

С Т А Н О В И Щ Е

върху дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен „доктор”
Професионално направление 5.1 “Машинно инженерство”

Научна област 5 „Технически науки“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Тодор Тодоров Тодоров

Тема на дисертационния труд: Моделиране и изследване процеса на запълване на
формообразуващи инструменти чрез виртуален прототип

Рецензент: доц. д-р инж. Георги Чернев

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Към настоящия момент има засилено развитие в областта на пластмасите и тяхното обработване, поради многобройните им предимства и приложения в различни сфери. Развитието на изследователските техники в това направление се дължи на високите изисквания на крайните ползватели на пластмасовите изделия по отношение на здравина, термоиздръжливост, устойчивост при различни екстремни среди, както и естетическата форма, това дава поле за широко проучване и търсене на възможности за отстраняване на различните дефекти, появяващи се в процеса на пълнене и формоване.

В този насока представеният дисертационен труд, посветен на моделиране и изследване процеса на запълване на формообразуващи инструменти чрез виртуален прототип, е актуален и получените в него резултати са с научноприложен и приложен характер, като доразвиват знанията и методите за решаване на проблеми в разглежданата област.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

Докторантът се е запознал в детайли със състоянието на проблема. Библиографията съдържаща 93 литературни източници, 48 от които на латиница, 18 на кирилица и 28 интернет връзки. В първа глава на дисертационния труд е разгледано състоянието на проблема и е направен детайлен анализ на видовете пластмаси използвани за шприцване на детайли, възможните дефекти и проблеми възникващи при шприцването. Особено внимание е отделено на програмни софтуери за симулация на шприцване. Направена е констатация, че симулационните

софтуери за анализ на шприцване имат големи възможности, но и съществени пропуски в методологията за проектиране, предвиждане и оптимизация на процеса и неговите параметри, както и че отделните елементи на процеса не могат да бъдат отразени във виртуална среда, което налага нуждата да се изгради методология, която включва междинен етап за проектиране на физически предварителен инструментален пакет, който да валидира виртуалният с физическият прототип.

В резултат на анализа на състоянието на проблема са направени обосновани изводи въз основа, на които са дефинирани целта и основните задачи за нейното постигане.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Целта на дисертационния труд е моделиране и изследване процеса на запълване на формообразуващи инструменти чрез виртуален прототип за процесна и точностна оптимизация. За постигането на целта са поставени четири задачи, базирани на методологията за предвиждане и оптимизация на процесните параметри и точностни показатели на сложни пластмасови изделия чрез виртуални прототипи, оптимизиране на процеса на запълване при шприцване чрез дефиниране на оптимални параметри, изследване влиянието на охлаждане на формообразуващите елементи върху качествата на изделието, както и апробирането на разработените подходи и методология чрез физическо прототипиране и тестове.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд:

Докторантът е обобщил приносите от дисертационния си труд в две направления с научноприложен и приложен характер.

Приносите на дисертанта с научноприложен характер са свързани с разработването на методологична последователност за предвиждане и оптимизация на процесните параметри и точностни показатели на сложни пластмасови изделия чрез виртуални прототипи; предложен е подход за бързо определяне на работни параметри при шприцване, който дава голяма степен на точност на виртуалният прототип, при които се отчитат основни фактори на влияние на процеса на запълване; предложен е подход за намиране на адекватно решение за установяване на най-добра форма и размери на охлаждаща система, което води до минимален брой итерационни симулации.

Към приложните приноси се причислява, определянето на броя на входове (точки на пълнене) на стопилката и тяхното позициониране в геометрията на формообразуващите вложки; доказването, при зададени еднакви процесни

параметри, конформните охладителни системи показват по-добри резултати от конвенционалните по отношение на ефективност на охладителната система, температури след процес на пълнене и охлаждане, деформации и процент дефектност; с помощта на реален индустриален тестов пример е представен анализ на възможностите за виртуално прототипиране при изследване процеса на шприцване на инструмент със сложна форма, с цел избягване дефектите на изделието, както и оптимизиране геометрията при шприцване на такъв модел; обоснована е необходимостта от планиране и осъществяване на предварително прототипиране на формообразувачия инструмент за валидация на процеса и геометрията на изделието чрез изработването на „мек“ инструмент поради невъзможност за висока достоверност в предвиждане на поведението на материала в частни случаи на специфична геометрия.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани.

Докторантът представя 4 публикации, 2 от които са на чужд език. Една от публикациите е в издания реферирани в Scopus. Всички публикации са колективни, което демонстрира уменията на докторанта за работа в екип. Представен е доказателствен материал за един забелязан цитат.

Представените публикации отразяват достатъчно пълно и точно съществените страни от нейното съдържание и популяризират извършената работа в дисертационния труд.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Дисертантът е постигнал значими научноприложни и приложни резултати. Очевидно е голямото поле за тяхното практическо приложение. Добрата му литературна осведоменост, използваните подходящи методи за проектиране и софтуер за мултифизични инженерни пресмятания, предложените подходи, алгоритми, модели и тяхното изследване, както и представените множество експериментални резултати, са атестат за високата професионална квалификация на докторанта.

Нямам съществени критични бележки към дисертационния труд. Препоръката ми е да се продължат започнатите изследвания и резултатите да се публикуват в издания с IF/SJR.

7. Заключение.

Въз основа на запознаването ми с дисертационния труд и материалите по него, изпълнената образователна цел на докторантурата и изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за прилагането му и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ–София, актуалността и значимостта на постигнатите научноприложни и приложни приноси, с убеденост давам ПОЛОЖИТЕЛНА оценка на дисертационната работа.

Предлагам на многоуважаваното Научно жури да присъди на маг. инж. Тодор Тодоров Тодоров образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Технология на машиностроенето”.

09.05.2022
София

РЕЦЕНЗЕНТ:

(доц. д-р инж. Г. Чернев)

O P I N I O N

on a dissertation for obtaining an educational and scientific degree "Doctor"

Author of the dissertation: **MSc. Eng. Todor Todorov Todorov**

Topic of the dissertation: **Design and Simulation of Mould Tools with a Virtual Prototype**

Professional field: **5.1 Mechanical Engineering**

Scientific specialty: **Technology of Mechanical Engineering**

Member of the scientific jury: **Assoc. Prof. PhD. Eng. Georgi Chernev**

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and applied scientific aspects.

At present, there is an intensified development in the field of plastics and their processing, due to their numerous advantages and applications in various fields. The development of research techniques in this direction is due to the high requirements of end users of plastic products in terms of strength, heat resistance, resistance to various extreme environments, as well as aesthetic form, this gives room for extensive research and search for ways to eliminate various defects appearing in the process of filling and molding.

In this regard, the presented dissertation, dedicated to modeling and research of the process of mold tools through a virtual prototype, is relevant and the results obtained are scientifically applied, further developing knowledge and methods for solving problems in this area.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.

The PhD student got acquainted in detail with the state of the problem. The bibliography contains 93 literature sources, 48 of which are in Latin, 18 in Cyrillic and 28 Internet links. In the first chapter of the dissertation the state of the problem is considered and a detailed analysis of the types of plastics used for injection molding, possible defects and problems arising from injection molding. Particular attention is paid to software for simulation of injection molding. It was found that the simulation software for injection molding analysis has great potential, but also significant shortcomings in the methodology for design, prediction and optimization of the process and its parameters, and that individual elements of the process can not be reflected in a virtual environment. requires the need to build a methodology that includes an intermediate stage for designing a physical pre-toolkit to validate the virtual with the physical prototype.

As a result of the analysis of the state of the problem, substantiated conclusions have been made on the basis of which the goal and the main tasks for its achievement have been defined.

3. Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions.

The aim of the dissertation is to model and study the process of mold tools filling through a virtual prototype for process and accuracy optimization. To achieve this goal, four tasks are set, based on the methodology for predicting and optimizing process parameters and accuracy of complex plastic products through virtual prototypes, optimizing the filling process by injection molding by defining optimal parameters, studying the influence of cooling of forming elements on the qualities of the product, as well as the approbation of the developed approaches and methodology through physical prototyping and tests.

4. Scientific and/or applied scientific contributions to the dissertation.

The PhD student has summarized the contributions from his dissertation in two directions of scientific and applied scientific aspects.

The contributions of the dissertation of scientifically applied character are related to the development of a methodological sequence for predicting and optimizing the process parameters and accuracy of complex plastic products through virtual prototypes; an approach is proposed for rapid determination of operating parameters during injection molding, which gives a high degree of accuracy of the virtual prototype, which takes into account the main factors influencing the filling process; an approach is proposed to find an adequate solution for determining the best shape and dimensions of the cooling system, which leads to a minimum number of iterative simulations.

Applied contributions include the determination of the number of inlets (filling points) of the melt and their positioning in the geometry of the forming inserts; proving, with the same process parameters, conformal cooling systems show better results than conventional ones in terms of cooling system efficiency, temperatures after filling and cooling process, deformations and defect rate; with the help of a real industrial test example, an analysis of the possibilities for virtual prototyping in the study of the injection molding of a tool with a complex shape is presented in order to avoid product defects and optimize the geometry of injection molding of such a model. The need to plan and carry out preliminary prototyping of the mold tool for validation of the process and geometry of the product by making a "soft" prototyping tool due to the impossibility of high reliability in predicting the behavior of the material in particular cases of specific geometry.

5. Evaluation of the dissertation publications.

The PhD student presents 4 publications, 2 of which are in a foreign language. One of the publications is in editions referred to in Scopus. All publications are collective, which demonstrates the PhD student's teamwork skills. Evidence for one observed citation is presented.

The presented publications sufficiently fully and accurately reflect the essential aspects of its content and promote the work done in the dissertation.

6. Opinions, recommendations and remarks.

The dissertation has achieved significant scientific and applied results. Obviously, there is a lot of room for their practical application. His good literary knowledge, the appropriate design methods used and software for multiphysical engineering calculations, the proposed approaches, algorithms, models and their research, as well as the presented many experimental results, are a testament to the high professional qualification of the PhD student.

I have no significant critical remarks on the dissertation. My recommendation is to continue the research and publish the results in IF / SJR publications.

7. Conclusion

Based on the presented dissertation, the educational goal of PhD studies and the requirements of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its implementation and the Regulations on the terms and conditions for obtaining degrees in TU-Sofia, the relevance and significance of the achieved scientific and applied contributions, I confidently give a POSITIVE assessment of the dissertation.

On these grounds, I propose to Mag. Eng. Todor Todorov Todorov to be awarded the educational and scientific degree "Doctor" in the professional field 5.1 Mechanical Engineering, scientific specialty "Technology of Mechanical Engineering".

Date: 09.05.2022

Member of the Jury: