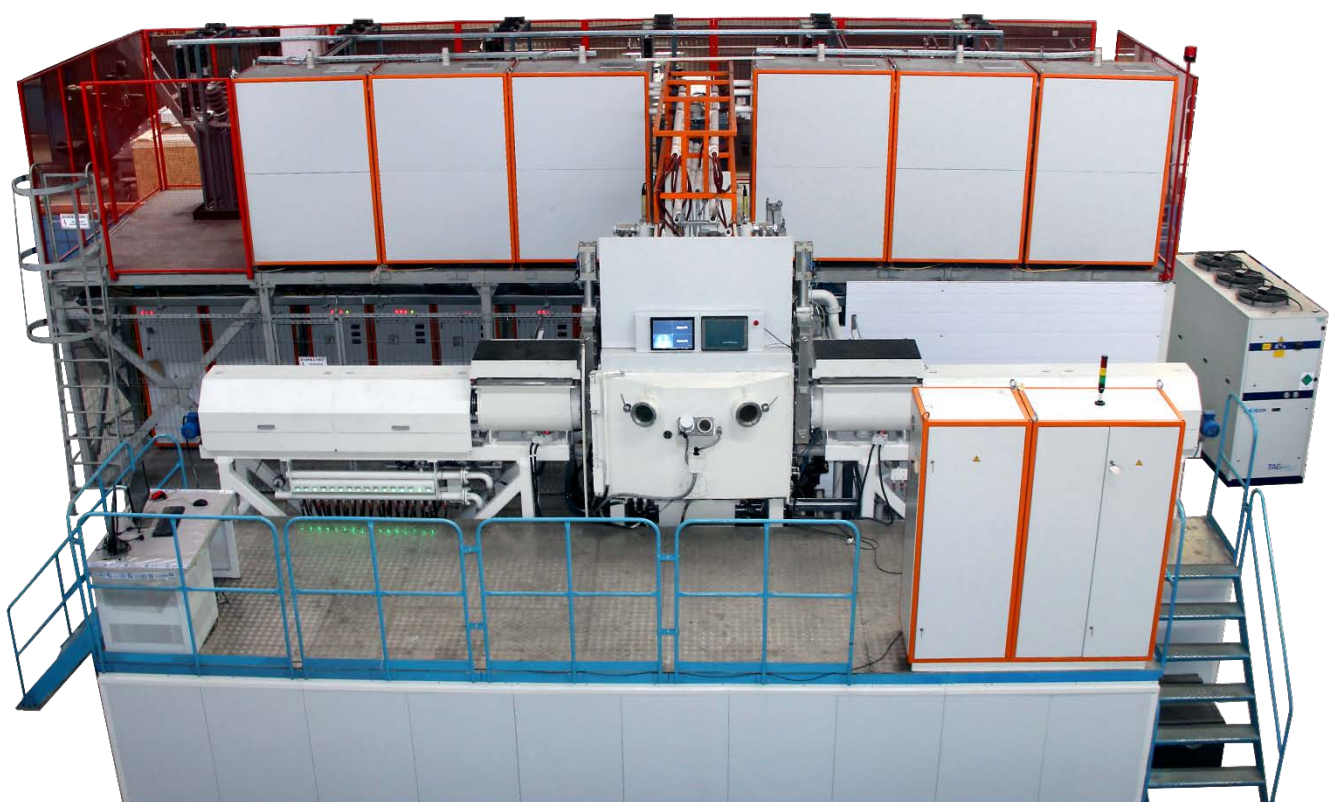


ВАКУУМНАЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ УСТАНОВКА НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

«УЭН-500»



**Содержание:**

1. Назначение оборудования. Технологические процессы, в которых используется оборудование.
2. Особенности используемых физических процессов.
3. Техническое описание. Особенности конструкции. Преимущества 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, в которых используется оборудование.

Вакуумная электронно-лучевая установка «УЭн-500» предназначена для нанесения в вакууме однослойных и многослойных металлических, окисных, карбидных покрытий путем испарения и последующей конденсации в вакууме на детали газотурбинных двигателей.

2. Особенности используемых физических процессов.

Метод получения покрытий электронно-лучевым испарением заключается в осуществлении испарения материала покрытия путем электронно-лучевого нагрева, формировании парового потока и конденсации испарившихся атомов на покрываемой поверхности. Процесс происходит в вакууме.

3. Техническое описание. Особенности конструкции. Преимущества оборудования.

В состав установки входят следующие основные узлы и системы:

- Камера технологическая в сборе;
- Камеры шлюзовые – 2 шт.;
- Энергокомплекс высоковольтный
- Механизмы горизонтальной подачи деталей – 2 шт.
- Механизмы вертикальной подачи слитков – 3 шт.
- Электронно-лучевые пушки ЭЛП – 4 шт.;
- Система смотровая
- Система вакуумная
- Система пневматическая
- Система охлаждения (замкнутого типа)
- Площадка обслуживания
- Рама
- Электроразводка
- Система управления



3.1 Камера технологическая.

Корпус камеры технологической изготовлен из нержавеющей стали с рубашкой водяного охлаждения и содержит все необходимые патрубки для присоединения двух проходных шлюзовых камер, высоковакуумной и форвакуумной систем откачки, электронно-лучевой пушки для нагрева изделий, трех ЭЛП для испарения материала слитков, патрубков для измерения вакуума, патрубков для напуска технологических газов, передней и задней дверей, а также механизмов вертикального перемещения с тремя водоохлаждаемыми медными тиглями и тремя механизмами подачи испаряемого материала.

С лицевой стороны камера имеет прямоугольный фланец с примыкающей к нему плоской водоохлаждаемой дверью для обслуживания узлов установки, расположенных в камере и для обслуживания внутренней поверхности камеры. Камера имеет возможность установки защитных сменных экранов.

Медные водоохлаждаемые экраны предохраняют дно, потолок, боковые стенки камеры и переднюю крышку камеры от воздействия электронного луча. Две шибберные водоохлаждаемые заслонки используются для защиты валов механизмов подачи изделий и тарелок вакуумных затворов шлюзовой камеры от напыления;

Каналы охлаждения тиглей, защитных плит и заслонок выполнены таким образом, чтобы исключить возможность образования паровых подушек.

Дверь камеры передняя имеет рубашку водяного охлаждения. На двери смонтированы элементы системы смотровой: стробоскопическая система защиты от напыления стёкол окон для наблюдения за слитками и два иллюминатора с заслонками для наблюдения за изделиями.

3.2 Камеры шлюзовые.

Шлюзовые камеры изготовлены из нержавеющей стали, корпуса камер неохлаждаемые.

Камеры шлюзовые предназначены для загрузки напыляемых изделий и позволяют осуществлять

процесс нанесения покрытий без развакуумирования камеры напыления. Объемы рабочей и шлюзовых камер отсекаются двумя вакуумными затворами с пневмоприводом. Для быстрого охлаждения изделий предусмотрены клапаны напуска инертного газа в шлюзовые камеры.

3.3 Энергокомплекс высоковольтный.

Энергокомплекс с ЭЛП предназначен для электронно-лучевой плавки различных материалов, включая тугоплавкие и химически активные, а также используется для других термических процессов, выполняемых в вакууме.

В конструкции установки используются источники питания отдельно для каждой электронной пушки с ускоряющим напряжением 30 кВ. Питание от отдельного источника позволяет стабильно обеспечивать постоянный уровень ускоряющего напряжения каждой электронной пушки независимо от пробоев в остальных, что положительно сказывается на повторяемости результатов осаждения покрытий.

Технические данные ЭЛП.

№ п/п	Параметры	Значение
1.	Максимальная мощность, кВт	150
2.	Ускоряющее напряжение, кВ	30
3.	Максимально допустимый ток в цепи блокировки высокого напряжения, А	3
4.	Минимальный диаметр пятна в фокусе пучка (на расстоянии 1 м), мм	20
5.	Угол отклонения электронного пучка от оси, °	±30
6.	Частота развертки электронного пучка, Гц	50
7.	Напряжение трехфазной питающей сети, В	400

3.4 Механизм горизонтальной подачи детали.

Механизмы горизонтальной подачи изделий служат для перемещения напыляемых изделий из шлюзовых камер в технологическую камеру и обратно, а также для вращения изделий в процессе нанесения покрытия.

Механизм укомплектован актуатором продольного перемещения, на каретке которого закреплен модуль с двумя независимыми приводами вращения изделий.

Ввод горизонтального водоохлаждаемого штока в камеру выполнен таким образом, что уплотнение поступательного и вращательного движения штока осуществляется разными уплотнительными устройствами. Такая развязка предотвращает быстрый выход из строя манжетного уплотнения поступательного перемещения штока.

Приспособление с изделиями закрепляется на свободном конце водоохлаждаемого штока. Настройки скоростей вращения наружного и внутреннего штоков обеспечивает требуемые пространственные схемы перемещения изделий в процессе напыления. Оси изделий вращаются относительно оси штока от одного привода, а также изделия приводятся во вращение относительно своих осей от аналогичного независимого привода. Приводы вращения оснащены серводвигателями с угловыми датчиками положения.

3.5 Механизм вертикальной подачи слитков

Механизм вертикальной подачи слитков конструктивно представляет из себя моноблок и состоит из 3-х независимых механизмов вертикального перемещения. Шток каждого механизма вертикального перемещения приводится в движение через привод передачи типа «винт-гайка» с помощью сервопривода.

3.6 Вакуумная система

Система состоит из паромасляных вакуумных насосов, двухроторных и золотниковых механических насосов.

Все вакуумные клапаны установки оснащены пневмоприводом.

Конструкция вакуумной системы обеспечивает аварийное закрытие затворов высоковакуумных насосов при падении вакуума в камерах ниже допустимого, а также аварийное перекрытие трубопроводов на всасывании вакуумных насосов при внезапном прекращении подачи электроэнергии. Перед паромасляными насосами установлена водоохлаждаемая ловушка, препятствующая попаданию вакуумного масла в камеру.

Управление вакуумной системой производится в автоматизированном или ручном режиме с помощью ПК. На дисплей выводится информация о состоянии вакуума в магистральных вакуумной системы и камерах.

3.7 Система охлаждения

Система охлаждения служит для распределения и подачи охлаждающей воды к узлам и конструкциям установки.

Система охлаждения – автономная замкнутого типа с чиллером с воздушным охлаждением. Габаритные размеры выносного конденсаторного блока (Чиллер) составляют 3400×1300×1800 мм (Д×Ш×В), масса с жидкостью не более 1500 кг.

Коллектор для подвода воды к камере напыления, дверям и медным экранам имеет возможность дистанционно перекрываться за несколько минут до открытия камеры напыления. На нагретых поверхностях не образуется конденсат воды при напуске воздуха в камеру.

3.8 Смотровая система.

Смотровая система состоит из стробоскопической системы, для защиты от напыления двух иллюминаторов, через которые ведется видеонаблюдение за поверхностью слитков четырьмя специальными видеокамерами. Часть элементов расположена на передней двери технологической камеры, другая – на задней двери и используется для контроля за положением электронных лучей по поверхности изделий и тиглей.

3.9 Система пневматическая.

Система пневматическая – автономная с компрессором. Предназначена для обеспечения сжатым воздухом затворов вакуумных и приводов защитных заслонок. Пневматическое оборудование предназначено для работы при давлении сжатого воздуха до $1,0 \times 10^{-6}$ Па (10 кгс/см²) и температуре от +5 до +50 °С.

Для очистки поступающего в пневматическую систему воздуха используется коалесцентный фильтр с отводом конденсата и комбинированным регулятором давления с диапазоном регулировки от 0 до 1 МПа. Контроль за рабочим давлением осуществляется визуально по манометру, расположенному там же. На корпусе фильтра регулятора расположено электрическое реле давления. Реле давления дает сигнал в систему управления установкой о наличии необходимой величины давления воздуха на входе в пневматическую систему. Величина давления воздуха на входе в систему из фильтра отображается на манометре.

Разводка системы пневматической проводится гибкой пластиковой трубкой. Для быстросъемного соединения используются фитинги с функцией самозапирания.

3.10 Электроразводка.

Электроразводка предназначена для обеспечения питанием цепей управления механизмов узлов, имеющих электроприводы. Для электроразводки применяются экранированные кабели. Электроразводка уложена в металлорукава, защитные короба и кабель-каналы.

3.11 Система управления.

Система управления механизмами установки расположена в трёх шкафах управления:

- шкаф управления вакуумом и приводами;
- шкаф управления;
- шкаф управления электронно-лучевыми нагревателями.

Управление механизмами установки, работой вакуумной системы, а также управление работой электронных пушек производится с пульта оператора.

Система управления вакуумом позволяет оператору производить откачку вакуума без включения остальных систем установки. Управление насосами и затворами осуществляется в автоматизированном режиме с помощью пульта оператора.

В корпусе пульта оператора расположены: система управления технологическим процессом на базе программируемого логического контроллера, промышленного персонального компьютера с сенсорной панелью и специального программного обеспечения.

Шкаф управления электронно-лучевыми пушками состоит из пяти блоков накала, пятиканального регулятора тока, 5-ти панельного блока генераторов развёртки с усилителем мощности, блока стабилизаторов напряжения и клемных соединителей. Блок стабилизаторов тока луча представляет собой систему, предназначенную для управления током луча как в ручном, так и в автоматизированном режимах. Блок является 5-ти канальным устройством и предназначается для одновременного управления током луча пяти электронно-лучевых пушек. Блок накала предназначен для ручного управления током накала катода электронно-лучевой пушки. Блок управления электронным лучом представляет собой систему, предназначенную для управления перемещением электронного луча по заданной траектории. Блок является 5-ти канальным и предназначается для одновременного управления развёртками пяти электронно-лучевых пушек. Генератор траектории развёртки позволяет формировать формы различных развёрток. Все формы развёрток определяются программным путем.

Система управления интегрирует весь поток информации:

- организация интерфейса с оператором-технологом;
- последовательно-параллельное управление механизмами вакуумной системы;
- программное управление процессом напыления;
- идентификация состояния технологической системы;
- документирование технологического процесса;
- диспетчеризация приведенных выше задач.

Управление работой системы на нижнем уровне производится от сертифицированного программируемого контроллера с программным обеспечением.

Управление работой системы на верхнем уровне производится от персонального компьютера промышленного исполнения с сенсорным экраном.

Система управления обеспечивает работу установки в следующих режимах:

1. "Настройка" - представляется в виде главного меню,
2. "Вакуум" - предназначен для управления и слежения за вакуумной системой,
3. "Процесс" - предназначен для управления и слежения за технологическим процессом.

Пульт управления установки реализован на базе персонального компьютера промышленного исполнения с сенсорным экраном. Территориально располагается вблизи установки и имеет в своем составе мнемосхему, отображающую состояние вакуумной системы и системы напыления.

Персональный компьютер промышленного исполнения предоставляет весь необходимый для работы сервис:

- многооконный эргономичный интерфейс пользователя с цветной объемной графикой;
- эффективную системную поддержку всех прикладных процессов с использованием современных программных продуктов;
- запись отчета о ходе технологического процесса; файл отчета может быть вызван на монитор для визуального анализа или на печать в цифровом и графическом виде.

Система управления обеспечивает автоматическое ведение базы данных технологических процессов.

Каждый протокол сохраняется в виде файла базы данных.

Для обеспечения безопасной работы установки и обслуживающего персонала, предотвращения неправильных действий оператора выполнены необходимые блокировки по вакууму и охлаждению. Измерение давления в различных точках вакуумной подсистемы установки обеспечивается сертифицированными приборами.

Система управления верхнего уровня обеспечивает ввод-вывод паспортных данных на проведение процесса напыления: дату и время проведения процесса, а также регистрацию и просмотр технологических параметров напыления в графическом виде.

Компьютер, используемый для контроля и программирования параметров технологического процесса напыления, максимально защищен от внешних факторов (скачки или отсутствие питающего напряжения, наводки по питающим и сигнальным кабелям, вибрация, температура, влажность, пыль и т.п.).

Разрабатываемое программное обеспечение обеспечивает контроль и управление процессом напыления.

4. Технические характеристики.

Наименование разрабатываемой установки (полное): Вакуумная электронно-лучевая установка нанесения покрытий.

Наименование установки (краткое): «УЭн-500».

Вид установки: Напыление.

Основные технические параметры	Значения
Размеры цилиндрической кассеты с изделиями (Диам.*Дл), мм	380*500
Скорость вращения изделия на горизонтальном штоке, об/мин	1 - 50
Количество тиглей, шт.	3
Внутренний диаметр тиглей, мм	70
Длина испаряемых слитков, мм	500
Скорость подачи слитков, мм/мин	0,3 ÷ 30
Количество электронных пушек для испарения материалов из тиглей, шт.	3
Количество электронных пушек для нагрева изделий, шт.	1
Номинальная мощность электронной пушки, кВт	150
Номинальное рабочее ускоряющее напряжение, кВ	30
Рабочий вакуум в камере нанесения покрытий, Па (мм рт.ст.)	$1 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3}$ $(1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5})$
Время вакуумирования шлюзовой камеры, мин	2 - 3
Время открытия шлюзового затвора, сек	8 - 10

Номинальное напряжение питающей сети трёхфазного переменного тока частотой 50 Гц, В	400±10%
Давление охлаждающей воды, Па (кгс/см ²)	3*10 ⁵ – 4*10 ⁵ (3 ÷ 4)
Установленная мощность, кВт	1100
Габаритные размеры установки (Д*Ш*В), мм	10900*9030*4500
Масса установки, кг	25000

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 $400\text{ В} \pm 10\%$ и частотой $50\text{ Гц} \pm 1$, 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 $0,4\text{ МПа}$ (4 кгс/см^2).
- наличии охлаждающей воды с давлением в подводящей магистрали не менее $0,25\text{ МПа}$ ($2,5\text{ кгс/см}^2$).

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_4), 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 $+20 \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$.

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 установку «УЭн-500.2» в единственном варианте, аналогов не имеет.

Модификация установки может быть изменена в зависимости от требований Заказчика.

Установки типа «УЭн» комплектуются также опционно оборотной системой водоохлаждения (на базе чиллера).

Для обеспечения бесперебойной работы установки рекомендуется дополнительно приобрести следующие сменные узлы: медные тигли, оснастку (по чертежам Заказчика) и для обслуживания гелевый течеискатель.