

## ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ ИОНАМИ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЯ TiCrN НА ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

С.Б. Кислицин<sup>1</sup>, А.И. Потекаев<sup>2</sup>, В.В. Углов<sup>3</sup>, И.Д. Горлачев<sup>1</sup>,  
В.Д. Клопотов<sup>4</sup>, А.А. Клопотов<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> г. Алматы, Казахстан, Институт ядерной физики

<sup>2</sup> г. Томск, Томский государственный университет

<sup>3</sup> г. Минск, Беларусь, Белорусский государственный университет

<sup>4</sup> г. Томск, Томский политехнический университет

<sup>5</sup> г. Томск, Томский государственный архитектурно-строительный университет

e-mail: lopotov@tpu.ru

Разработка новых конструкционных материалов является актуальной проблемой при создании реакторов IV поколения. Эти материалы должны обладать набором разнообразных функциональных свойств: высокой механической прочностью; стабильностью структуры и свойств в зависимости от облучения; минимальной способностью к активации; стабильностью геометрических параметров изделий, высокой коррозионной стойкостью против топливных материалов и охлаждающих жидкостей. Разработка новых реакторных материалов проводится по разным направлениям. Одним из перспективных направлений является разработка покрытий, обладающих высокими физико-механическими свойствами для создания защиты основного материала от радиации и воздействия агрессивных сред при повышенных температурах.

В данной работе представлены результаты изучения влияния облучения альфа-частицами, ионами криптона и ксенона на структурно-фазовые состояния покрытия TiCrN, созданное дуговым методом осаждения в вакууме на углеродистую сталь. Используемые виды облучения имитируют накопление гелия за счет ядерных реакций при облучении нейтронами, а также осколками деления ядерного топлива. Исследуемые материалы облучались потоками ионов  ${}^4\text{He}+1$  низкой энергией (22 кэВ) и  ${}^4\text{He}+2$  (40 кэВ) и потоками ионов Xe+18 и Kr+14 с высокими энергиями 1,5 МэВ/нуклон. Флюенс потока ионов He составлял величину  $1.0 \times 10^{17}$  и для ионов Xe и Kr  $5 \times 10^{14} \div 1.0 \times 10^{15}$  ион $\times$ см<sup>-2</sup>. Температура облучения не превышала 150 °С.

Рентгеноструктурные исследования с использованием  $\text{CuK}_\alpha$  излучения необлученных TiCrN покрытий на стальной подложке позволили выявить только структурные линии от  $\alpha$ -Fe с ОЦК структурой и с параметром решетки  $a = 0,2868$  нм. Установлено, что облучение ионами гелия с энергиями 22 кэВ и 40 кэВ до флюенса  $1 \times 10^{17}$  ион/см<sup>2</sup> не изменило структурных линий фазы  $\alpha$ -Fe и привело к увеличению фона на рентгенограммах и к появлению дополнительных слабых структурных рефлексов на углах  $2\Theta = 37^\circ$  и  $62^\circ$ . Анализ дополнительных структурных рефлексов, проводился с учетом наличия соединений на тройных фазовых диаграммах, и не позволил их идентифицировать.