

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПРЕССНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

В.Ф. Зеленский, Н.П. Одейчук, В.П. Рыжов, В.О. Гамов, А.Л. Улыбкин, В.К. Яковлев
Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
Харьков, Украина
Факс +38(057)335-17-09; тел. +38(057)335-60-04

Приведена конструкция облучательного устройства для исследования физико-механических свойств образцов графитовых материалов под действием облучения электронами. Основным отличием разработанного устройства от используемого в предыдущих исследованиях является применение для разогрева образцов до требуемой температуры электрической печи сопротивления. Регулировка температуры печи осуществляется стандартным регулятором температуры с обратной связью с помощью термопары, установленной на нагревателе и подключенной к устройству стабилизации. Разработанное экспериментальное устройство позволяет проводить исследование свойств графитовых материалов до температур ~ 1000 °С.

Разработанная ранее методика и ее аппаратное оформление для проведения исследований графитовых материалов в среде кислорода под действием облучения электронами при использовании ускорителей заряженных частиц позволяют проводить эксперименты в температурном диапазоне 400...600 °С за счет радиационного нагрева образцов [1, 2]. Для проведения экспериментов по окислению образцов графита в процессе облучения использовали ускоритель электронов ELIAS с энергией электронов в пучке 2...3 МэВ и током пучка 1...1000 мкА. Исследовательский комплекс состоит из ускорителя ELIAS и облучательного устройства, которые включают: генератор первичных электронов, находящийся внутри стального корпуса; электропровод с системами настройки и управления пучком; системы вакуумной откачки и камеры облучения (облучательного устройства), в которой размещены облучаемые материалы.

Используемое в предыдущих исследованиях [1, 2] облучательное устройство не позволяло проводить эксперименты при температурах выше ~ 650 °С, так как нагрев образцов осуществлялся только за счет радиационного нагрева. Однако наибольший практический интерес представляет изучение поведения графита при температурах выше 800 °С.

Целью настоящей работы являлись разработка конструкции и изготовление экспериментального устройства для проведения экспрессных имитационных радиационных испытаний с использованием ускорителей заряженных частиц, позволяющего проводить эксперименты при температурах ~ 800 °С и выше.

При разработке конструкции камеры облучения с независимой системой косвенного нагрева исследовательских образцов ставилась задача создания устройства, которое позволяло бы за счет косвенного нагрева образцов повышать их температуру в процессе их радиационного разогрева до ~ 1000 °С. При этом резистивный нагрева-

тельный элемент предложено размещать в керамическом стакане на съемном фланце камеры облучения. Основным элементом разработанного устройства является электрическая печь сопротивления, позволяющая поднять температуру образцов до ~ 1000 °С.

Регулировка температуры печи осуществляется стандартным регулятором температуры с обратной связью с помощью термопары, установленной на нагревателе и подключенной к устройству стабилизации.

На рис. 1 представлена электрическая схема разработанной печи, а на рис. 2 – схематическое изображение камеры для облучения образцов. Нагревательное устройство представляет собой тигель из Al_2O_3 , который закреплен с внутренней стороны фланца камеры облучения (рис. 3). Электрическая печь сопротивления расположена внутри тигля и с помощью специальных зажимов крепится к обечайке тигля, выполненной из нержавеющей стали (рис. 4). Электрические контакты печи и управляющая термопара выведены наружу камеры через гермовводы (рис. 5). Питание печи осуществляется электрическим током при напряжении 36 В.

Претерпел изменения и способ подачи кислорода в камеру облучения. В предыдущих экспериментах [2] кислород находился в резиновой емкости объемом ~ 5 л, соединившейся с камерой облучения. Создана стационарная система подачи кислорода в камеру облучения с использованием стационарного кислородного баллона с объемом кислорода 6000 л (давление 150 атм). После реконструкции системы газопровода кислород подается в камеру облучения через систему редукторов непрерывно с заданной скоростью. Кроме того, корпус камеры охлаждается водой (см. рис. 2), что препятствует чрезмерному нагреву фланца, с помощью которого облучающее устройство крепится к фланцу электропровода. Температура образцов измеряется шестью хромель-алюмелевыми термопарами, которые располагаются в их центральной части (рис. 6).



Рис. 1. Электрическая схема печи для подогрева графитовых образцов

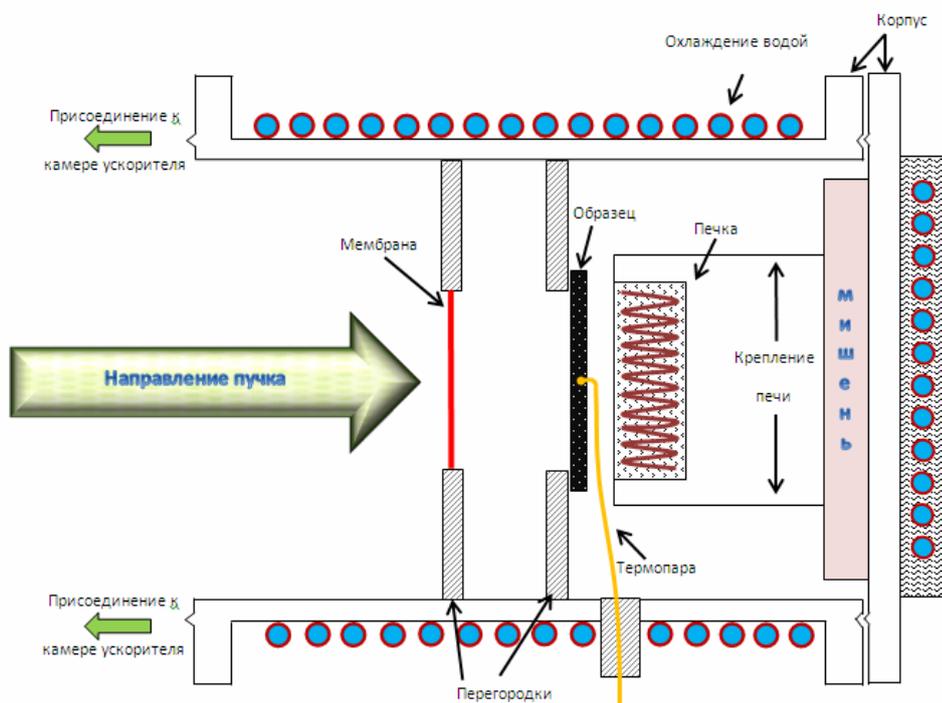


Рис. 2. Схематическое изображение камеры облучения



Рис. 3. Фланец с закрепленным тиглем для размещения нагревателя

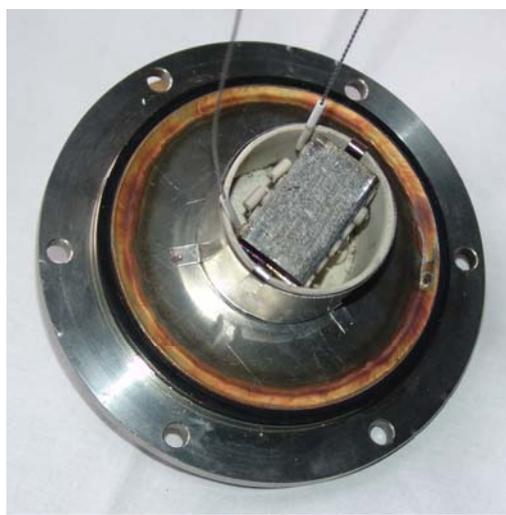


Рис. 4. Электрическая печь в сборе

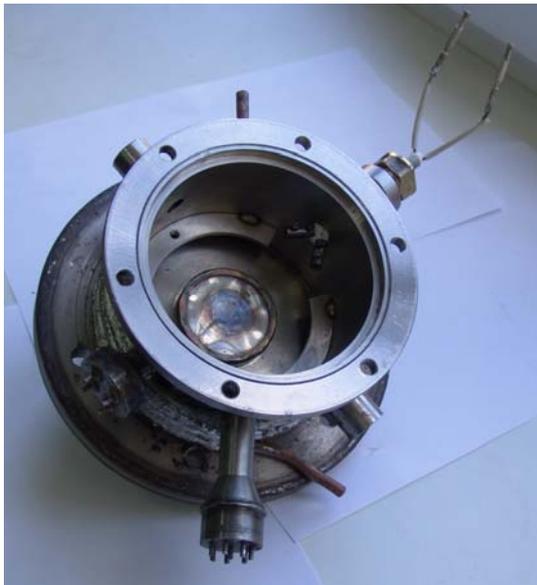


Рис. 5. Камера для облучения образцов (видны электрические контакты для питания нагревателя)

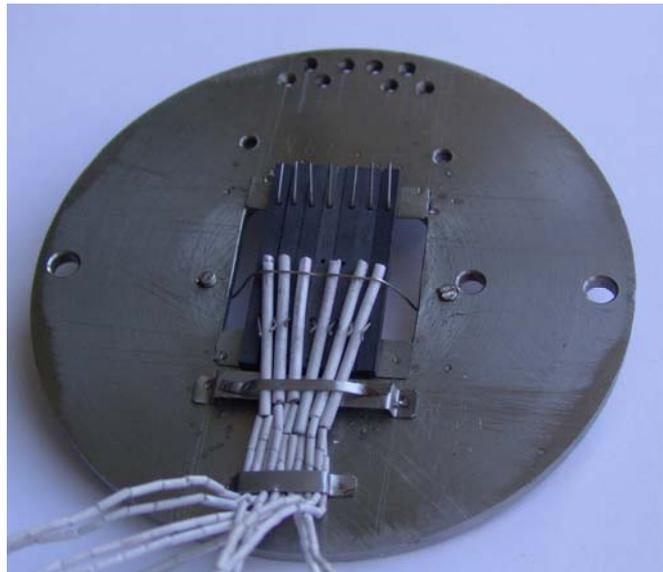


Рис. 6. Фланец с закрепленными образцами и термопарами

ВЫВОДЫ

1. Разработано и изготовлено малогабаритное нагревательное устройство, которое размещается в камере облучения. Регулировка температуры печи нагревательного устройства осуществляется стандартным регулятором температуры с обратной связью с помощью термопары, установленной на нагревателе и подключенной к устройству стабилизации.

2. Разработанное экспериментальное устройство позволяет проводить облучение образцов пучком электронов до температур ~ 1000 °С.

3. Проведена подготовка ускорителя ELIAS к проведению коррозионных испытаний графитовых материалов в потоке кислорода при облучении

пучком электронов в температурном диапазоне 600...1000 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.Ф. Зеленский, Н.П. Одейчук, В.К. Яковлев и др. Исследование коррозионной стойкости графитов в среде кислорода // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2011, №2, с. 116-122.

2. В.Ф. Зеленский, Н.П. Одейчук, В.К. Яковлев и др. Методика исследования графитовых материалов в среде кислорода под действием облучения электронами // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2011, №2, с. 186-191.

Статья поступила в редакцию 31.07.2012 г.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПРЕСНИХ ІМІТАЦІЙНИХ РАДІАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ

В.Ф. Зеленський, М.П. Одейчук, В.П. Рижов, В.О. Гамов, О.Л. Улюбкін, В.К. Яковлев

Наведена конструкція опромінюючого пристрою для дослідження фізико-механічних властивостей зразків графітових матеріалів під дією опромінення електронами. Основною відмінністю розробленого пристрою від використовуваного в попередніх дослідженнях є застосування для розігріву зразків до необхідної температури електричної печі опору. Регулювання температури печі здійснюється стандартним регулятором температури зі зворотним зв'язком за допомогою термопар, що встановлена на нагрівачі, і підключеної до пристрою стабілізації. Розроблений експериментальний пристрій дозволяє проводити дослідження властивостей графітових матеріалів до температур ~ 1000 °С.

EXPERIMENTAL DEVICE FOR HOLDING OF THE EXPRESS IMITATING RADIATIVE TESTS

V.F. Zelenskiy, N.P. Odeychuk, V.P. Rizhov, V.O. Gamov, A.L. Ulybkin, V.K. Yakovlev

In work is showing the design of the irradiation device for research of physical and mechanical properties for graphite materials samples under electrons irradiation. The main difference of the developed device from used in previous researches is the using for samples heating to the required temperature the electric resistance furnace. Adjustment of the oven temperature is standard temperature controller with feedback with using of thermocouple that installed on the heater and connected to the device of stabilization. Developed experimental device allows to carry out research of properties of graphite materials up to the temperatures about 1000 °С.