого подъема электрода для оперативной замены.
- Дистанционно управляемый пневматический замок электрода с хорошей передачей тока электроду.
- Полностью соосная конструкция предотвращает перемешивание расплава побочными магнитными полями
- Компактный источник тока с управлением либо на основе тиристора, либо насыщаемого реактора, спроектирован специально для быстрой реакции и точного управления током и мощностью.
- Сложная система управления весом, которая включает в себя очень точную ячейку взвешивания с температурной компенсацией и алгоритмом, основанном на статистических данных.
- Полностью автоматическое управление печью, обеспеченное заранее заданным рецептом, который защищен паролем, хранится локально или может быть загружен с любой хост-система.

- Сбор и анализ статистических данных возможен с помощью системы сбора данных на компьютере оператора в сочетании с опциональным контролирующим компьютером.

Системы защитной атмосферы

Доступны два вида печей, одна с защитным кожухом с относительной герметичностью, другая полностью вакуумплотная, что позволяет полностью заменить воздушную атмосферу на атмосферу инертного газа перед началом процесса переплава.

Специальные печи ALD ESR

Электрошлаковый
переплав под давлением
и в вакууме



Электрошлаковый переплав под давлением (PESR)

Для производства сталей с повышенным содержанием азота очень важно, чтобы в расплавленную сталь было введено достаточное количество азота, которое намного больше, чем предел растворимости при атмосферном давлении. Также необходимо предотвратить потерю азота во время кристаллизации.

Особенности PESR

- Содержание азота выше, чем предел растворимости при атмосферном давлении.
- Непрерывная подача азота в камеру печи
- Рабочие давления достигают 42 бар в производственных печах и до 70 бар - в лабораторных.
- Необходимое давление зависит от состава сплава и желаемого содержания азота в слитке.
- Давление предотвращает потерю азота во время кристаллизации.
- Жидкий металл кристаллизуется под высоким давлением

Электрошлаковый переплав в вакууме (VESR)

Переплав проводится в вакууме, так же, как и при электродуговом переплаве, только с использованием шлака. Преимущества электродугового и электрошлакового переплава соединены в один процесс.

Особенности VESR

- Соединение процессов электрошлакового и электродугового переплава
- Исключен захват водорода и азота
- Отсутствие влаги от шлака
- Исключено окисление расплава
- Опасность возникновения белых пятен сведена к минимуму.

Извлечение слитка в ALD ESR

Когда требуются
большие размеры и веса



Системы извлечения слитка

Конфигурации печей возможны с центральным извлечением слитка и возможностью замены электрода, и двумя внешними станциями для переплава в стационарном кристаллизаторе. Центральная станция применяется для переплава электродов большого диаметра. Слитки малого диаметра возможно переплавлять одновременно на внешних станциях.

Возможности для компоновки

- 2 плавильных узла, 1 центральная станция извлечения слитка
- 2 опциональные внешние станции для одновременного переплава
- Устройство предварительного подогрева электрода
- Возможность плавки коротких электродов
- Техника замены электрода (автоматическая)
- Длинные слитки в центральной станции
- Гибкость в длине слитка
- Изоляция слитка в центральной станции для поддержания температуры нижней части слитка.
- Полностью закрытая плавка электрода.



Управление процессом ESR

Автоматическая система контроля плавки ALD (AMC) является непревзойдённой по точности и воспроизведению металлургических результатов.



ALD снабжает свои печи точной системой контроля всех параметров электрошлакового переплава для воспроизведения параметров процесса и создания однородных слитков, свободных от макросегрегаций и отличающихся направленной структурой кристаллизации и превосходной чистотой.

Компьютерная система автоматизации, которая используется в ESR, способна соблюдать самые строгие допуски химического состава материалов.

Система управления ALD ESR

- Функции логического контроля
- Непрерывное взвешивание расходуемого электрода

- Замкнутый контур управления параметрами процесса (скоростью переплава, глубиной погружения с помощью замера сопротивления)
- Получение данных
- Управление данными
- Связь по полевой шине данных, либо по специализированным интерфейсам

Компьютер оператора (OIP)

- Выполняет функцию главного устройства в иерархии системы контроля переплава
- Используется как интерфейс между оператором и программой контроля процесса ESR
- Является сервером для визуализации процесса, индикации параметров, графического представления, использования экранных клавиш для подачи команд оператором установки,

создания и корректировки рецептов переплава, сбора и хранения данных для создания истории плавов.

- Опционально снабжается сетевым интерфейсом Ethernet, через который возможно переносить данные на другие компьютеры в локальной сети (компьютер контроля, мэйнфрейм клиента и т.д.)

Рецепты плавки

Печи ALD работают с определенными параметрами переплава, которые сохранены как рецепты переплава на жестком диске для воспроизводимого производства слитков определенных размеров с определенным составом материала для гарантии полной идентичности качества слитков.

ALD Vacuum Technologies GmbH

Otto-von-Guericke Platz 1
63457 Hanau, Germany
Phone +49 6181 307-0
Fax +49 6181 307-3290
E-Mail info@ald-vt.de
Internet www.ald-vt.de

США/Канада

ALD Vacuum Technologies Inc.
18 Thomson Road
East Windsor, CT 06088, USA Phone
+1 (860) 386 7227
E-Mail info@ald-usa.com

Дальний Восток (Япония/Корея/Тайвань)

ALD Thermo Technologies
Far East Co., Ltd.
Shinjuku Nomura Bldg. 6F 1-26-2
Nishi Shinjuku Shinjuku-ku
Tokyo 163-0558, Japan
Phone +81 (3) 3340 3726
E-Mail peter.lang@ald-vt.de

Китай

ALD-C&K Vacuum Technologies
(Suzhou) Co. Ltd.
333 Yegang Road
Wujiang Economic and Technological
Development Zone Suzhou, 215200,
P. R. China Phone +86 512 6385
8833
E-Mail info@ald-cnkn.com

Россия

Представительство ALD Vacuum
Technologies GmbH
Даев пер., 20
107045 Москва, Россия
Телефон +7 (495) 787 67 33
E-Mail ald@metallurg.com.ru