



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110362** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
C23C 14/32 (2006.01)
F28D 20/00
H05B 7/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

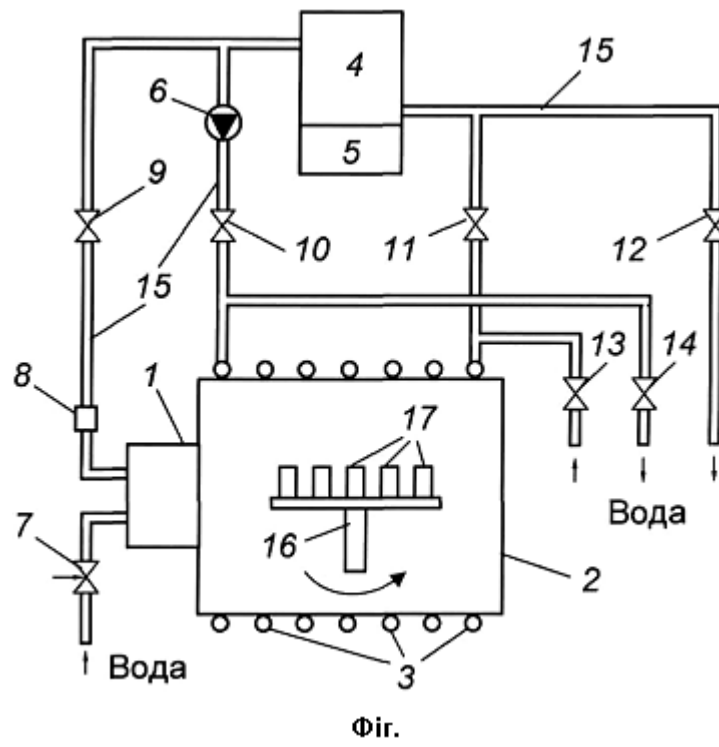
(21) Номер заявки: а 2013 10008	(72) Винахідник(и): Сисоєв Юрій Олександрович (UA), Костюк Геннадій Ігорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.08.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.12.2015	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070 (UA)
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.10.2014, Бюл.№ 19	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2015, Бюл.№ 24	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2244030 C1, 10.01.2005, RU 95081 U1, 10.06.2010, RU 2059732 C1, 10.05.1996, UA 38845 U, 26.01.2009, EP 866146 A1, 23.09.1998, EP 1433524 A1, 30.06.2004, WO 2013/073096 A1, 23.05.2013, US 4297190 A, 27.10.1981.

(54) ЗАСТОСУВАННЯ ДЖЕРЕЛА ПЛАЗМИ ЯК ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАГРІВУ ВАКУУМНОЇ КАМЕРИ ІОННО-ПЛАЗМОВОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Винахід належить до електротехніки, зокрема до пристроїв нагрівання-охолодження вакуумної камери іонно-плазмових установок, призначених для отримання покриттів різного функціонального призначення на деталях машин і інструменті. Застосування джерела плазми як пристрою для нагріву вакуумно-плазмової установки полягає в тому, що акумульоване тепло теплоносія, нагрітого джерелом плазми, застосовують для нагріву вакуумної камери іонно-плазмової установки. Технічним результатом винаходу є зниження споживання електроенергії і витрати води при роботі іонно-плазмової установки.

UA 110362 C2



Винахід належить до електротехніки, зокрема до пристроїв нагрівання-охолодження вакуумної камери іонно-плазмових установок, призначених для отримання покриттів різного функціонального призначення на деталях машин і інструменті.

Відоме застосування в установках "Булат-6" індукційного нагрівача для прогріву стінок вакуумної камери з метою скорочення часу досягнення робочого вакууму після розгерметизації камери (див. "Установка Булат-6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации", представлена на <http://bulat-6.narod.ru/l.htm>). Такий нагрівач являє собою трансформатор з короткозамкнутою вторинною обмоткою, виконаною з мідної трубки, по якій пропускається теплоносії - вода. Споживана нагрівачем значна потужність (13 кВт) йде на нагрів проточної води до температури порядку 60...65 °С, яка проходячи по системі нагріву-охолодження вакуумної камери (по мідних трубках, припаяних до стінок вакуумної камери) здійснює прогрів стінок камери. Після проходження системи нагріву-охолодження нагріта вода скидається в систему зливу. Таке технічне рішення є неефективним з причин підвищеної витрати води та електроенергії.

Для скорочення часу вакуумування вакуумно-дугової печі за рахунок підтримки температури стінок печі вище температури точки випадання роси в патенті Росії № 2244030 МПК C22B 9/21 система охолодження додатково обладнана пристроєм акумулювання тепла (при нагріванні води за рахунок тепла, що відводиться від виплавленого злитку). Подальший прогрів стінок вакуумно-дугового печі водою, нагрітою до температури 70-80 °С в процесі вакуумування дозволяє скоротити час вакуумування печі в 1,5 рази. У цьому пристрої після вакуумування необхідно нагріту воду (масою 10 т) замінити холодною водою для охолодження стінок печі в наступному робочому процесі - дуговій плавці. Це призводить до скидання в систему зливу 10 т нагрітої води, що є недоліком пристрою, тому що збільшує витрату води. Крім того, постійне ручне під'єднання-від'єднання підвідних шлангів робить даний пристрій нетехнологічним.

Більш досконала система нагріву вакуумної камери в порівнянні з системою установки "Булат-6" запропонована в патенті Росії на корисну модель № 95081 МПК F25B 19/04. Створення замкнутого контуру, у якому відбувається нагрів теплоносія (води) електричним котлом і забезпечення циркуляції теплоносія в контурі за допомогою насоса дозволяють економити споживання води та електроенергії в режимі прогріву стінок вакуумної камери. Однак подальше скидання нагрітої води в систему зливу при переході в режим охолодження є недоліком цього пристрою, який не дозволяє істотно знизити споживання електроенергії і витрати води.

Технічною задачею запропонованого винаходу є створення системи для нагріву вакуумної камери іонно-плазмової установки, що дозволяє знизити споживання електроенергії і зменшити витрату води іонно-плазмовою установкою.

Поставлений технічний результат досягається тим, що як пристрій нагріву теплоносія за новим призначенням вперше застосовують джерело плазми іонно-плазмової установки як пристрій для нагріву теплоносія, що забезпечує нагрів стінок вакуумної камери іонно-плазмової установки. При цьому для регулювання температури нагріву теплоносія джерело плазми забезпечено регулятором протоки рідини, що нагрівається і додатково містить датчик вимірювання температури рідини на виході з джерела плазми.

Невід'ємним пристроєм, що входить до складу іонно-плазмової установки для обробки поверхні виробів, є джерело плазми. Джерела плазми призначені для перетворення матеріалу катода в плазмовий стан за допомогою електричного розряду. Надалі матеріал катода в плазмовому стані осідає на поверхню виробу. Тип електричного розряду визначає конструкцію і основні характеристики джерела плазми. В даний час найбільшого поширення набули джерела плазми на основі вакуумно-дугового розряду - вакуумно-дугові джерела плазми (випарники) і на основі магнетронного розряду - магнетронні розпилювальні системи. Перші використовуються в установках типу Булат і описані в [Аксенов И.И. и др. Вакуумная дуга: источники плазмы, осаждение покрытий, поверхностное модифицирование. К.: Наукова думка, 2012, с. 191-237], другі - для отримання плівкових покриттів і описані в [Данилин Б.С., Сырчин В.К. Магнетронные распылительные системы. М.: Радио и связь, 1982, 72 с]. Спільним для цих типів джерел плазми є досить велика споживана потужність (на рівні кілька кіловат, звичайно 3...4 кВт). Значна частина енергії, що підводиться, для нормальної роботи джерел плазми потім відводиться проточною водою системи охолодження. Нагріта вода при цьому скидається в систему зливу, тобто використовується неефективно, що призводить до підвищеного споживання електроенергії і витраті води іонно-плазмовою установкою.

Суть запропонованого винаходу полягає в застосуванні джерел плазми за новим призначенням - для нагріву теплоносія, який надалі забезпечує прогрів стінок вакуумної камери. При цьому основна функція, що реалізує джерело плазми в іонно-плазмової установці -

перетворення матеріалу катода в плазмовий стан, зберігається. Оскільки нагрів теплоносія джерелом плазми і прогрів теплоносієм стінок вакуумної камери рознесений в часі, то для збереження теплоносієм запасеного тепла застосовується акумулююча ємність. Запропоноване рішення дозволяє знизити споживання електроенергії і витрати води при роботі іонно-плазмової установки.

На кресленні показана система нагріву-охолодження іонно-плазмової установки із застосуванням джерела плазми як пристрою для нагріву вакуумної камери установки.

Система нагрівання-охолодження іонно-плазмової установки із застосуванням джерела плазми як пристрою для нагріву вакуумної камери установки складається з джерела плазми 1, приєднаного до вакуумної камери 2, яка охоплена припаяною до неї мідною трубкою 3. Для акумулювання тепла, запасеного теплоносієм після його нагрівання в джерелі плазми 1, в системі нагріву-охолодження встановлена акумулююча ємність 4 з вбудованим нагрівачем 5. Циркуляція теплоносія по мідних трубках 3 в режимі прогріву камери забезпечується насосом 6. Для регулювання витрати теплоносія через джерело плазми 1 на патрубку, що підводить рідину-теплоносій, встановлений регулюючий клапан 7, а для контролю температури нагріву теплоносія на зворотному патрубку встановлений датчик температури 8. Перемикання між режимами нагрівання й охолодження вакуумної камери здійснюється клапанами 9-14. Рух теплоносія між вузлами системи нагріву-охолодження відбувається по трубопроводах 15. Всередині вакуумної камери на тримачі підкладки 16 встановлені оброблювані вироби 17.

Працює система нагріву-охолодження вакуумної камери іонно-плазмової установки із застосуванням джерела плазми як пристрою для нагріву теплоносія в такий спосіб.

Після установки оброблюваних виробів 17 на тримач підкладки 16 вакуумну камеру 2 відкачують (пристрій відкачування на кресленні не показаний) до робочого тиску (зазвичай 10^{-3} Па). Потім відкривають клапани 7, 9, 12 подачі і зливу води і включають джерело плазми 1 для обробки виробів 17. Зміною витрати води регулюючим клапаном 7 встановлюють задане значення температури води на виході з джерела плазми 1 (на рівні 75...80 °C), яке контролюють за допомогою датчика температури 8. У процесі обробки виробів 17, вода, що надходить в джерело плазми 1, охолоджуючи його електроди, нагрівається до заданої температури і надходить у акумулюючу ємність 4. Вода з більш низькою температурою при цьому витісняється з акумулюючої ємності 4 через трубопровід 15 і відкритий клапан 12 та надходить у систему зливу. При обробці виробів відбувається охолодження вакуумної камери 1 водою, що надходить через відкритий клапан 13 в мідну трубку 3 і виходить в систему зливу через клапан 14. Клапани 10 і 11 при цьому закриті.

Після закінчення обробки виробів 17 джерело плазми 1 відключають і закривають клапани 7, 9 і 12. Переводять систему нагріву-охолодження в режим прогріву вакуумної камери, для чого закривають клапани 13 і 14, відкривають клапани 10 і 11 і включають насос 6. При цьому нагріта вода з акумулюючої ємності 4 надходить в мідну трубку 3 і нагріває вакуумну камеру 1, постійно циркулюючи. Після прогріву стінок вакуумної камери 1 її розгерметизовують, проводять заміну оброблених виробів 17 на необроблені вироби 17 і починають процес відкачування вакуумної камери 1. Після відкачки вакуумної камери 1 до тиску 10^{-1} Па систему нагріву-охолодження переводять у режим охолодження вакуумної камери 1, для чого закривають клапани 10 і 11 і відкривають клапани 13 і 14. Після досягнення робочого тиску у вакуумній камері 1 процес обробки виробів 17 повторюють. У разі необхідності (наприклад, якщо за умовами техпроцесу час роботи джерела плазми малий), для підігріву води в акумулюючій ємності до заданої температури використовують вбудований нагрівач 5. Його використовують також при первісному запуску іонно-плазмової установки (первісному нагріванні води в акумулюючій ємності).

Застосування джерела плазми для нагріву стінок вакуумної камери було випробувано на установці "Булат-6". При цьому система нагріву-охолодження установки була модернізована відповідно до креслення. Технічні характеристики основних елементів, представлених на кресленні, були наступні: об'єм акумулюючої термоізольованої ємності 4-80 л; потужність вбудованого нагрівача 5-5 кВт; насос 6 - циркуляційний насос типу Alfa Star CR25/40, датчик температури - термopapa.

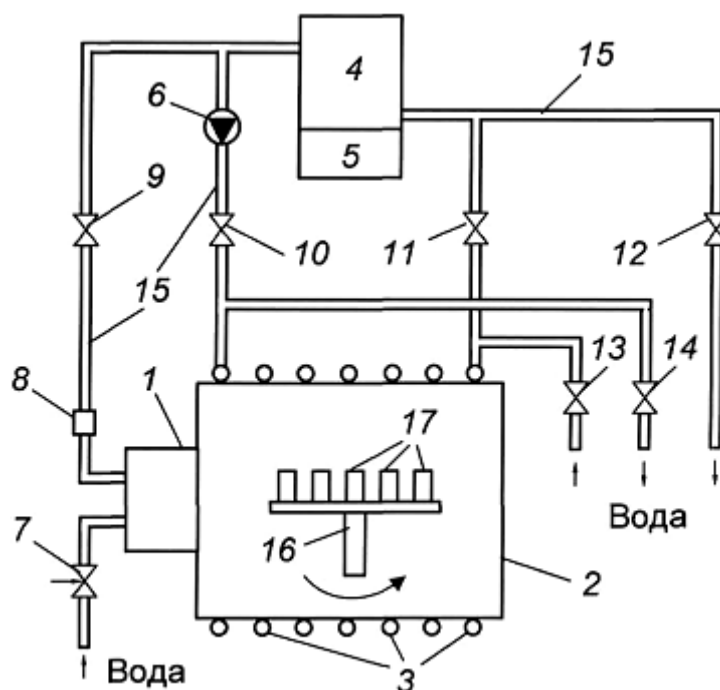
При роботі джерела плазми при струмі дуги 100 А він забезпечував нагрів води, що проходить через нього, до 80 °C при її витраті 35 л/год. Температура в акумулюючій ємності доводилася до 80 °C після вимкнення джерела плазми короткочасним (до 5 хв.) включенням вбудованого нагрівача 5. Запасеної теплоносієм енергії в акумулюючій ємності в режимі прогріву було достатньо для нагріву стінок вакуумної камери до температури 69 °C.

Застосування джерела плазми як пристрою нагріву теплоносія, використовуваного для прогріву стінок вакуумної камери установки "Булат-6", показало наступні переваги такого застосування:

1. Зникає необхідність використання нагрівача індукційного установки потужністю 13 кВт.
2. Знижується витрата води через джерело плазми з ~ 250 л/год. до 35 л/год.
3. Відсутня витрата води в режимі прогріву стінок камери, так як вода в цьому режимі циркулює по замкнутому контуру: акумулююча ємність 4 - мідна трубка 3, що охоплює вакуумну камеру.
4. Загальна економія енергії, що витрачається на прогрівання стінок вакуумної камери при використанні джерела плазми як пристрою нагріву теплоносія, порівняно зі штатною установкою "Булат-6", досягає 80 %.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Застосування акумульованого тепла теплоносія, нагрітого джерелом плазми для нагріву вакуумної камери іонно-плазмової установки.
2. Застосування за п. 1, яке **відрізняється** тим, що джерело плазми забезпечено регулятором протоки рідини, що нагрівається.
3. Застосування за п. 2, яке **відрізняється** тим, що джерело плазми додатково містить датчик вимірювання температури рідини на її виході з джерела плазми.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601