

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „доктор”

Област на висше образование – Технически науки

Професионално направление – Машинно инженерство

Специалност – Материалознание и технология на машиностроителните материали

Тема: „Изследване на процеса лазерно рязане на ламели за роторни и статорни пакети”

Автор: Христина Иванова Денева

Рецензент: проф. дтн инж. Йордан Тодоров Максимов

Актуалност на разработения в дисертацията проблем

Дисертацията е посветена на изследване на иновативен технологичен процес, заместващ успешно щанцоването в някои приложения. Тъй като става дума за перспективна технология, считам, че разглеждания в дисертацията проблем е актуален, а решението му е безспорно полезно за инженерната практика.

Познава ли дисертантът състоянието на проблема

Направените в дисертацията проучвания, обосновки и изследвания излизат от рамките на общоприетото за научната специалност „Материалознание и технология на машиностроителните материали” и засягат, най-общо казано, физичната форма на движение на материята. В този аспект дисертацията има полидисциплинарен характер. Предвид последното, и съдейки по използваните литературни източници (общо 242 на брой), смятам, че дисертантът познава задълбочено изследвания проблем.

Методика на изследване

Предвид технологичната насоченост на дисертацията, напълно правилно е възприет експерименталният подход. Аналитични изследвания са приложени за анализ на параметрите на процеса лазерно рязане чрез топене.

Кратка характеристика на материала, върху който са формулирани приносите

Дисертационният труд съдържа анотация, списък на използвани символи и съкращения, увод, 5 глави, класификация на приносите, използвана литература, публикации по дисертацията и приложения общо на 160 страници. В труда са включени 110 фигури и 18 таблици.

В **гл. 1** са анализирани технологии за рязане на заготовки от листов материал – ламели за електродвигатели и трансформатори. Направен е кратък анализ на

щанцоването като най-разпространена технология. Разгледани са методите за лазерно рязане и е направено сравнение на технологичните им възможности. Обоснован е избор на подходяща лазерна система (намирам фиг. 1.17 за добра находка от страна на докторанта). В заключение са дефинирани целта на изследването и задачите за постигането ѝ.

Гл. 2 е посветена на анализ и класификация на факторите на процеса лазерно рязане чрез топене. Разгледани са също критерии за оценка качеството на среза. В значителна степен тази глава има обзорен характер.

В гл. 3 е извършено опростено описание на основните закони на физичната форма на движение на материята при процеса лазерно рязане чрез топене. Това описание има подчертано практическа насоченост и е много полезно за инженерната практика. На тази база са направени числени пресмятания, с които се онагледяват някои важни функционални зависимости, показани в табл. 3.1, и са направени съответните изводи.

В гл. 4 е решено числено по метода на крайните елементи с непретенциозен софтуер известното уравнение на кондуктивна топлопроводност.

Гл. 5 е същинската част на дисертацията, посветена на експериментално изследване на процеса лазерно рязане чрез топене, и която глава аз оценявам много високо. Дисертацията е посветена на иновативна технология, сравнително непозната за широкия кръг инженери от бранша, и основният подход на изследване трябва да е натурният експеримент! Процесът е изследван върху три вида листов електротехническа стомана в производствени условия. Показано е експерименталното оборудване и апаратура за изследване на параметрите на среза. Разработена е методика за провеждане на обширни експериментални изследвания. Резултатите от последните са надлежно анализирани и са направени съответните изводи.

Приноси на дисертацията

Приносите в дисертацията, така, както аз ги виждам като такива, включвам в категориите „научно-приложни” и „приложни”.

Научно-приложните приноси класифицирам в следните групи:

А. Създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии, схеми, модели:

- * Физически модел на процеса на взаимодействие на лазерното лъчение с обработвания материал при рязане чрез топене;
- * Модели за прогнозни оценки на процеса лазерно рязане чрез топене с ново поколение шайбов лазер;
- * Методики и критерии за експериментално определяне на характеристиките на среза.

Б. Получаване и доказване на нови факти:

- * Аналитични зависимости между физическите величини и технологичните параметри, описващи различни фази на процеса лазерно рязане чрез топене.

Приложните приноси са:

В. Приноси за внедряване на конструкции и технологии

* Работни интервали на технологичните параметри на процеса лазерно рязане на ламели от електротехническа стомана с шайбов лазер;

* Определено е машинното време за изрязване на конкретна статорна ламела от листов материал;

* Постигната е минимална широчина на зоната на термично влияние на лазерната технологична система TruLaser 1030.

Категорично не приемам числените симулации по МКЕ (така, както са направени в дисертацията) за принос.

Публикации по дисертацията

Основните резултати от дисертацията са публикувани, достатъчно добре разгласени и обсъдени, и напълно удовлетворяват Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет Габрово.

Посочен е списък със 7 публикации. Последният доклад в списъка със заглавие “Mathematical simulation of laser welding process of lamellae packages”, както се вижда от заглавието и съдържанието на доклада, се отнася до лазерно заваряване, което не е обект на настоящата дисертация (лазерното заваряване е обект на друга дисертация под ръководството на същия научен ръководител) и следователно не трябва да бъде включен към списъка с публикации към дисертацията. Останалите трудове са отпечатани и разпределени както следва: една статия в списание в България; три научни доклада на научни конференции в България; два доклада на научни конференции в чужбина. Статията е самостоятелна.

В каква степен дисертационния труд и приносите са лично дело на дисертанта

Смятам, че всичко, което е трябвало да се извърши лично от докторанта, е направено.

Използване на резултатите от дисертационния труд в инженерната практика

В документите, съпътстващи дисертационния труд, фигурират три служебни бележки, подписани от управителите на съответните фирми, които бележки удостоверяват интереса на тези фирми към приложните резултати от дисертационния труд.

Препоръки за бъдещо използване на приносите

Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научно-приложните и приложни приноси в аспект на внедряване аз не мога да направя по ред причини – това е задача на дисертанта и неговия научен ръководител, които са най-добре запознати с проблема, третиран в дисертацията. В аспект на бъдещи изследвания обаче, бих препоръчал продължение на натурните експерименти, по възможност в производствени условия. Изследваният в дисертацията метод на обработка е безспорно иновативен и за да прерастне в иновативна технология е не-

обходима много емпирична информация за получените от прилагането му резултати.

Автореферат

Авторефератът е направен според изискванията, установени през годините и правилно отразява основните положения в дисертацията и приносите.

Бележки по дисертационния труд

Съществени забележки към дисертационния труд нямам. Инженерното решение на една задача има долна граница, под която не бива да се слиза, но горна граница няма. Винаги има какво да се желае. По тази причина и настоящата дисертация не е лишена от някои слабости:

- В научните публикации е прието да се пише в страдателен залог.
- Стр. 38, ф-ла (2.7): кой предлага формулата?
- Стр. 56, ред 4 отгоре: в механиката понятието „огъване” е вид съпротива, която оказва конструкционен елемент (греда, плоча, черупка).
- Стр. 58, ф-ла (3.16): формулата е сгрешена – в знаменателя на второто събираемо в средните скоби трябва да отпадне масата m .
- В номенклатурата, стр. 6, е сгрешена дименсията (размерността) на латентната топлина на топене: записано е [J], а трябва да е [J/kg]. Така, както е записано в дисертацията, довежда до димензионна несъвместимост на много формули.
- Стр. 58, ред 4 отдолу: На каква база се приравнява мощността P на енергията E_A , както и плътността на мощността q_{skpm} с мощността P ? От двата записа следва, че мощността P се приравнява на q_{skpm} , което очевидно е димензионно несъвместимо. Същевременно се твърди, че E_A е пропорционална на q_{skpm} . Кое от двете съждения е вярно за докторанта?
- Стр. 67, ред 5 отгоре: Уравнение не се пресмята, а се решава. Друг е въпросът, че решаването му е свързано с изчисления
- Стр. 68: Със записа (4.1) са представени едновременно три равенства. Две от тях очевидно не са верни, защото се приравнява безкрайно малка величина на крайна величина, каквато е $q_s(1-R)\alpha'$. Очевидната несъстоятелност се вижда от уравнение (4.9) например, където също фигурира $q_s(1-R)\alpha'$, но двете страни на уравнението са крайни величини. Освен това от равенството на втория и третия член, така, както е записано, следва, че $q_s(1-R)\alpha' = 0$.
- Стр. 68: Уравнение (4.1) е дефинирано за едномерна област (направление), а по-нататък записите (4.4)-(4.10), които произтичат от (4.1), са за тримерна област. Всъщност (4.1) е известното уравнение на кондуктивна топлопроводност за едномерна област в диференциална форма без събираемото $q_s(1-R)\alpha'$ (кото коментирам по-долу). След това се правят известни преобразования (трансформация по Гаус-Остроградски) и се стига до познато частно диференциално уравнение на нестационарно и нехомогенно температурно поле (пространствена област!) с известни гранични условия от втори род. Каква е връзката с фиг. 4.1 и с твърдението за пластина? Какъв е приносът на докторанта?

▪ Стр. 70: Познатото на специалистите уравнение на кондуктивна топлопроводност (4.8), респ. (4.9), е записано за тримерна област. Второто събираемо в дясната част трябва да има смисъл на скорост на генерирана топлина от обемен вътрешен за областта разпределен топлинен източник (volumetric heat generation rate), който обикновено се бележи с Q . Например при пластично деформиране Q се формира от работата на интензивностите на вътрешните сили, която дисипира в топлина. В действителност обаче, за моделирания в дисертацията процес става дума за външен топлоизточник, който действа по границата (а тя е повърхност!) на областта. И съответно трябва да се дефинира с гранично условия от втори род, а не да фигурира в уравнението.

▪ Стр. 71, крайно-елементен (КЕ) анализ: Всъщност проблемът е изключително сложен, поради малката област, много висока температура и огромен температурен градиент. Тук е трябвало да се обоснове:

-Коректен математичен модел на температурната област, който практически не може да се реши аналитично и за това е необходимо числено решение;

-Крайно-елементна формулировка на проблема;

- Обосновка на влизашите в матриците константи и псевдоконстанти;

-Решение на проблема с коефициента на кондуктивна топлопроводност, който всъщност е псевдо-коефициент, тъй като зависи от температурата. Известните му функции за отделните конструкционни материали са относително достоверно дефинирани в интервала $0 - 600$ градуса по С. Но при стопяване температурата е много по-висока. Проблемът е силно нелинеен. Възможен подход може да бъде съчетание между експеримент и МКЕ: измерва се температура на подходящо място и се прави т. нар. инверсен КЕ анализ – това са серия от КЕ анализи, в които се варира с коефициенти в модела на „коефициента“ на кондуктивна топлопроводност докато се получи приемливо за инженера решение;

-Проблемът с т. нар. мезо-ниво. Всички физико-механични характеристики в механика на непрекъсната среда са в сила за т. нар. основен (bulk) материал. В сила ли са данните от справочниците (а те са за „основния“ материал) и за мезо-ниво?

Смятам, че за решение на този проблем с МКЕ е необходима CAE система от рода на ABAQUS например (а не софтуер със съмнителна стойност), потребител с висока квалификация и специалист по експериментална механика.

▪ Определено смятам, че дисертацията щеше само да спечели, ако гл. 4 (в този вид) беше изключена от нея.

▪ Накрая бих препоръчал на дисертанта да подлага на щателна проверка всичко, което напише в научната си работа. По този начин ще се избягат не само досадните технически грешки, забелязани в текста, но и мисълта, вложена в редове, ще бъде по-ясна и стегната.

Други въпроси

Категорично смятам, че образователната функция на докторантурата е изпълнена. Докторантът е повишил и е придобил нови познания в една иновативна област, каквато са лазерните технологии. За това свидетелства не само дисертационния труд, но и придобитите сертификати в приложените документи.

Заключение

Разработената дисертация „Изследване на процеса лазерно рязане на ламели за роторни и статорни пакети” с автор Христина Иванова Денева отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Авторът на дисертационния труд показва много добра подготовка в третата образователна степен и реализация на знания в областта на лазерните технологии. Предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен “доктор” на Христина Иванова Денева в област на висше образование „5. Технически науки”, професионално направление „5.1. Машинно инженерство”, научна специалност “Материалознание и технология на машиностроителните материали”.

Юли 2014
Габрово

Рецензент:

(проф. дтн инж. Й. Т. Максимов)