

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема:

„Получаване на сложно релефни ляти композити чрез използване метода на капилярно формоване”,

За присъждане на образователна и научна степен „Доктор” на

маг. инж. Даниела Тодорова Спасова

област на висшето образование: 5. Технически науки,

професионално направление 5.1. Машинно инженерство,

научна специалност: „Материалознание и технология на машиностроителните материали“ .

Рецензент: доц. д-р инж. Георги Евстатиев Рашев

Технически университет – Габрово

1. Актуалност на тематиката на рецензирания труд.

През последните години се забелязва трайна тенденция в използването на различните материали в индустрията. Все по-голямо значение придобиват новите материали и технологии за получаването им. Особено привлекателни в това отношение са композиционните материали. Способността да съчетават в себе си свойствата на различните компоненти им позволяват постигането на уникални, по своя комплекс свойства.

Свойствата на композитите зависят от състава и вида на изграждащите ги компоненти, количеството съотношение между тях и якостта на връзката им с матричната маса. Уякчаващата фаза определя якостта и твърдостта на композита, а свойствата на матрицата и големината на връзката – якост на умора и пълзене.

Едно съвременно направление в развитието на технологиите е получаване на лети метални композити. Последните значително превъзхождат по експлоатационни характеристики получените по конвенционалните методи метални сплави. Наличието на метална матрица позволява точен контрол и постоянство на механичните характеристики в широк температурен интервал. Получаването на композитни материали с метална матрица, чрез методите на леене, представлява нов етап към по-широкото промишлено приложение на последните и реализиране на по-високи технико-икономически показатели.

Иновативността на дисертационния труд се състои в създадения метод за получаване на сложнорелефни метални композити, в еднократни леярски форми, на основата на различни метални матрици и уякчаващи фази от вида „*in vitro*” и „*hybrid*”, чрез използване възможностите на метода „капилярно формоване”. Последният е защитен с патент от колектив, включващ и автора маг. инж. Даниела Спасова. Това определя и актуалността на темата на дисертационния труд „Получаване на сложно релефни ляти композити чрез използване метода на капилярно формоване”.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли литературния материал.

Направен е обстоен анализ на научните изследвания по проблематиката на дисертационния труд. Цитирани са общо 145 литературни източника, от които 47 на кирилица и 98 на латиница. Голяма част от тях са от последните години на водещи и световно известни изследователи. Това е позволило на

докторантката да направи аргументирана преценка на състоянието на проблема, и е изградило точна в нея ясна представа за проблематиката на дисертационния и труд, да формулира целта и задачите който трябва да реши, и построи методика за реализирането и.

Дисертационният труд е подреден систематично. Отделните части са логически и методично свързани. Стилът на изложение, представянето и интерпретирането на резултатите са на много добро ниво. Това предполага задълбочено познаване на същността и спецификата на проведените изследвания от докторантката.

3. Може ли избраната методика на изследване да даде отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд.

В хода на разработване на дисертационния си труд докторантката е показала комплексни познания в областта на теорията и експеримента на леене по метода на капилярно формование, процеса на кристализация и фазови превръщания в металите и сплавите, строеж и свойства на композитите, различните изследователски методи: радиографски, рентгенографски, металографски, измерване на микро - и макротвърдост и други изследвания.

Чрез използване на съвременни и подходящо подбрани методики докторантката е успяла да реализира формулираната в началото цел. Част от отделните методики включват стандартизирани изследвания, което гарантира точността и лоялността на получените резултати.

Проведеният прецизен рентгенофазов анализ на композити: месинг и уякчаваща фаза желязо и алуминий с уякчител желязо, са потвърдили създаването на хибридна връзка между металната матрица и уякчителя. Установените нови фази, интерметалните съединения Fe_3Zn_{10} (в композита месинг – Fe) и Fe_3Al (в композита алуминий – Fe) показват възникването на химична взаимодействие в хода на кристализация на матрицата.

Проведените микроструктурни и радиографични изследвания са установили успешно инфилтриране на стопилката в капилярните пространства на уякчителя и получаването на плътни сложнорелефни композити.

Натрупаните експериментални данни са позволили създаването на математичен модел на топлинното поведение на течната фаза, в процеса на запълване и кристализация на матрицата, с цел оптимизиране процеса на получаване на ляти композитни материали. Направена е компютърна симулация илюстрираща образуването на топологично свързано непрекъсната структура, при инфилтрацията на стопилката.

Разработеният труд е изпълнен в методична последователност - поставяне на проблема, избор и провеждане на подходящ експеримент и анализ на получените резултати.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд е изложен на 171 страници, включително 97 фигури, 20 таблици. Трудът е оформен с увод, 6 части и съдържа още: основни приноси, както и списък с публикациите, един патент за изобретение на автора, по темата на дисертационния труд и списък на използваната литература. Като обем, той значително превишава изискванията за един дисертационен труд.

Обект на изследването е получаване на принципно нови, многофазни, сложнорелефни ляти метални композити (ЛМК) в еднократни леярски форми, получени по метода „капиллярно формование“, което определя и поставената цел.

За реализирането ѝ са поставени и решени няколко основни задачи:

- установени са възможностите на метода „капиллярно формование“ за получаване на ляти метални композити;
- разработени са методики за изработка на леярски форми и отливане на сложнорелефни модели;
- създадена е уредба за инфилтриране на металната стопилка в капилярните пространства между частиците на уякчаващата фаза;
- проведени са радиографичен и рентгенофазов анализ, микроструктурен анализ и е определена микротвърдостта – HV, на получените композити;
- създаден е математически модел на топлинното взаимодействие между матрицата и уякчаващата фаза.

В резултат на реализираните задачи е създаден нов, иновационен метод за получаване на сложнорелефни ляти композити с метална матрица от вида „invitro“ и „hybrid“.

Изложената в дисертационния труд разработка не буди никакво съмнение, относно постигнатите при изпълнението и резултати, и формираните научни, научно-приложни и приложни приноси. Това се потвърждава от:

- използваният метод за получаване на ляти метални композити по метода на „капиллярно формование“ е защитен с патент;
- разработени са установка и подходящи за експериментиране и изследване методики;
- част от проведените изследвания са стандартизирани и проведени с прецизна научно-изследователска и контролираща техника;
- приложено е голямо количество доказателствен материал за постигнатите резултати.

Считам, че в труда се съдържа достатъчно количество фрактологичен материал материал, гарантиращ достоверността на изведените приноси.

5. Приноси на дисертацията

Извършена е огромна по обем научно-експериментална дейност. Това е позволило натрупването на голяма база от данни, анализът на които е позволил да се формират приносите на дисертационния труд. Същите могат да се групират като научни, научно-приложни и с приложен характер, и представляват интерес, както за теорията, така и за практиката.

По значимите от тях са:

5.1. Новости за науката:

- Разработен е нов иновационен метод за получаване на сложнорелефни ляти метални композити, на основата на различни материали съставлящи матрицата и уякчаващата фаза, от вида “invitro” и “hybrid”.
- Получени са нови сложнорелефни композити по предложени иновационен метод с различни матрици и уякчаваща фаза както следва:
 - матрица мед – уякчаваща фаза: корунд, желязо, карборунд;
 - матрица алуминий – уякчаваща фаза: корунд, желязо;
 - матрица месинг – уякчаваща фаза: стъкло, желязо;
 - матрица ЦАМ – уякчаваща фаза фибростъкло;
 - матрица калай – уякчаваща фаза мед.

- Установена е фазовия състав и вида на формиращата се структура.
- Установено е наличието на химично взаимодействие и формирането на фазите Fe_3Zn_{10} в композита месинг ($CuZn38Pb2$) - желязо, и Fe_3Zn_{10} в композита алуминий – желязо, в процеса на кристализация.
- Създаден е математичен модел на температурните флуктуации в течната фаза, за композита месинг – желязо и е създадена компютърна симулация позволяваща проследяването на кристализация процес.

5.2. Обогавяване на съществуващи данни:

- Доказана е възможността на метода капилярно леене в еднократни форми за получаване на плътни и бездефектни сложнорелефни ляти метални композити.
- Установена е възможността за получаване ляти композити с метална свързваща матрица в еднократни леярски форми.
- Потвърдено е протичането на дифузионни процеси между течната метална матрица и уякчаващата фаза, в процеса на изграждане на композита.
- Установено е, че получените сложнорелефни ЛМК с уякчаваща фаза желязо се изграждат при температури с около $400^{\circ}C$ по-ниски от температурите на получаване на отливки от същите сплави.
- Установено е, че получаването на единични детайли по метода капилярно леене е икономически целесъобразно, в сравнение с известните конвенционални методи.

5.3. Приложни приноси:

- Създадена е уредба за изграждане на ляти метални композити.
- Натрупани са база от данни за получаване на композити с метална матрица и различни метални и неметални уякчители.
- Създадена е методика за регулиране параметрите на технологичния процес за получаване на сложнорелефни композити.
- Разработена е надеждна технология за получаване на качествени композити по разработения метод.

5.4. Характер на приносите:

Дисертационният труд представлява задълбочено и завършено научно изследване по проблемите касаещи получаването на сложнорелефни ляти метални композити в еднократни форми по метода „капилярно леене”. Разработен е нов иновационен метод защитен с патент. Получена е много научна и научно-приложна информация, която и може да се използва в:

- Получаване и изследване на ляти метални композити по метода ”капилярно леене”.
- Моделиране на кристализационния процес на при разработване нови технологии и конструкции.
- В леярското производство за създаване на нови материали с повишени експлоатационни характеристики.
- Получаване на комплексни многофазни композитни материали със зададен комплекс от свойства.
- В учебния процес, като допълнителна информация и практическо обучение.

6. Лично участие на дисертанта

Като изхождам от научните изяви на докторантката Даниела Спасова, от преките ни контакти и дискусии по разработвания от нея проблем, от

съдържанието и изложението на дисертацията, и приложените към нея публикации и патент, в който тя е съавтор считам, че предложения дисертационен труд е лично дело на докторантката под ръководството на нейния научен ръководител.

7. Публикации по дисертационния труд

Докторантката е представила списък от 6 публикации, чрез които са популяризирани основните резултати от проведените изследвания и един патент, който е в основата на темата на дисертационния труд.

Участието и в приложените публикации е както следва:

- самостоятелни – 2 бр.;
- в съавторство – 4 бр., от които в три е на първо място и в една на второ място.

Четири от тях са на английски език.

Представените трудове са публикувани в списания и престижни научни форуми:

- На международни конгреси и конференции:

- Advances in Materials & Processing Technology Conference, 2014, Дубай;
- международна конференция „FOUNDRY 2015”, България;
- международен научен конгрес, Варна 2012.

- В списания:

- TEM Journal, 2016.
- Advances in Materials and Processing Technologies, 2016.
- Машиностроене и машинознание 2011.

8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната и социалната практика?

Основните практически приноси на дисертационния труд са в областта на теорията и практиката по получаване и изследване на ляти - сложнорелефни композити с метална матрица. В процеса на разработката му е създадена цялостна технология включваща: точна методика, конструирана и изработена установка, уточнени технологични параметри и защитен с патент иновационен метод. Получени са отлични практически резултати, представляващи нов етап в леярското производство, които се прилагат реално.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси.

Считам, че дисертационният труд не се нуждае от допълнителни препоръки за бъдещо използване, тъй като съществена част от постигнатите в дисертацията резултати се използват в практиката.

10. Автореферат

Авторефератът е в обем на 36 страници и съдържа: обща характеристика и основно съдържание на дисертационния труд; изводи към всяка глава; научни, научно приложни и приложни приноси; апробация на резултатите; списък на публикациите и резюме на английски език. В него са отразени основните раздели

на дисертационния труд, посочени са използваните методики, извършената теоритико-експериментална дейност и анализа на получените резултати. Авторефератът дава достатъчно пълна представа за съдържанието на работата и приносите на докторанта.

11. Критични бележки

Към така разработения дисертационен труд нямам забележки, които по същество да оспорват достойнството му. Все пак могат да се направят някои такива:

1. Добре би било в началото на дисертационния труд да се приложи списък на използваните съкращения. Това ще облекчи запознаването с него.

2. В таблици с номера 4.1 до 4.10 са посочени основни характеристики на използваните за матрица и уякчаваща фаза материали. В предвид протичащите дифузионни процеси и химични взаимодействия при формирането на композита, както и силното влияние на степента на чистота на желязото върху свойствата му, добре би било да се посочи и химическата им чистота.

3. В предложената методика за микротвърдост – т. 3.5 от глава 3 не е посочено използването при измерване натоварване.

4. Срещат се пропуски от техническо естество – примерно стр.127 т. 4.2.4. и някои терминологични неточности: примерно „ α -мед”, вместо α -твърд разтвор; „разядена” микроструктура, вместо проявена; „интерметално съединение – CuZn, вместо твърд разтвор на базата на съединението CuZn и др.

Посочените забележки носят основно препоръчителен характер и не намаляват постигнатите приноси на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд на тема **„Получаване на сложно релефни ляти композити чрез използване метода на капилярно формование”** представлява една напълно завършена научна разработка, отговаряща на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и правилника за приложението му. Поставените цел и задачи са решени на високо научно-експериментално ниво. Постигнатите резултати представят автора му като напълно изграден научен работник и ми дават основание да предложа на Научното жури да **присъди образователната и научна степен „ДОКТОР” на маг. инж. Даниела Тодорова Спасова в:**

- област на висшето образование: 5. Технически науки;
- професионално направление: 5.1. Машинно инженерство;
- научна специалност: „Материалознание и технология на машиностроителните материали”.

Габрово,
20.04.2017г.

Изготвил:
/доц. д-р инж. Г. Рашев/