

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 790

(13) U

(51)⁷ С 21D 3/06

(54)

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗВОДОРАЖИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ

(21) Номер заявки: u 20020183

(22) 2002.06.25

(46) 2003.03.30

(71) Заявитель: Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого (ВУ)

(72) Авторы: Петрашенко Петр Дмитриевич; Хило Петр Анатольевич; Соловей Дмитрий Николаевич; Злотников Александр Игоревич; Тороп Василий Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого (ВУ)

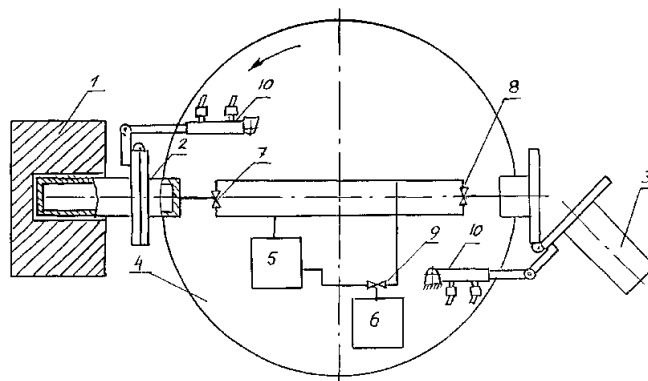
(57)

Установка для обезводораживания деталей, включающая жестко установленную электропечь, вакуумную камеру с крышкой для ее уплотнения, соединенную магистралью с системой откачки, образованной форвакуумным насосом и многоходовым вакуумным краном для связи с атмосферой, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит вторую вакуумную камеру с крышкой для ее уплотнения, при этом первая и вторая вакуумные камеры смонтированы на поворотной платформе эквидистантно и диаметрально противоположно с возможностью последовательного прохождения через электропечь, каждая из них снабжена в зоне уплотнения крышки водяной рубашкой, а система откачки дополнительно содержит диффузионный насос, который вместе с форвакуумным насосом включены параллельно и соединены с первой и второй вакуумными камерами посредством дополнительной магистрали и многоходовых вакуумных кранов для связи с атмосферой.

(56)

1. А.с. СССР 857276, МПК С 21D 1/04, опубл. 23.08.1981, бюл. № 31.

2. Сысов С.А. Вакуумная установка для обезводораживания деталей после гальванических покрытий // Вестник машиностроения. - 1968. - № 7. - С. 62 (прототип).



Фиг. 1

ВУ 790 U

Полезная модель относится к области термической обработки металлов и сплавов для удаления водорода и может быть использована в машиностроении при обработке металлических деталей с покрытиями из металла или без них, например поршневых колец, шайб и т.п., включая детали, работающие в узлах трения машин и механизмов.

Известно устройство для вакуумно-термической обработки стальных деталей, содержащее электропечь, внутри которой расположена вакуумная трубчатая камера с уплотнительным устройством, соединенная с вакуумной системой, включающая форвакуумный и диффузионный насосы [1].

Недостатком устройства является недостаточно высокая производительность и повышенная энергоемкость, обусловленная необходимостью охлаждения вакуумной камеры при загрузке и выгрузке деталей.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому эффекту является установка для обезводороживания деталей после гальванических покрытий, включающая электропечь, установленную в ней вакуумную камеру с крышкой и уплотнительным устройством, соединенную магистралью с системой откачки и атмосферой многоходовым вакуумным краном [2].

Недостатком данной установки является низкая производительность и недостаточно высокое качество обработки деталей. Низкое качество обусловлено тем, что вакуумная камера расположена внутри печи, при высокой температуре уплотнения не могут обеспечить достаточную степень герметизации для достижения высокого вакуума, а нагрев образцов в атмосфере и при низком вакууме приводит к дополнительному возникновению окисных пленок на поверхности деталей, препятствующих выходу водорода из деталей. Завышенная концентрация выделившихся газов в объеме при отключенном насосе и низком вакууме не обеспечивает необходимой степени удаления водорода из деталей, что также отрицательно сказывается на качестве изделий. Для удаления водорода в условиях низкого вакуума необходима длительная выдержка изделий, что уменьшает производительность, а также ограничивает область применения установки, поскольку длительное пребывание изделий в условиях высоких температур ведет к изменению механических свойств. Таким образом, известная установка не позволяет достичь одновременно необходимого качества и производительности.

Основной задачей настоящей полезной модели является повышение производительности установки и качества обезводороживания обрабатываемых деталей.

Поставленная задача решается тем, что известная установка для обезводороживания деталей, включающая жестко установленную электропечь, вакуумную камеру с крышкой для ее уплотнения, соединенную магистралью с системой откачки, образованной форвакуумным насосом и многоходовым вакуумным краном для связи с атмосферой, согласно полезной модели, дополнительно содержит вторую вакуумную камеру с крышкой для ее уплотнения, при этом первая и вторая вакуумные камеры смонтированы на поворотной платформе эквидистантно и диаметрально противоположно с возможностью последовательного прохождения через электропечь, каждая из них снабжена в зоне уплотнения крышки водяной рубашкой, а система откачки дополнительно содержит диффузионный насос, который вместе с форвакуумным насосом включен параллельно и соединены с первой и второй вакуумными камерами посредством дополнительной магистрали и многоходовых вакуумных кранов для связи с атмосферой.

В отличие от прототипа заявляемая установка содержит ряд новых конструктивных элементов и новых признаков взаимосвязи и взаиморасположения элементов.

Введение диффузионного насоса в систему откачки и охлаждение места уплотнения вакуумных камер водяными рубашками обеспечивает достижение достаточно высокого вакуума. Введение в конструкцию второй вакуумной камеры обеспечивает более полную загрузку вакуумной системы, многоходовые вакуумные краны обеспечивают повышенную работоспособность установки. Поворотная платформа создает возможность пооче-

ВУ 790 U

редного нагрева вакуумных камер при одновременной откачке. Размещение вакуумных камер и системы откачки эквидистантно и диаметрально противоположно позволяет реализовать необходимую степень надежности ее работы.

Указанные конструктивные элементы, а также новые связи между ними в совокупности обеспечивают возможность ускоренного создания вакуума, нагрева, охлаждения и других операций (см. ниже), с помощью которых обеспечивается более высокая производительность и качество обработки поверхности детали. Таким образом, только полное сочетание отличительных признаков приводит к достижению сверхсуммарного положительного результата.

На фиг. 1 изображен общий вид установки для обезводораживания деталей (вид сверху). Фиг. 2 иллюстрирует размещение вакуумных камер на поворотной платформе и принцип работы поворотной платформы (вид сбоку), на фиг. 3 изображено расположение и устройство вакуумной камеры в электропечи (в разрезе).

Установка содержит (фиг. 1): электропечь 1, первую 2 и вторую 3 вакуумные камеры, стационарно установленные на поворотной платформе 4, вакуумную систему, состоящую из диффузионного 5 и форвакуумного 6 насосов, установленных на поворотной платформе 4. Выход вакуумной камеры 2 соединен многоходовым вакуумным краном 7 со входом диффузионного 5 и форвакуумного 6 насосов и атмосферой. Соответственно выход второй вакуумной камеры 3 соединен многоходовым вакуумным краном 8 со входом диффузионного 5 и форвакуумного 6 насосов и атмосферой, а выход диффузионного насоса с помощью многоходового вакуумного крана 9 соединен со входом форвакуумного насоса 6. Таким образом, вакуумные камеры 2, 3 соединены с диффузионным 5 и форвакуумным 6 насосами параллельно и в то же время соединены двумя ветвями магистрали вакуумной системы с многоходовыми вакуумными кранами 7 и 8 между собой. Кроме того, на поворотной платформе 4 размещены исполнительные механизмы 10 пневмосистемы (на фиг. 1 не показана), обеспечивающие герметизацию вакуумных камер 2, 3.

Поворотная платформа 4 (фиг. 2) установлена на тележке 11 на упорном подшипнике 12. Тележка 11 установлена относительно оси электропечи I (см. фиг. 1) с возможностью возвратно-поступательного перемещения. Поворот платформы 4 относительно своей оси осуществляется вручную либо с помощью специального механизма, установленного на тележке (на фиг. 2 не показаны).

Вакуумные камеры 2 и 3 идентичны по конструкции и располагаются эквидистантно на диаметрально противоположных сторонах поворотной платформы 4. Вакуумная камера (например, 2), размещенная в электропечи 1, изображена на фиг. 3. Вакуумная камера 2 выполнена в виде тонкостенного стального цилиндра и снабжена крышкой 13 с уплотнениями (на фиг. 3 не изображены). Кроме того, вакуумная камера 2 снабжена теплоизолирующим экраном 14, а в области уплотнений (между экраном 14 и крышкой 13) - водяной рубашкой 15. Крышка 13 вакуумной камеры 2 соединена отрезком магистрали с многоходовым вакуумным краном 7. Внутри вакуумной камеры размещен термопреобразователь 16 для регистрации температур, а электропечь 1 снабжена терморегулятором 17. Позицией 18 условно обозначены обезводораживаемые детали. Водяная рубашка 15 подключается к системе охлаждения диффузионного насоса 5 (фиг. 1) и обеспечивает работоспособность уплотнения при повышенной температуре, многоходовые вакуумные краны 7, 8 обеспечивают соединение вакуумных камер 2,3 с ветвями магистрали вакуумной системы и с атмосферой.

Установка работает следующим образом. Обезводораживаемые детали 18 загружают в рабочие части вакуумных камер 2, 3, а крышки 13 герметизируют с помощью исполнительных механизмов 10 пневмосистемы. В первоначальном положении вакуумные камеры 2, 3 ориентированы вдоль оси электропечи 1 и размещены вне ее, а вакуумные краны 7, 8 установлены в положение, обеспечивающее соединение форвакуумного насоса 6 с вакуумными камерами 2, 3, а кран 9 - в положении, обеспечивающем отключение диффузионного насоса 5 от вакуумных камер 2, 3 и форвакуумного насоса 6.

ВУ 790 U

Включают форвакуумный насос 6 и откачивают воздух из вакуумных камер 2, 3 до разрежения 1,33 Па, одновременно включают электропечь 1 и ранее отвакуумированный насос 5. После достижения требуемого разрежения многоходовые вакуумные краны 7, 8, 9 переводят в положения, обеспечивающие соединение диффузионного насоса 5 с вакуумными камерами 2, 3 и форвакуумным насосом 6, и откачивают воздух до разрежения $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па. При этом с помощью терморегулятора 17 устанавливают в электропечи 1 требуемую температуру обработки, например 473-523 К. При достижении требуемой степени высокого вакуума тележку 11 вместе с поворотной платформой 12 перемещают к электропечи 1 до соприкосновения теплоизоляционного экрана 14 с электропечью 1 и выдерживают в электропечи 1 при рабочей температуре. После окончания обезводороживания деталей в первой вакуумной камере 2 тележку 11 перемещают в первоначальное положение, затем осуществляют поворот платформы 4 на 180° и снова перемещают тележку 11 до соприкосновения теплоизоляционного экрана вакуумной камеры 3 с электропечью 1 и обезводороживают детали при рабочей температуре. Во время обезводороживания деталей в вакуумной камере 3 многоходовой вакуумный кран 7 переводят в положение отключения диффузионного насоса от вакуумной камеры 2, камеру выдерживают требуемое время до достижения необходимого охлаждения, контролируя температуру с помощью термопреобразователя 16. При достижении охлаждения многоходовой вакуумный кран 7 переводят в положение соединения вакуумной камеры 2 с атмосферой и с помощью исполнительного механизма 10 пневмосистемы открывают камеру 2 и извлекают обезводороженные детали.

Загружают новую партию деталей в вакуумную камеру 2, герметизируют с помощью исполнительного механизма 10 пневмосистемы, а вакуумные многоходовые краны 7, 9 переводят в положение соединения форвакуумного насоса 6 с вакуумной камерой 2 (в это время диффузионный насос 5 откачивает из вакуумной камеры 3 на себя). При достижении разрежения 1,33 Па в вакуумной камере 2 вакуумный многоходовой кран 7 переводят в положение соединения диффузионного насоса с вакуумной камерой 2, а многоходовой вакуумный кран 9, в положение соединения форвакуумного насоса 6 с диффузионным 5.

После обезводороживания деталей в вакуумной камере 3 тележку 11 возвращают в первоначальное положение, с помощью поворотной платформы 4, вакуумные камеры 3, 2 меняют местами. Снова вакуумную камеру 2 с помощью тележки 11 помещают в электропечь 1, а охлаждение, разгерметизацию, разгрузку, загрузку деталей, герметизацию, создание предварительного и высокого вакуума, обезводороживание в электропечи 1 осуществляют вышеописанном порядке. Таким образом, процесс обработки циклически повторяется.

По сравнению с прототипом заявляемая установка обладает следующими преимуществами. В рабочем режиме заявляемая установка для обезводороживания деталей обеспечивает охлаждение, герметизацию, разгрузку, загрузку, разгерметизацию, создание предварительного и высокого вакуума в одной из камер при обезводороживании деталей в другой. За счет совмещения указанных операций увеличивается производительность. Кроме того, нагрев и выдержка деталей при рабочих температурах в условиях высокого вакуума обеспечивает более быструю и полную дегазацию водорода из деталей, что также повышает производительность за счет сокращения времени на обезводороживание.

Нагрев, выдержка при рабочей температуре и частичное охлаждение деталей в условиях высокого вакуума позволяет достичь более полного устранения водорода, снизить остаточные напряжения и неравномерность физико-химических свойств приповерхностных слоев, получить менее окисную поверхность, уменьшает вероятность исходных очагов концентрации напряжений. Указанные причины ведут к улучшению качества обрабатываемых поверхностей, что, например, для поршневых колец, ведет к увеличению их износостойкости, а для других деталей - к улучшению их физико-механических свойств. Более ускоренная дегазация водорода и незначительное время нахождения деталей в зоне нагрева не приводит к структурно-фазовому изменению материала изделия, что позволяет исполь-

ВУ 790 U

зывать установку для обезводороживания более широкого класса деталей, использование в заявляемой установке обычной электропечи вместо вакуумной (по прототипу) позволяет сократить специальное оборудование.

Достижение положительного эффекта подтверждается результатами испытаний. Обезводороживание поршневых колец двигателя Д-240 с хромовым покрытием производили на лабораторном макете заявляемой установки при рабочей температуре в вакуумной камере при 523 К и разрежении $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па.

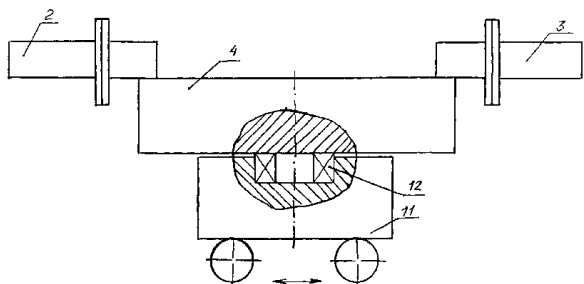
Моделирование работы установки-прототипа осуществляли на лабораторном макете заявляемой установки при отключенных водяной рубашке и диффузионном насосе. В обоих случаях обезводороживали одно и то же количество деталей. При использовании установки по прототипу удалось достичь максимальную степень разрежения 66,5 Па. После обезводороживания определяли содержание водорода в поршневых кольцах методом вакуум-экстракции. Кроме того, обезводороженные поршневые кольца подвергали испытаниям на износостойкость на машине трения 77МТ при скорости скольжения $V = 0,1$ м/с и нагрузке $P = 0,2$ МПа. Режимы обработки на заявляемой установке и по прототипу, а также результаты испытаний представлены в таблице.

Сравнительные режимы обработки и результаты испытаний

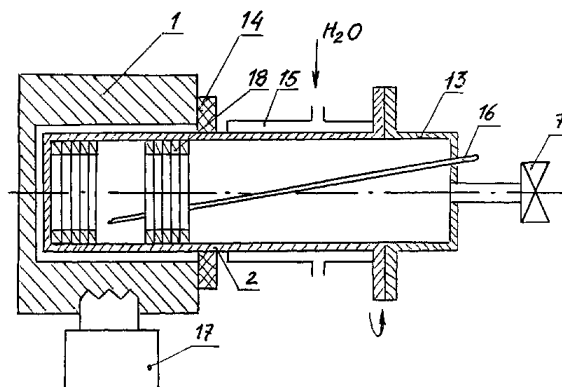
Обработка	Разряжение в камере, Па	Время обезводороживания, мин	Содержание H_2 после обезводороживания, $м^3/кг \cdot 10^{-5}$	Интенсивность износа, 10^{-11}
По прототипу	66,5	135	5,7	18
По заявленному решению	$1,33 \cdot 10^{-3}$	35	1,6	8,8
Серийные кольца	-	-	7,55	19

Таким образом, по сравнению с прототипом заявляемая установка обеспечивает более полное устранение водорода из деталей (в 5 раз), а для деталей, работающих в узлах трения машин и механизмов, позволяет повысить износостойкость в $1,7 \div 2$ раза.

На Гомельском заводе пусковых двигателей были проведены ресурсные испытания двигателей ПД-10УЦ с обезводороженными, согласно заявленному решению, поршневыми кольцами ($C_H = 4 \cdot 10^{-5}$ м³/кг). Испытания показали увеличение износостойкости обезводороженных поршневых колец по сравнению с серийными в 1,7 раза, что подтверждает соответствие заявляемого технического решения критерию "промышленная применимость".



Фиг. 2



Фиг. 3