



## СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОТКАЧКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВАКУУМНЫХ КАМЕР ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ СВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК

Чл.-кор. НАН Украины **О. К. НАЗАРЕНКО** (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Приведены результаты откачки крупногабаритной вакуумной камеры объемом около  $20 \text{ м}^3$  промышленной установки УЛ-132 без использования и с использованием системы вымораживания паров воды. Установлено, что время откачки вакуумной камеры до вакуума  $2,66 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$  ( $2 \cdot 10^{-4} \text{ мм рт. ст.}$ ) при вымораживании паров воды снижается в 2 раза (от 40 до 20 мин).

*Ключевые слова:* электронно-лучевая сварка, откачка, крупногабаритные вакуумные камеры, рабочий вакуум, вымораживание паров воды

В последние годы ужесточились требования ко времени откачки крупногабаритных вакуумных камер электронно-лучевых сварочных установок с целью увеличения количества рабочих циклов за смену. Так, например, время достижения рабочего вакуума  $2,66 \cdot 10^{-2} \text{ Па}$  ( $2 \cdot 10^{-4} \text{ мм рт. ст.}$ ) в вакуумной камере объемом  $20 \dots 30 \text{ м}^3$  обычно не должно превышать 20 мин. Известно, что именно наличие паров воды в воздушной среде, которая удаляется при откачке вакуумной камеры, значительно замедляет процесс откачки, поскольку пары воды конденсируются на стенках камеры и ее механизмах. При вакууме  $1 \text{ Па}$  ( $1,33 \cdot 10^{-2} \text{ мм рт. ст.}$ ) пары воды составляют от 65 до 95 % остаточного газа. Водяной пар может образовать от 50 до 100 монослоев на всех внутренних поверхностях откачиваемого объема. Требуется значительное время, чтобы молекулы пара оторвались от твердой поверхности и стали свободным газом, который затем откачивается высоковакуумным насосом. Возможность предварительного удаления паров воды путем продувки вакуумной камеры горячим сухим воздухом пока еще не доведена до промышленной реализации.

Известно\*, что для вымораживания водяного пара достаточно использовать криозмеевики, охлаждаемые до температур, близких к  $-100 \text{ }^\circ\text{C}$ . При температуре  $-109,1 \text{ }^\circ\text{C}$  парциальное давление паров воды уже не превышает  $2,66 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$  ( $2 \cdot 10^{-5} \text{ мм рт. ст.}$ ). Криозмеевик, изготовленный из гладкой медной трубки, имеет оптимальное соотношение поверхности и массы, что позволяет обеспечить бы-

стрый цикл его функционирования. В процессе охлаждения смесевой хладагент, протекая через змеевик, испаряется при температуре  $+90 \dots -150 \text{ }^\circ\text{C}$ . Время охлаждения стандартного змеевика от  $25$  до  $-110 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет не более 2 мин. Практически для такого же быстрого отогрева горячий газ, предварительно очищенный от масла, подается из нагнетательной линии напрямую в тот же змеевик. Система вымораживания добавляется к традиционному вакуумному откачному блоку установки без какого-либо изменения последнего и имеет интерфейс для подключения к общей системе компьютерного управления.



Рис. 1. Общий вид криозмеевика, смонтированного на задней стенке вакуумной камеры установки КЛ-132 (внизу справа — «холодный ввод» в вакуумную камеру)

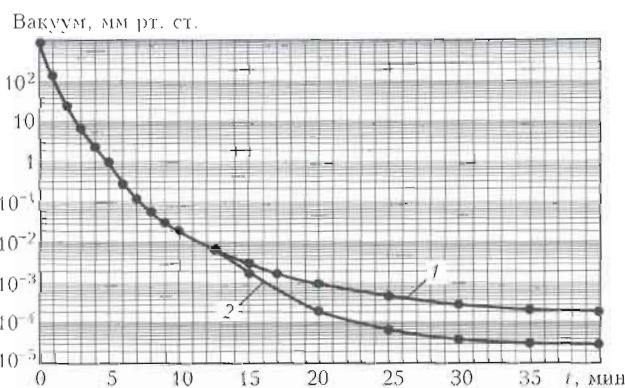


Рис. 2. Временная зависимость степени разрежения вакуумной камеры объемом около  $20 \text{ м}^3$  установки КЛ-132, полученная без вымораживания (1) и с вымораживанием (2) водяных паров

\* Высоковакуумные промышленные крионасосы / С. Б. Нестеров, О. Н. Подчерняев, Б. В. Юдин и др. // Сб. докл. 6-й Междунар. конф. «Вакуумные технологии и оборудование», г. Харьков, 21-26 апр., 2003 г. — Харьков: ННЦ ХФТИ, 2003. — С. 231-237.



На рис. 1 представлен общий вид криозмеевка, смонтированного на задней стенке вакуумной камеры установки КЛ-132 объемом около 20 м<sup>3</sup>.

Из рис. 2 видно, что начиная с момента включения системы вымораживания, соответствующего вакууму приблизительно 1 Па (1,33<sup>-2</sup> мм рт. ст.), скорость разрежения существенно повышается и вакуум 2,66·10<sup>-2</sup> МПа (2·10<sup>-4</sup> мм рт. ст.) достигается за 20 мин, в то время как при отклю-

ченной системе вымораживания — только за 40 мин, т. е. в 2 раза дольше.

Кроме сокращения времени откачки, вымораживание водяных паров уменьшает вероятность попадания влаги в зазор свариваемых кромок, что предотвращает появление мелких пор в шве при сварке титановых сплавов.

Вымораживание водяных паров осуществлено нами уже в двух промышленных установках для электронно-лучевой сварки.

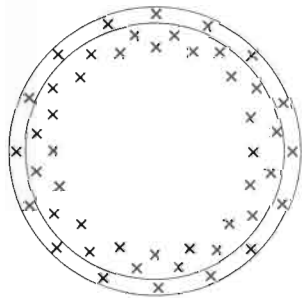
Results are given on evacuating the large-size vacuum chamber with a capacity of about 20 m<sup>3</sup>, which is part of the industrial unit UL-132, with and without the water vapour freezing-out system. It has been established that the time of evacuation of the vacuum chamber to a vacuum level of 2,66·10<sup>-2</sup> (2·10<sup>-4</sup> mm Hg) by using the water vapour freezing-out system is reduced 2 times (from 40 to 20 min).

Поступила в редакцию 29.11.2007

УДК 621.791(088.8)

## ИЗОБРЕТЕНИЯ СТРАН МИРА\*

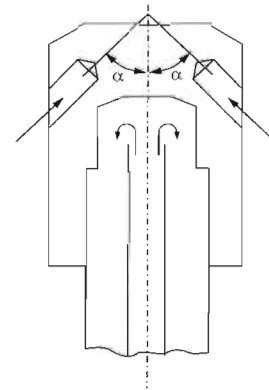
**Способ изготовления многослойных труб путем лазерного переплава.** Последовательно формируют кольцевые слои из металлических порошков и расплавляют каждый слой с помощью лазерного излучения, соединяя его с предыдущим слоем, в результате чего получают многослойную трубу. Между смежными слоями основного материала находятся слои прокладочного материала, теплопроводность которого отличается от теплопроводности металла основных слоев. Зазоры между слоями основного материала могут вакуумироваться и герметизироваться, заполняться газом или пеной. Полученная конструкция может быть цилиндром двигателя Стирлинга или другого поршневого двигателя. Патент Великобритании 2416319. D. W. Hislop, S. D. Joseph (Sustainable) Engine Systems Limited).



**Способ и устройство для чистки электродов и колпачков точечной сварки, а также машина точечной сварки с таким устройством.** Электрод и закрепляемый на нем колпачок подвергают воздействию охлаждающей среды, причем разность температур охлаждающей среды и электрода превышает 80 К. Электрод и колпачок имеют каналы для подачи охлаждающей среды.

Текст перевода заголовка и реферата публикуются по ИСМ вып. 018 № 12/2006, порядк. номер реферата 0223, патентный документ-аналог WO 2005113186 A1 дата публ. 01.12.2005. Патент Германии 1004024979. J. Joerg, Sch. Emil (Alexander Binzel Schweisstechnik GmbH).

\* Приведены сведения о патентах, опубликованных в реферативном журнале «Изобретения стран мира» № 1 за 2007 г.



**Способ контроля качества работ при сварке трением.**

Предложен способ контроля качества при сварке трением, во время которой вращающийся фрикционный инструмент с усилием вводят в материал деталей, соединяемых сваркой, и перемещают вдоль линии соединения. Способ отличается тем, что измеряют изменение по времени давления и/или возникающих во время сварки трением колебаний фрикционного инструмента, соединяемых сваркой деталей или других элементов и затем методом Фурье преобразуют их в частотные и амплитудные спектры и что для контроля качества сварного соединения полученные частотные и амплитудные спектры сравнивают с базовыми значениями. Патент Германии 1004030381. B. Tommy, H. Ulrike, S. Juergen (Eads Deutschland GmbH).

