



СТАНОВИЩЕ

относно дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Иван Стефанов Иванов
Тема на дисертационния труд: БЪРЗО ИЗГРАЖДАНЕ И ВАЛИДИРАНЕ НА КАЧЕСТВЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ФОРМООБРАЗУВАЩИ ИНСТРУМЕНТИ
Професионално направление 5.1. „Машинно инженерство“, Научна специалност „Технологии, машини и системи за леярското производство“
Член на научното жури: проф. д-р Нели Косева

Дисертационният труд е представен от маг. инж. Иван Иванов. Инж. Иванов е завършил висшето си образование (магистър) в Технически университет (ТУ) – София през 2002 г. След това работи в индустрията до 2022 г. През последните две години е асистент в катедра „МТТТ/ПТС“ на ФИТ, ТУ – София.

Съдържанието на дисертационния труд е изложено на 171 страници и включва 7 глави, както и Изводи и Приноси на дисертационния труд, Публикации и Използвана литература. В допълнение, текстовото съдържание е онагледено със 117 фигури, а 54 таблици подкрепят анализите и резултатите, получени по дисертацията. Списъкът на използваната литература включва 167 литературни източници, от които 137 на латиница и 15 на кирилица, както и интернет препратки. Основната част от цитираните литературни източници са след 2010 г. Само девет са публикувани в периода 1993 г. -1999 г.

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

Изследванията по дисертационната тема са насочени към технологиите за разработване на формообразуващи инструменти, които да отговорят на развиващия се пазар. Това налага анализ на конвенционалните и новопоявяващи се технологии и методи, както в областта на проектирането и конструирането, така и в технологичните процеси. Откриват се нови възможности за нововъведенията в производството и управлението на жизнения цикъл на изделията, намиращи приложения в бита, задоволяващи постоянно нарастващите изисквания на потребителите, така и във важни отрасли като транспорт, енергетика, машиностроене, отбрана и др. Тези изследвания имат отношение към пазарната стойност на изделията, техния живот и възможност за рециклиране, оптимизиране на консумация на енергия и суровини. Затова инженерните решения по отношение на избора на материала, конструкцията и технологията за формообразуващи инструменти за ефективно производство на изделия са актуални и ключови както в научно-приложно отношение, така и в приложен аспект. Това несъмнено потвърждава актуалността на разработвания в дисертационния труд проблем.

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

Първата глава, озаглавена *Литературно проучване, състояние на проблема* е представен преглед на приложенията на технологията за бърза инструментална екипировка („Rapid tooling”). Очертани са областите в индустрията, в които е възможно прилагането на инструментална екипировка от типа бързи формообразуващи инструменти. Описани са методите за изработване. Разгледани са двете основни категории – косвени (индиректни) подходи и директни (преки) методи. Информацията е обобщена в две сравнителни таблици на косвените и директни адитивни методи за бързо производство на инструменти.

От направеното проучване и анализ в дисертацията са направени изводи, че бързите методи за производство на инструментална екипировка са навлезли успешно на пазара, намерили са широко приложение и имат възможност да решават голям кръг от задачи. Бързите формообразуващи инструменти търпят развитие и усъвършенстване, което се подпомага от напредъка в съвременните технологии. От друга страна липсва информация за установяване на границата на ефективност при избор между конвенционални и специални методи за изработване на бързи формообразуващи инструменти, както и систематизация на дейностите при тяхното производство. Представеният литературен обзор демонстрира отлично познаване от страна на докторанта на областта на изследванията по дисертацията, което му позволява да формулира ясно целта на дисертационния труд: *Създаване на стратегия и разработване на методология за проектиране и производство на бързи формообразуващи инструменти, изработвани чрез конвенционални технологии и практическото им апробиране в релевантни производствени условия.*

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

В дисертационния труд са дефинирани шест конкретни задачи за постигане на неговата цел, и те са в основата на правилното структуриране на изследванията и избора на методика за тяхното провеждане. Всяка следваща глава е посветена на изпълнението на поставените задачи, надгражда и допълва резултатите от изследванията.

Изследването започва със систематизация и оценка на факторите, които влияят на производството и използването на бързи формообразуващи инструменти. Дисертантът развива обстойно класификацията на типа бързи формообразуващи инструменти, за да се изведат критерии за тяхното прилагане. В търсене на ниска цена на инструмента и оценка на себестойността на детайла са изследвани икономическите фактори при прилагане на бързи формообразуващи инструменти в индустрията. Следващата стъпка е техническия и икономически анализ на конвенционалните и конкурентните им специални методи за производство на бързи формообразуващи инструменти. В тази глава са разгледани конкретни примери за инструменти и материали на формообразуващите елементи и технологии за тяхното получаване, като е направено сравнение на техническите характеристики на детайли за формообразуваща инструментална екипировка и икономическия ефект от прилагането на специфични и конвенционални методи. Според резултатите от сравнителния анализ не е налична пълна информация и методология за изработването на екипировка от типа на бързи формообразуващи инструменти чрез конвенционални методи, въпреки че те също могат да се използват за изработването ѝ и дори имат в някои случаи предимства пред адитивните методи. Изработването на стратегия и методология е необходимо за фирмите, които разполагат с

подходящо оборудване, за да произвеждат успешно инструментална екипировка от типа бързи формообразуващи инструменти. Това е основателен мотив докторантът да предложи стратегии, които отчитат в единна схема последователността и различните фактори, които влияят върху реализацията на бързи формообразуващи инструменти, помагат за вземане на решения, свързани с валидиране на процеси, подбор на материали и конструкция, оценка на жизнения цикъл на тези инструменти, както и на получаваните изделия чрез бързи формообразуващи инструменти. Разгледани са стратегии прилагани при инструменти за единично, дребносериенно и серийно производство и е направен изводът, че стратегическото проектиране може да съкрати както времето за внедряване на екипировката, така и на изпълнението на целия проект. Следвайки избраната методология, в следващата глава е разгледана възможността за прилагане на иновативни подходи при проектиране и конструиране на бързи формообразуващи инструменти изработвани чрез конвенционални технологии, т.е. когато използваните технологии за производство са ограничени от гледна точка на изменение поради различни причини. Направена е технико-икономическа оценка на голям набор от наличните на пазара материали, използвани за изработване на формообразуващи детайли, посочени са подходящите стомани и алуминиеви сплави за формообразуващите елементи, изработвани чрез конвенционални методи. Разработени са конструктивни решения с възможност за прилагане при бързи формообразуващи инструменти. На основата на разработената стратегия е предложена методология за проектиране и производство на бързи формообразуващи инструменти, изработвани чрез конвенционални технологии. Последната глава е посветена на апробиране на стратегията и методологията за проектиране, изработване и прилагане на бързи формообразуващи инструменти. Проектирани и изработени са универсална шприцформа за производството на малки серии детайли, шприцформа за UV защитна маска, шприцформа за чаша зеолит и шприцформа за леки очила. За всяка шприцформа подробно са разгледани всички части на конструкцията, технологията за проектиране и изработване на профилните елементи, както и е определена себестойността на материалите, на формообразуващите елементи и изделието. Предложени са решения на реални казуси в практиката и е направена технико-икономическа оценка.

Оценявам избраната методика и разработената методологична последователност за правилни и съответстващи на поставената цел и задачи на изследването. Направени са общи изводи, които имат съществени практически насоки, отнасящи се до вида на използвания пакет и технология, сроковете за изработка и себестойността на инструментите.

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

Приносите от дисертационната работа са групирани на научно-приложни приноси и приложни приноси. Първият и най-съществен научно-приложен принос е разработената стратегия и методология за проектиране, изработване и приложимост на бързите формообразуващи инструменти в индустрията. Следващите пет приноса са подчинени на основния, но имат своето значение и тежест в цялостния труд. Към приложните приноси докторантът правилно е отнесъл направените икономически оценки за изработване на формообразуващите елементи, предложеното решение за странично шприцване на пластмасови изделия с бързи формообразуващи инструменти, както и конкретно изработения универсален инструмент със сменяеми формообразуващи детайли, който е апробиран в производствени условия. Считаю, че приносите на дисертационния труд са съществени и достатъчни за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Резултати от дисертационното изследване са включени в общо пет публикации, четири от тях публикувани в материали на научни и приложни конференции. Две са отпечатани в Environment.Technology.Resources, издание на Rezekne Academy of Technologies, Латвия, което се индексира в SCOPUS от 2024 г. Четири от публикациите са в съавторство, а една е самостоятелна. Няма данни за забелязани цитати.

Представените публикации включват съществени резултати от дисертационния труд, с което разпространяват сред широката научна и експертна общност приносите на дисертационното изследване. В допълнение, резултатите и разработените методологии могат да бъдат използвани както в обучението на студенти и докторанти, така и в практиката.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Освен разработените методологии, в дисертационния труд са представени и конкретни конструктивни решения. Въпросът ми е, дали някои от тях са обект на закрила на интелектуална собственост?

7. Заключение

Представеният дисертационен труд и материалите по него съответстват на 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. Дисертационният труд представлява актуално изследване със съществени научно-приложни и приложни приноси. Поставената цел и задачи са изпълнени, направените изводи са резултат от задълбочен анализ, което ми дава основание да оценя представения труд като дисертабилен и да дам своята положителна оценка за него, както и да предложа на маг. инж. Иван Иванов да бъде присъдена образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Технологии, машини и системи за леярското производство“.

24.03.2025 г.
София

Изготвил становището:
(проф. д-р Нели Косева)



REPORT

on a dissertation thesis for acquiring the educational and scientific degree "PhD"

Author of the dissertation: M.S. Eng. Ivan Stefanov Ivanov

Topic of the dissertation: RAPID MANUFACTURING AND VALIDATION OF QUALITY INDICATORS OF FORMING TOOLS

Professional field 5.1. "Mechanical engineering", Doctoral program "Technologies, machines and systems for foundry production"

Member of the Scientific Jury: Prof. Dr. Neli Koseva

The dissertation was presented by M. Eng. Ivan Ivanov. Eng. Ivanov completed his higher education (Master's degree) at the Technical University (TU) – Sofia in 2002. He then worked in the industry until 2022. Over the past two years, he has been an assistant professor in the "MTTT/PTS" department of the Faculty of Industrial Technology (FIT) at TU – Sofia.

The content of the dissertation is presented on 171 pages and includes 7 chapters, as well as Conclusions and Contributions of the dissertation, Publications, and References. Additionally, the textual content is illustrated with 117 figures, and 54 tables support the analyses and results obtained in the dissertation. The reference list includes 167 sources, of which 137 are in English, 15 in Cyrillic, and some online references. Most of the cited sources have been published since 2010, with only nine published between 1993 and 1999.

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

The research in the dissertation focuses on technologies for developing rapid tooling that meet the demands of an evolving market. This necessitates an analysis of both conventional and emerging technologies and methods, not only in design and construction but also in technological processes. New opportunities arise for innovations in production and lifecycle management of products, which are used in everyday life to meet the constantly growing consumer demands, as well as in key industries such as transportation, energy, mechanical engineering, defense, etc.

These studies are directly related to the market value of products, their lifespan, recyclability, and optimization of energy and raw material consumption. Therefore, engineering decisions regarding the selection of materials, design, and technology for rapid tooling for efficient production are highly relevant and crucial both in applied research and practical applications. This undoubtedly confirms the relevance of the problem addressed in the dissertation.

2. Degree of knowledge of the state-of-the-art and creative interpretation of the scientific literature

The first chapter, titled Literature Review: State of the Art, presents an overview of the applications of rapid tooling technology. It outlines the industrial sectors where rapid tooling can be

applied and describes the manufacturing methods used. The two main categories — indirect and direct approaches — are analysed, and the information is summarized in two comparative tables that contrast these additive methods for rapid tooling production.

Based on the conducted review and analysis, the dissertation concludes that rapid tooling methods have successfully entered the market, found widespread application, and are capable of addressing a wide range of challenges. Rapid tooling continues to evolve and improve, supported by advancements in modern technologies. However, there is a lack of information regarding the efficiency threshold when choosing between conventional and specialized methods for rapid tooling manufacturing, as well as a systematic approach to the production processes.

The presented literature review demonstrates the PhD student's excellent knowledge of the research field, enabling to clearly define the aim of the PhD thesis: To develop a strategy and methodology for designing and manufacturing rapid tooling using conventional technologies and to validate their practical application in relevant production environment.

3. Compliance of the chosen research methodology with the formulated goal and tasks of the dissertation work.

The dissertation defines six specific tasks aimed at achieving its main objective, forming the foundation for structuring the research and selecting an appropriate methodology. Each subsequent chapter is dedicated to accomplishing these tasks, building upon and complementing the research findings.

The study begins with the systematization and evaluation of factors influencing the production and application of rapid tooling. The PhD student develops an in-depth classification of rapid tooling to establish criteria for implementation. To optimize tool costs and assess the cost-effectiveness of manufactured parts, the economic factors associated with using of rapid tooling in industry are analyzed.

The next step involves a technical and economic comparison of conventional and specialized competing methods for manufacturing rapid shaping tools. This chapter examines specific examples of tools, materials for shaping elements, and their manufacturing technologies. A comparative analysis of the technical characteristics of tool components and the economic impact of applying conventional versus specialized methods is also presented.

The findings indicate that there is no comprehensive methodology for manufacturing rapid tooling using conventional methods, despite their potential advantages over additive manufacturing in some cases. Developing a strategy and methodology for companies with suitable equipment is essential for successfully producing rapid shaping tools. This justifies the PhD student's proposal for strategic approaches that integrate the sequence of operations and various influencing factors. These strategies facilitate decision-making related to process validation, material selection, tool design, lifecycle assessment, and evaluating the products manufactured with rapid tooling.

Strategies for tools used in single, small-batch, and mass production have been analyzed, leading to the conclusion that strategic design can reduce both the time required for equipment implementation and the overall project execution. Following the chosen methodology, the next chapter explores the application of innovative approaches in the design and construction of rapid tooling using conventional technologies—particularly in cases where manufacturing technologies are constrained due to various limitations.

A technical and economic evaluation of a wide range of commercially available materials used for shaping components has been conducted. The study identifies suitable steels and aluminum alloys for shaping elements produced through conventional methods. Additionally, constructive solutions applicable to rapid tooling have been developed.

Based on the developed strategy, a methodology for designing and manufacturing rapid tooling using conventional technologies has been proposed. The final chapter focuses on validating the strategy and methodology through design, production, and application. Several injection molds have been designed and manufactured, including a universal mold for small-series production, a mold for a UV protective mask, a mold for a zeolite cup, and a mold for lightweight glasses. For each mold, all constructive components, the design and manufacturing technology of the profile elements, and the cost of materials, shaping elements, and final products have been thoroughly analysed.

Practical solutions to real-world challenges have been proposed, and a technical-economic evaluation has been performed. The selected methodology and the developed methodological sequence are assessed as appropriate and well-aligned with the research objectives and tasks. The general conclusions provide valuable practical insights regarding the choice of technology package, production timelines, and the cost-effectiveness of the tools.

4. Scientific and/or application oriented contributions of the dissertation work

The contributions of the dissertation are categorized into scientific-applied contributions and practical contributions. The most significant scientific-applied contribution is the development of a strategy and methodology for the design, manufacturing, and industrial applicability of rapid tooling. This main contribution is supported by five additional contributions, each having a key role in the overall research.

Among the practical contributions, the PhD student has correctly included economic evaluations related to the manufacturing of shaping elements, a proposed solution for lateral injection moulding of plastic products using rapid tooling, and the development of a universal tool with interchangeable shaping components, which has been successfully tested in a production environment.

The dissertation's contributions are substantial and sufficient for awarding a PhD degree (Doctor).

5. Evaluation of the publications on the dissertation: number, nature of the sources in which they have been published. Impact in science – use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

The findings of the dissertation research have been included in a total of five publications, four of which were published in the proceedings of scientific and applied conferences. Two of these papers were published in *Environment. Technology. Resources*, a journal of Rezekne Academy of Technologies, Latvia, which has been indexed in SCOPUS since 2024. Four of the publications were co-authored, while one was independently authored by the PhD student. No citations have been observed.

The presented publications include essential results of the dissertation work, thereby disseminating the contributions of the dissertation research to the wider scientific and expert community. In addition, the results and the developed methodologies can be used both in training of students and doctoral students, as well as in practice.

6. Opinions, recommendations and remarks

In addition to the developed methodologies, the dissertation also presents specific design solutions. My question is whether any of these solutions are subject to intellectual property protection?

7. Conclusion

The presented dissertation and the materials on it comply with the requirements of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act (DASRB) and the Rules for the Application of DASRB, as well the Rules of the Procedure for Obtaining Scientific Degrees at Technical University of Sofia. The dissertation is a relevant study with substantial contributions that have an application-oriented nature. The set goal and specific tasks of the dissertation research have been fulfilled, and the conclusions drawn are based on in-depth analysis, which is a strong ground to evaluate the presented work as dissertable and give my positive assessment of it, as well as to propose M.S. Eng. Ivan Ivanov to be awarded the educational and scientific degree "Doctor" in the professional field 5.1 "Mechanical engineering", Doctoral program "Technologies, Machines, and Systems for Foundry Production."

24.03.2025
Sofia

Member of the Jury:
(Prof. Dr. Neli Koseva)