

METAL-HYDRIDE THERMAL CONVERTER FOR COOLING OF ENERGY STRESSED CONSTRUCTIONAL ELEMENTS IN PLASMA DEVICES

V. N. Borisko, I. N. Sereda, A. F. Tselujko, D. V. Zinov'ev

Kharkov National University by V.N. Karazin, Kurchatov av. 31, Kharkov, 61108, Ukraine

e-mail: borisko@htuni.kharkov.ua

Introduction

Searching perspective technical solutions and constructional materials for vacuum-plasma devices of different purpose, which are exposed to great thermal loadings last time attracts more and more attention. One of the ways to solve these tasks is using gas-saturated alloys and intermetallides as constructional materials, which can self-cool at the expense of hydrogen desorption under the influence of charge particles beams. Last time as such materials it was offered to use reversible sorbents of hydrogen Zr-V system which have high rate of sorption-desorption and high thermal effects of hydride phases decomposition [1-2]. In this paper the question of power takeoff from constructional elements was solving at the expense of using such getter hydride-forming intermetallic compounds.

Result and discussion

For practical realization of the metal-hydride cooling principle, it was offered a model of thermal converter. Converter consists of the hollow target filled with completely saturated metal-hydride powder of $Zr_{50}V_{50}H_x$ system, mass and heat transfer space, capacity with not saturated $Zr_{50}V_{50}$ intermetallide, heat takeoff device. At power supply to the target and its heating up to certain temperature the hydrogen desorption and heat takeoff begins. Hydrogen gas through the transfer space gets to the zone of not saturated getter powder, which sorbs this hydrogen. This process is accompanying with heat release that needs applying of heat sink system. Such a heat converter has limited resource of operation, which depends on the level of power supply and hydrogen quantity stored in the metal-hydride powder. At decreasing of the hydrogen quantity in the target up to certain level the regeneration of system is required. At that the pumping-over of hydrogen back to the hollow target occur.

The examination of thermal dependencies at different conditions of power supply and quantities of metal-hydride extender were carried out on a special experimental test bench. The electron beam realized the target heating. The target temperature was measured depending on power of electron beam and streams of desorbed hydrogen were determined. The power level of electron beam were tracing in the magnitude of acceleration voltage and target current. Changing the power level was realized by changing the target current at the expense of filament current of the cathode adjustment. The magnitude of acceleration voltage kept permanent and was -1.6 kV.

When the target temperature came out to the steady plateau the switching the new level of power supply had been realized. As a result of measurements it was determined two region of temperature stabilization on the level of 140°C и 210°C , which corresponds to the maximum of desorption rate on thermo-desorption curves. In the experiments the load of metal-hydride was 22 g and its hydrogen capacity was $230\text{ cm}^3/\text{g}$ under the standard conditions.

Conclusions

Based on the experimental data and theoretical calculations it was determined that for target temperature stabilization at the level of 200°C the quantity of metal-hydride powder is 1 g/J. The period of work of the heat converter up to the regeneration phase depends on the level of power output.

References

1. P. Della Porta, C. Pizani. Non – evaporable gettering pumps. // SAES Getters, Technical Reports, № 8 – 16. – Milano (Italy), 1969.
2. Barosi, T. A. Giorgi. A non-evaporable getter for low temperatures. // Vacuum. – 1973. – V. 23, № 1. – P. 15 – 19.

МЕТАЛЛОГИДРИДНЫЙ ТЕПЛОВЫЙ КОНВЕРТОР ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОНАПРЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЛАЗМЕННЫХ УСТРОЙСТВАХ

В. Н. Бориско, Д. В. Зиновьев, И. Н. Серeda, А. Ф. Целуйко,

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, пр. Курчатова 31,

Харьков, 61108, Украина

e-mail: borisko@htuni.kharkov.ua

Введение

Поиск перспективных технических решений и конструкционных материалов для вакуумно-плазменных устройств различного назначения, которые подвергаются большим тепловым нагрузкам, в последнее время привлекает все большее внимание. Одним из путей решения этих задач является использование в качестве конструкционных материалов газонасыщенных сплавов и интерметаллидов, которые за счет десорбции газа под воздействием интенсивных потоков заряженных частиц могут самоохлаждаться. В последнее время в качестве таких материалов предложено использовать обратимые сорбенты водорода системы $Zr-V$, которые обладают высокими скоростями сорбции-десорбции и большими тепловыми эффектами разложения гидридных фаз [1-2]. В данной работе вопрос отвода мощности от конструкционных элементов решался за счет использования таких геттерных гидридо-образующих интерметаллических соединений.

Результаты и обсуждение

Для реализации принципа металлгидридного охлаждения предложена модель теплового конвертора. Конвертор состоит из полый мишени, заполненной полностью насыщенным водородом металлгидридным порошком системы $Zr_{50}V_{50}H_x$, пространства массо- и теплопереноса, емкости с ненасыщенным интерметаллидом $Zr_{50}V_{50}$, устройства отвода тепла. При подводе энергии к мишени и ее разогреве до некоторой температуры начинается десорбция водорода и отвод тепла. Газообразный водород через пространство переноса попадает в область с ненасыщенным водородом геттерным порошком, который сорбирует этот водород. Этот процесс сопровождается выделением тепла, что требует применения системы теплоотвода. Такой тепловой конвертор имеет определенный ресурс работы, который зависит от уровня подводимой мощности и количества водорода, запасенного металлгидридным порошком. При снижении количества водорода в полости мишени до определенного уровня требуется процесс регенерации системы. При этом

происходит перекачка водорода назад, в полую мишень.

Изучение температурных зависимостей мишени при разных уровнях подводимой мощности и различных количествах металлгидридных наполнителей проводилось на специальном экспериментальном стенде. Разогрев мишени осуществлялся электронным пучком. Измерялась температура мишени в зависимости от мощности электронного пучка и определялись потоки десорбированного водорода. Уровень мощности электронного пучка отслеживался по величине ускоряющего напряжения и тока на мишень. Изменение уровня мощности осуществлялось путем изменения тока на мишень за счет регулировки тока накала термокатада. Величина ускоряющего напряжения оставалась неизменной и составляла –1,6 кВ. Переход на новый уровень мощности производился только после того, как температура мишени выходила на устойчивое плато. В результате измерений были определены две области стабилизации температуры на уровне 140°C и 210°C, которые соответствуют максимумам скорости выделения водорода на термодесорбционных зависимостях. В проводившихся экспериментах загрузка металлгидрида составляла 22 г, а его водородоемкость – 230 см³/г при нормальных условиях.

Выводы

На основании экспериментальных данных и теоретических расчетов было установлено, что для стабилизации температуры мишени на уровне 200°C количество металлгидридного порошка составляет 1 г/Дж. Продолжительность работы теплового конвертора до этапа регенерации зависит от уровня отводимой мощности.

Литература

3. P. Della Porta, C. Pizani. Non – evaporable gettering pumps. // SAES Getters, Technical Reports, № 8 – 16. – Milano (Italy), 1969.
4. Barosi, T. A. Giorgi. A non-evaporable getter for low temperatures. // Vacuum. – 1973. – V. 23, № 1. – P. 15 – 19.