

**УСТАНОВКА ВАКУУМНАЯ ИНДУКЦИОННАЯ  
ПЛАВИЛЬНО-ЗАЛИВОЧНАЯ ТИПА «УПФ»**

**Техническое описание**



**Содержание:**

1. Назначение оборудования. Технологические процессы, в которых используется оборудование.
2. Особенности используемых физических процессов.
3. Техническое описание. Особенности конструкции. Преимущества и недостатки оборудования.
4. Технические характеристики.
5. Гарантийные обязательства, правила хранения и транспортировки. Срок службы. Сертификации.
6. Особенности эксплуатации.
  - 6.1 Меры безопасности.
  - 6.2 Требования к персоналу.
  - 6.3 Требования к производственной площадке и монтажу.
  - 6.4 Требования к коммуникациям и энергоресурсам.
7. Объем поставки. Особенности комплектации.
8. Возможные модификации. Сопутствующее оборудование.

## **1. Назначение оборудования. Технологические процессы, которые используются в оборудовании.**

Вакуумная индукционная установка "УППФ-У" предназначена для литья изделий с поликристаллической структурой из жаропрочных сплавов в условиях серийного производства и для отработки сложных технологий в опытном производстве.

Установка вакуумная индукционная плавильно-заливочная типа «УППФ» предназначена для получения слитков и литых заготовок из высоколегированных низкоуглеродистых марок сталей, прецизионных сплавов, а также цветных металлов, как в условиях серийного производства, так и для отработки сложных технологий в опытном производстве; наиболее удачно сочетается с методом литья по выплавляемым моделям.

Принцип действия вакуумной индукционной плавки заключается в проведении процесса плавления сплава в глубоком вакууме или в защитной атмосфере инертных газов на твердой шихте. Плавильный блок в составе индуктора и тигля находится в вакуумной плавильной камере, где с помощью специальных вакуумных насосов создается вакуум необходимой степени. При необходимости в плавильной камере может быть создана атмосфера инертных газов.

Технология вакуумной индукционной плавки позволяет получать сплавы высокой чистоты с низким содержанием углерода. Наличие вакуумной среды способствует процессу дегазации и рафинирования расплава. Индукционное перемешивание позволяет добиться равномерности химсостава, быстрому растворению легирующих элементов и, гомогенности.

Сплав получается с минимальным содержанием по газам, неметаллическим включениям, примесям и равномерным химическим составом.

## **2. Особенности используемых физических процессов.**

Индукционный принцип работы установки позволяет осуществлять плавку как магнитных, так и немагнитных сплавов. Индукционное перемешивание расплава благоприятно влияет на процесс плавления. Печь обладает универсальностью по применению различных тиглей, в зависимости от технологической необходимости возможно применение сменных керамических, набивных и графитовых тиглей.

## **3. Особенности конструкции. Техническое описание. Преимущества оборудования.**

### **3.1. Конструкция установки.**

Установка вакуумная индукционная плавильно-заливочная типа «УППФ», представляет собой конструкцию, включающую следующие функциональные блоки (рисунок 1):

1. Камера плавильная.
2. Камера загрузочная.
3. Плавильный блок в составе индуктора и тигля.
4. Механизм поворота индукционной печи.
5. Загрузочное устройство.
6. Печь подогрева форм.
7. Технологический затвор.
8. Вакуумная система.
9. Система водоохлаждения.
10. Система управления.

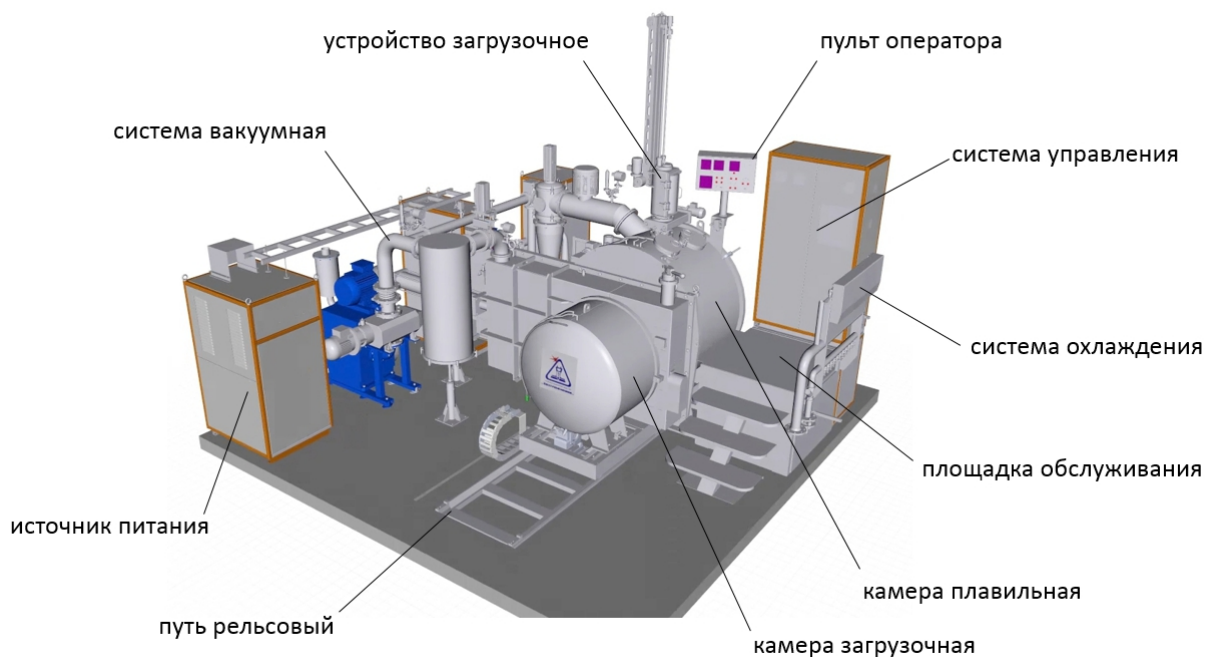


Рисунок 1. Конструкция установки

***Камера плавильная.***

Камера плавильная является основным элементом установки, в которой происходит процесс плавки металла и заливка его в горячие формы. В плавильной камере установлена индукционная печь. Наблюдение за процессами плавки и заливки осуществляется через смотровые окна. На верхний фланец камеры плавильной монтируется загрузочное устройство. Плавильная камера через шиберный затвор соединяется с загрузочной камерой для подачи форм в плавильную камеру.

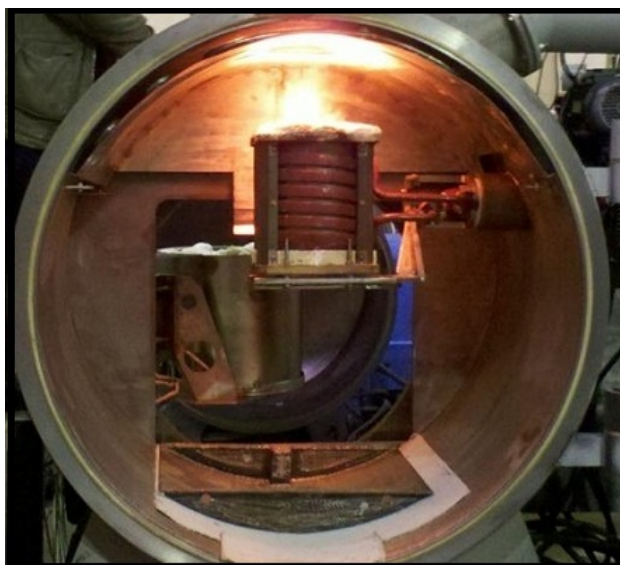


Рисунок 2. Камера плавильная

***Камера загрузочная.***

Камера загрузочная предназначена для обеспечения работы установки в технологическом режиме, обеспечивающем сохранение вакуума в камере плавильной при подаче форм под заливку. Она представляет собой сварную конструкцию с водяным охлаждением. Перемещение камеры загрузочной осуществляется по пути рельсовому асинхронным электродвигателем через редуктор и цепную передачу.



Рисунок 3. Камера загрузочная

***Плавильный блок в составе индуктора и тигля.***

Плавильная индукционная печь предназначена для расплавления металла и заливку его в оболочковые формы. Печь монтируется в плавильной камере на поворотном кронштейне. Состоит из верхней и нижней плит, индуктора и магнитопроводов.

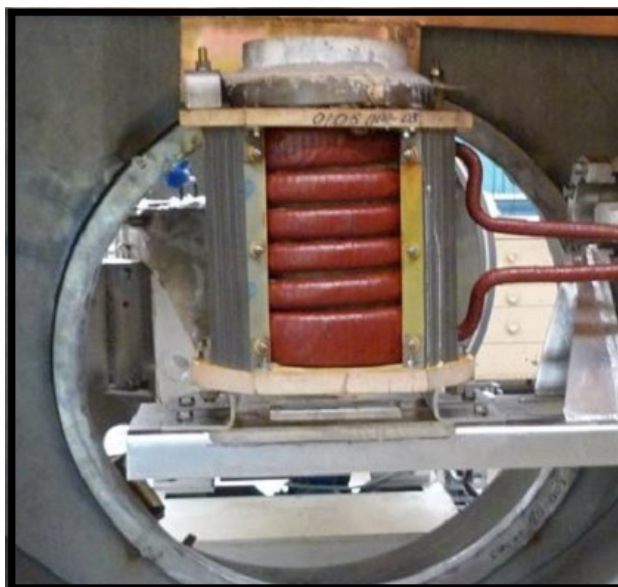


Рисунок 4. Плавильная индукционная печь

***Механизм поворота индукционной печи.***

Механизм поворота индукционной печи обеспечивает заливку жидкого металла из тигля в нагретые формы. Реверсивный механизм поворота тигля с плавной регулировкой скорости реализован на базе асинхронного двигателя с редуктором и частотным приводом.

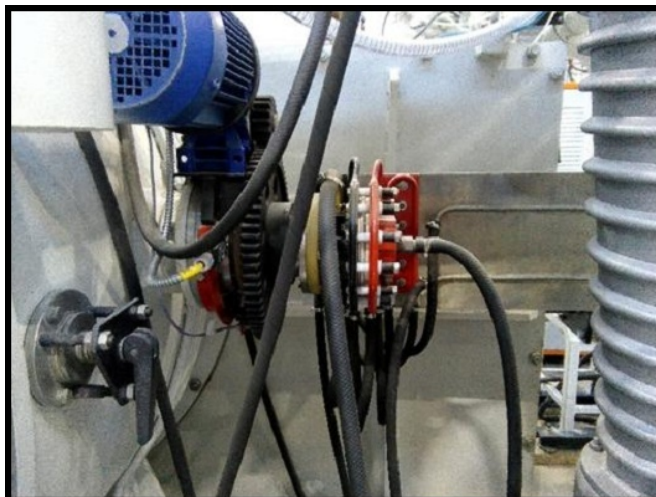


Рисунок 5. Механизм поворота индукционной печи

***Загрузочное устройство.***

Загрузочное устройство состоит из сварного корпуса коробчатого типа и вакуумно-уплотненной двери. В корпусе устройства размещены две штанги, несущие загрузочный стакан и термопару погружения.

Загрузочное устройство оснащено двумя отдельными приводами и обеспечивает подачу шихты в печь плавильную при помощи технологического стакана и измерение температуры расплавленного металла в печи плавильной при помощи быстросъемной термопары погружения и двухволнового пирометра.



Рисунок 6. Загрузочное устройство

***Печь подогрева форм.***

Печь подогрева форм обеспечивает температурный режим форм, подаваемых под заливку. Имеет две зоны регулируемого нагрева по вертикальной оси.



Рисунок 7. Печь подогрева форм

***Технологический затвор.***

Технологический затвор шибера типа предназначен для вакуумного разделения плавильной и загрузочной камер. Он состоит из водоохлаждаемого сварного корпуса и подвижной заслонки (шибера). При работе затвора уплотняющая заслонка скользит по направляющим. Движение заслонки осуществляется пневмоцилиндром. Вакууммирование затвора осуществляется совместно со шлюзовой камерой.

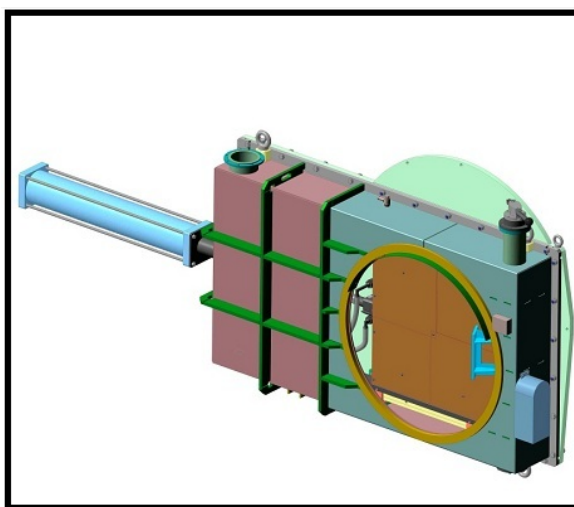


Рисунок 8. Технологический затвор

***Вакуумная система.***

Вакуумная система установки состоит из двух линий: форвакуумной и бустерной откачки. В состав бустерной линии входят бустерный насос и механический насос. Форвакуумный режим реализован на базе насоса Рутса и механического насоса и укомплектован механическим фильтром.



Рисунок 9. Вакуумная система

***Система водяного охлаждения.***

Система водяного охлаждения состоит из напорно-сливного коллектора датчиков контроля воды, вентилях, манометров и трубопроводов. Опционально установка комплектуется оборотной системой водоохлаждения.



Рисунок 10. Система водяного охлаждения

***Система управления.***



Система управления включает в себя: компьютер для сбора и обработки информации о процессе вакуумного литья, и набор модулей удаленного ввода-вывода для контроля и регистрации параметров технологического процесса вакуумной индукционной плавки.

Система управления имеет световую и звуковую сигнализации об отклонениях технологического процесса и неисправностях установки, а измерительная аппаратура системы обеспечивает контроль температуры, давления, электрических параметров.

Программное обеспечение системы управления позволяет визуализировать элементы технологической системы, индикацию численных значений параметров технологического процесса, архивирование данных, ведение журнала событий, ошибок и аварийных ситуаций.



Рисунок 11. Система управления

### 3.2. Описание работы установки.

Подготовленный и взвешенный расчетный состав шихтовых материалов загружается в тигель печи, производится установка заливаемой формы или изложницы в печь подогрева форм. Закрываются обе камеры, создается необходимая степень вакуума.

Включается источник тока ВЧ, производится процесс плавления согласно технологии.

После окончания процесса плавки при помощи поворота тигля на слив, происходит процесс заливки жидкого металла в форму или изложницу при открытом шибере между плавильной камерой и загрузочной камерой, затем шибер закрывается.

Пока происходит процесс остывания и кристаллизации расплава в форме или изложнице в загрузочной камере, открывается плавильная камера и происходит загрузка шихты для следующей плавки (возможен процесс загрузки шихты без открытия плавильной камеры через загрузочное устройство). Начинается процесс следующей плавки.

После установленного технологией времени остывания, открывается загрузочная камера, из печи подогрева форм извлекается залитая форма или изложница, устанавливается новая. Закрывается крышка загрузочной камеры, откачивается атмосфера в загрузочной камере и открывается шиберное устройство. Цикл повторяется.

Применение двух камер: плавильной и загрузочной, а также шиберного затвора между ними, позволяет достигнуть высокой производительности и применять «УППФ» в серийном промышленном производстве

### 3.3. Преимущества вакуумных индукционных установок.

Вакуумная индукционная плавильно-заливочная установка выполнена на современной элементной базе с улучшенными техническими характеристиками, что позволило повысить производительность установки, сделать удобным техническое обслуживание, снизить

операционные затраты (расход электрической энергии, воды, воздуха на 1 кг жидкого металла), а главное повысить качество выплавляемого металла.

Основные преимущества:

1. Возможность эффективного контроля состояния расплава и его температуры в течение всего процесса плавки.
2. Чистота получаемого сплава по газам и неметаллическим включениям.
3. Повышенная производительность за счет быстрого нагрева и 2х камерного исполнения.
4. Высокая гомогенность и равномерность химсостава.
5. Произвольная форма сырья (кусковые материалы, брикеты, порошок и т.д.)
6. Высокая экономичность и экологическая чистота.

#### 4. Технические характеристики.

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питающей сети, В	380±10%
Номинальная частота, Гц	50±1
Количество фаз	3
Рабочая среда – вакуум, Па (мм рт.ст.)	$6,65 \times 10^{-1}$ ( $5 \times 10^{-3}$ )
Рабочая среда – аргон м, Па (мм рт.ст.)	$4 \times 10^4$ (300)
Натекание, лПа/с (л.мкм.рт.ст/с)	20
Емкость плавильного тигля, кг	18
Температура расплава, °С	1750
Максимальная температура нагрева ППФ, °С	1100
Напряжение ППФ, В	80
Рабочая атмосфера	воздух-вакуум
Количество зон нагрева, шт.	2
Мощность установки установленная, кВт	350
Мощность установки потребляемая, кВт	~135
Максимальная мощность индукционного источника, кВт	250
Способ замера температуры металла в тигле, м <sup>3</sup> /ч	термопара ВР и двухволновой пирометр
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	6 - 8
Уровень шума на рабочем месте, дБА	80
Масса, кг	8000
Габариты рабочего пространства печи подогрева форм (Диаметр*В), мм	450*500
Габаритные размеры (Д*Ш*В), мм	4700*6100*3830

## **5. Гарантийные обязательства, правила хранения и транспортировки. Срок службы. Сертификации.**

### **5.1 Гарантийные обязательства.**

Гарантийные обязательства ПАО «Электромеханика» при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации изделия действуют в течение 12 месяцев со дня сдачи изделия в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента отгрузки изделия Заказчику.

### **5.2 Правила хранения.**

Условия хранения установки в части воздействия климатических факторов по группе 1 (Л) по ГОСТ 15150-69.

### **5.3 Транспортировка.**

Транспортирование установки возможно любым видом транспорта в упаковке завода-изготовителя. Транспортирование в пределах цеховых помещений возможно без упаковки. Условия транспортирования в части воздействия механических факторов – средние (С) по ГОСТ 23216-78, а в части воздействия климатических факторов по группе 1 (Л) по ГОСТ 15150-69.

### **5.4. Сертификация.**

Товар сертифицирован. Документом, который гарантирует качество и безопасность продукции, является Сертификат соответствия ТРТС (сертификат соответствия техническому регламенту Таможенного союза). Дополнительной регистрации в Ростехнадзоре не требуется.

## **6. Особенности эксплуатации.**

### **6.1. Меры безопасности при использовании установки.**

Необходимо соблюдать общие правила безопасности труда при выполнении электросварочных работ ОСТ 1.42095-80 и ГОСТ 12.3.003-86.

Заземление установки должно быть выполнено в соответствии с действующими правилами устройства электроустановок ГОСТ 12.2.007.8-75.

Провода от электропитания должны быть надежно изолированы и защищены от механических повреждений и действия высоких температур.

### **6.2. Требования к персоналу.**

К работе на установке допускается лишь персонал, прошедший специальную подготовку по обслуживанию и наладке установки, аттестованный на электробезопасность, не ниже II группы и прошедший медицинскую комиссию.

### **6.3. Требования к производственной площадке и монтажу оборудования.**

Монтаж оборудования производится согласно предоставляемой заводом-изготовителем монтажной схемы (фундаментного чертежа) с указанием точек подвода энергоресурсов, занимаемой площади и т.д.

Требования к фундаменту:

Фундамент производит завод-потребитель на основании данного задания и местных условий: состояния грунта, уровня грунтовых вод и т.д.

### **6.4. Требования к коммуникациям и энергоресурсам.**

Установка рассчитана на работу с питанием от электрической сети переменного трехфазного тока напряжением 400 В  $\pm 10\%$  и частотой 50 Гц  $\pm 1$ , отвечающей по показателям качества электроэнергии требованиям ГОСТ 13109-97, с заземленной нейтралью.

Условия эксплуатации печи должны соответствовать климатическому исполнению УХЛ, категории размещения по ГОСТ 15150-69 при производственных условиях потребителя:

- наличии вытяжной вентиляции;
- наличии сжатого воздуха с давлением не менее 0,4 МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>).
- наличии охлаждающей воды с давлением в подводящей магистрали не менее 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Требования к качеству охлаждающей воды должны соответствовать ГОСТ 16323-79 (ОСТ 16.0.801.399-87):

Взвешенные вещества, мг/л, не более	10
Жесткость общая, мг-экв/л, не более	3,5
Удельное электросопротивление, Ом×см, не менее	4000
Сульфаты (SO <sub>4</sub> ), мг/л, не более	3
Железо общее (Fe), мг/л, не более	0,2

*Примечание.* Содержание в охлаждающей воде масел, смолообразных продуктов, нитритов не допускается. Температура подаваемой воды должна быть не более  $+20 \pm 3$  °С.

#### 7. Объем поставки. Особенности комплектации.

Наименование	Количество
Установка в сборе	1
Комплект ЗИП согласно ведомости	1
Эксплуатационные документы	
Руководство по эксплуатации	1
Монтажный чертеж	1
Ведомость ЗИП	1

#### 8. Возможные модификации. Сопутствующее оборудование.

В настоящее время ПАО «Электромеханика» производит несколько модификаций вакуумных индукционных плавильно-заливочных установок типа «УППФ». Это «УППФ-У», «УППФ-УМ», «УППФ-У7», «УППФ-ЗМ», чьи параметры отличаются друг от друга емкостью тигля и габаритами рабочего пространства. Модификация установки может быть изменена, в зависимости от требований заказчика.

Установки типа «УППФ» комплектуются также опционно:

- оборотной системой водоохлаждения (как на базе чиллера так и без);
- системой напуска аргона.

Для обеспечения бесперебойной работы установки рекомендовано дополнительно приобрести следующие сменные узлы: печь подогрева форм, плавильный блок, узел термодарный.

#### 9. Аналогичное оборудование, близкое по возможному применению.



Вакуумная плавильно-заливочная установка с предварительным подогревом форм для литья жаропрочных сплавов «ВИПЭ-3М». Установка предназначена для изготовления равноосных отливок из жаропрочных сплавов и сталей в условиях серийного производства.