

# СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд  
за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“

област на висше образование: 5. Технически науки

професионално направление: 5.6. Материали и материалознание

специалност: „Материалознание и технология на машиностроителните материали“

Автор: маг. инж. Иван Ангелов Винев

Тема: Дифузионно обогатяване с бор на полупроницаеми прахови конструкционни материали от системата Fe-C-Cu в полупроницаеми насищащи среди

Член на научното жури: доц. д-р инж. Иван Ненов Митев (съгласно заповед № 3-01-180/26.04.2021г. на Ректора на Технически университет – Габрово)

## Кратка характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд съдържа: Въведение, Съдържание, Приети означения, 5 глави, Класификация на приносите, Публикации по дисертацията и Литература в общ обем 149 стр., в които са поместени текст, формули, 69 фигури и графики и 25 таблици. Литературата обхваща 182 заглавия – статии, доклади, книги и интернет-сайтове.

## 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Целта и задачите на дисертационната работа са свързани с разработване на състав за дифузионно обогатяване с бор на полупроницаеми прахови конструкционни материали от системата Fe-C-Cu в полупрознасищащи среди и изследване на механичните характеристики на формираните покрития.

Обект на изследване в дисертационната работа са процесите, протичащи при еднокомпонентно дифузионно обогатяване с бор на полупроницаеми праховометалургични образци от системата Fe-C-Cu в полупроницаеми насищащи среди. Въз основа на обстоен термодинамичен анализ на възможните химични реакции за отделяне на елементарен бор, е предложен механизъм за насищане на праховометалургични конструкционни материали от системата Fe-C-Cu с плътност  $5,80 \div 7,00 \text{g/cm}^3$ . На база предложеният механизъм е разработен състав за повърхностно насищане с елементарен бор, проследена е кинетиката на формиране на дифузионните слоеве, техния фазов състав, преразпределението на легиращите елементи в желязната матрица след дифундирането на бор по повърхността на образците, определени са дифузионните константи. Предложени са изрази за пресмятане коефициента на дифузия на бора в легиран с мед аустенид в зависимост от плътността на образците и концентрацията на мед в желязната матрица. Изследвани са основните свойства на боридните слоеве формиранни върху образци от тройната система Fe-C-Cu и са представени графични зависимости за определянето им в зависимост от плътността на образците и количеството мед в желязната матрица.

Въз основа на всичко това може да се направи заключението, че темата и целта на дисертационния труд са актуални, като резултатите са с изключително практическо приложение.

## 2. Обзор на цитираната литература

Списъкът на литературните източници е съставен от 182 заглавия, от които 62 са на латиница. Използвани са 26 интернет адреса, а 156 литературни източници са на хартиен носител.

На база направеният анализ на литературните източници е формулирана целта на дисертационния труд и са поставени задачите за нейното постигане. Направеният анализ на литературното проучване показва добро познаване на тематиката.

В заключение може да се каже, че докторантът познава добре състоянието на проблема и творчески е интерпретирал информацията от анализа на литературните източници за креативно решаване на формулираните задачи.

## 3. Методика на изследване

Смятам, че дисертационният труд е правилно структуриран и добре оформен. При разработване на дисертацията са използвани неконвенционални материали, при изследването на които е приложен съвременен подход и инструментариум. Докторанта е подбрал подходящи методи за изследване, съответстващи напълно на поставената цел и прозтичащите от нея задачи за решаване.

В процеса на работа при решаване на поставените задачи докторанта използва теоретичен анализ, експериментални изследвания с модерна измервателна апаратура, както и методика за математично моделиране на технологични обекти по метода на приведените симплексни решеткови планове.

Метода на изследване включва анализ на проблема, разработване на активна среда за отделяне на елементарен бор, изследване кинетиката на формиране на дифузионните слоеве, техният фазов състав и разпределението на елементите в насищаната матрица. Основавайки се на получените експериментални резултати са предложени изрази за теоретично пресмятане на дифузионните константи при дифузията на елементарен бор в легиран с мед аустенит на прахови конструкционни материали. С оглед последващата практическа реализация на предложеният технологичен процес са проведени изследвания на основните експлоатационни свойства на получените дифузионни слоеве – микротвърдост, износ- и окалиноустойчивост и са разработени графични зависимости, позволяващи при зададен комплекс от свойства да се определи пористостта на изходният материал и параметрите на режимите за насищане.

## 4. Приноси на дисертационният труд

В резултат на получените данни в процеса на изследване авторът формулира 18 приноса с научно-приложен и приложен характер. От своя страна научно-приложните приноси могат да се структурират, като такива с оригинален характер и такива свързани с получаване на потвърдителни факти.

Научно-приложни приноси с оригинален характер:

- *Разработен е* състав за дифузионно обогатяване с елементарен бор на полупроницаеми прахови конструкционни материали от системата Fe-C-Cu в полупроницаеми насищащи среди не съдържащ хлориди и флуориди и компонентите са оптимизирани по метода на приведените симплексни решетки.
- *Разработени са* изрази за теоретично пресмятане коефициента на дифузията на бор в легиран с мед аустенит в зависимост от плътността на праховите образци –  $5,80 \div 7,00 \text{ g/cm}^3$ , и концентрацията на мед в тях.
- *Установено е*, че елементарен бор се отделя в резултат от възстановяването на борният анхидрид с елементарен натрий в присъствието на кислород. Наличието на значително количество кислород прави възможно разлагането на криолита до двунатриев окис.

- *Доказано е*, че увеличаването на количеството мед в сплавите от системата Fe-C-Cu води до нарастване параметъра на кристалната решетка на желязото от 2,8660Å при 100%Fe до 2,8695Å при образци с 96,6%Fe, 0,4%C и 3,0%Cu.
- *Доказано е*, че зародиши на фазата Fe<sub>2</sub>B и тяхното нарастване се фиксират след първите 20÷40min на насищане, независимо от плътността на образците, а зародиши на високоборидната фаза се образуват след първите 20min на насищане при образци с плътност 7,00g/cm<sup>3</sup> и след първите 60min на насищане при образци с плътност 5,80g/cm<sup>3</sup>.
- *Доказано е*, че заличаването на повърхностната и проходна пористост при химико-термично обработване на полупроницаеми и проницаеми материали е в пряка зависимост от вида на дифундиращият елемент и вида на синтероването – дали е твърдофазно или протича при наличие на течна фаза.
- *Доказано е*, че на бориране в полупроницаеми среди могат да се подлагат и окислени праховометалургични образци.
- *Доказано е*, че добавянето до 2,0% Cu към Fe-C матрица води до намаляване стойностите за активиращата енергия – Q, до 20% и активиране на дифузионните процеси.

#### Получаване на потвърдителни факти:

- *Потвърдено е*, че в процеса на дифузионно обогатяване може да се получи частично или пълно заличаване на откритите и проходни пори, в резултат на което скоростта на формиране на дифузионните слоеве да намалее, в следствие превръщането на насищаната матрица от проницаема в полупроницаема и дори непроницаема.
- *Потвърдено е*, че при бориране на прахови конструкционни материали независимо от химичният състав на изследваните образци формираните дифузионни слоеве запазват своята иглеста структура, но в сравнение с тази при плътните материали тя е по-слабо изразена, което е резултат от наличието на остатъчна пористост в насищаната матрица.
- *Потвърдено е*, че медта която не образува собствени бориди, след насищане се концентрира в подслоя под формата на ε фаза – преситен твърд разтвор на медта в Feα.
- *Потвърдено е*, че с нарастване на температурата и продължителността на насищане нараства дебелината на дифузионното покритие независимо от плътността на образците и концентрацията на мед в тях.
- *Потвърдено е*, че микротвърдостта на боридните слоеве зависи от плътността на насищаните образци, техният фазов състав и се изменя в границите 14500÷19000 MPa.
- *Потвърдено е*, че боридните дифузионни слоеве са устойчиви при работа във въздушна среда до температури от порядъка на 900÷950°C.

#### Приложни приноси:

- *Разработени са* графични зависимости за определяне състава на насищащата среда при съдържание на 2,0% мед и 0,4% въглерод в зависимост от дълбочината на дифузионният слой при зададена твърдост.
- *Разработени са* графични зависимости за определяне дебелината на боридното покритие в зависимост от желаната микротвърдост и плътност на желязна матрица легирана с 0,4% въглерод и 2,0% мед.
- *Разработени са* графични зависимости за определяне износоустойчивостта на формираните покрития при образци с различна плътност в зависимост от продължителността на износване.

- *Разработени са кинетични криви за определяне окалиноустойчивостта на боридните покрития, посредством нарастване масата на наситените образци при температура 600°C.*

### **5. Публикации по дисертацията**

Публикациите по дисертационния труд са 7 на брой (шест на английски език). От тях 4 са в списания и три в международни научни конференции, като един от докладите е рефериран в Scopus. Една от публикациите е самостоятелна, а останалите са в съавторство с научният ръководител. Това ми дава основание да приема, че публикациите са достатъчно на брой и отразяват адекватно получените резултати в дисертационния труд.

Няма предоставена информация за регистрирани цитирания и реализиран икономически ефект от практическото приложение на разработката.

### **6. Авторство на получените резултати**

В качеството си на научен ръководител на докторанта считам, че постигнатите резултати са лично негово дело. Доказателство за това са и публикуваните резултати от изследванията, които са основно от маг. инж. Иван Винев и в съавторство с научния ръководител.

### **7. Автореферат**

Представеният автореферат е в обем от 42 страници и включва приети означения, обща характеристика на дисертационния труд, кратко описание на дисертацията по глави, приноси и списък на публикациите по дисертационната работа. Смятам, че авторефератът отговаря на изискванията и отразява същността на проведените теоретични и експериментални изследвания, както и на постигнатите на тяхна база научно-приложни и приложни резултати. Той е добре оформен и предлага богат илюстративен и графичен материал.

### **8. Забележки и препоръки**

Нямам принципни забележки към дисертационния труд. Бих си позволил да препоръчам на докторанта да продължи изследванията си в областта на химико-термичното обработване на праховометалургичните конструкционни стомани, както в направление на еднокомпонентното обогатяване, така и в дву- и многокомпонентното такова.

### **9. Заключение**

Оценката ми за представения дисертационен труд е положителна. Считам, че той отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане, както и на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово.

Всичко това ми дава основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор“ от маг. инж. **Иван Ангелов Винев** в област на висшето образование - 5. *Технически науки*, професионално направление - 5.6. *Материали и материалознание*, докторска програма: *„Материалознание и технология на машиностроителните материали“*.

15.05.2021г.  
гр. Габрово

Изготвил становището:...../п/.....  
/доц. д-р инж. Ив. Митев/