

FRI-1.417-1-MEMBT-07

ABOUT THE INFORMATION ASSURANCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSES BY MACHINING PARTS⁶

Assist. Prof. Svetlana Koleva, PhD

Department of Technology of Machine Tools and Manufacturing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 082888653
E-mail: svetla@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Milko Enchev, PhD

Department of Technology of Machine Tools and Manufacturing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 082888653
E-mail: menchev@uni-ruse.bg

Master Eng. Emil Belyov, PhD Student

Department of Technology of Machine Tools and Manufacturing,
University of Ruse “Angel Kanchev”
Tel.: +359 082888653
E-mail: emo_belyov@abv.bg

***Abstract:** The increasing of the effectiveness of the technological processes at different stages of producing parts – design, adoption and regular production, is directly related to their information assurance. Based on the information modelling of the technological process, the article presents and analyzes the capabilities of the proposed scientific approaches for assuring the characteristics for its effectiveness, including the issue of their assessment. Discussed is the state of modern information assurance of technological processes and the ways of its implementation. The need of a new approach for modeling technological processes is justified. This allows overcoming the main problem at their creation – the uncertainty of the values of technological parameters and their influence on the effectiveness characteristics. Formulated are the tasks and approaches that have to be applied to build a reliable and up-to-date information system, which provides the effectiveness of technological processes when machining parts.*

***Keywords:** Effectiveness, technological processes, machining parts, information assurance*

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното обработване на детайлите в машиностроенето се характеризира с широко приложение на цифровите технологии, като то обхваща не само оборудването но и проектирането, управлението и организацията на технологичните процеси. Тази тенденция е продиктувана от стремежа да се повиши тяхната ефективност [В. Krupínska, 2006, Radchenko, 2018, Mahted, 2018, Prasad, 2014]. В основата на създаване на такава интегрирана система е нейното информационно осигуряване. Създаването на ефективни технологични процеси включва дейности и през трите етапа на неговото реализиране: проектиране, внедряване в реалните производствени условия и обработване на партидата детайли (установен производствен процес).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Етап Проектиране на технологията

При разработване на технологията се прилага типовия или индивидуален (експертен) подход, като нейното качество се определя от нивото на квалификация на технолога

⁶ Докладът е представен в секция Механика и машиностроителни технологии на 26 октомври 2018 с оригинално заглавие на български език: ОТНОСНО ИНФОРМАЦИОННОТО ОСИГУРЯВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ ОБРАБОТВАНЕ НА ДЕТАЙЛИТЕ.

(експерта) и понеже двата подхода се базират на метода на аналогията, неговата ефективност силно зависи от степента на съответствие на параметрите на аналога и реалния процес.

Основен проблем при проектирането на технологичните процеси е наличие на неопределеност на информацията, свързана с характеристиките на технологичната система и допълнителните средства за автоматизация, факторите на процеса и др. Многообразието на техническите и технологични решения, осъществяването им в условията на различни ограничения (времеви, икономически, ниво на квалификация), създават многовариантност на технологичните процеси. Намирането на най-благоприятните стойности на множеството от влияещите фактори прави създаването на ефективен технологичен процес полиоптимизационна задача. Основния проблем при проектирането на ефективни технологични процеси е неопределеността при вземането на решение, която е в резултат на:

- неопределеност, породена от нивото на квалификация на вземащия решението (лице, екип) в резултат от недостатъчен опит и познаване на факторите, влияещи на вземането на решение;

- неопределеност, свързана с ограничения (време, големи разходи) при вземане на решенията;

- неопределеност, породена от липса на достоверна информация за стойностите на факторите в условията на многообразното им проявление;

- неопределеност породена от промяна на параметрите на технологичното оборудване (машина, основна и спомагателна екипировка) вследствие на износване и повреждане;

- неопределеност, породена от липсата на модели и методи за определяне на специфичния конкретен резултат от съвкупното влияние на факторите в условията на многообразното им проявление.

За преодоляването на неопределеността на етапа проектиране е необходима информация даваща сведение за:

1. Закономерности свързани с обработваните детайли:

- структура на процеса;
- схеми на установяване;
- схеми на обработване;
- технологична екипировка.

2. Фактори и модели за определяне режимите на рязане и силовото натоварване:

- характеристики на материала;
- трайностни и якостни характеристики на режещия материал;
- стабилност на технологичната система.

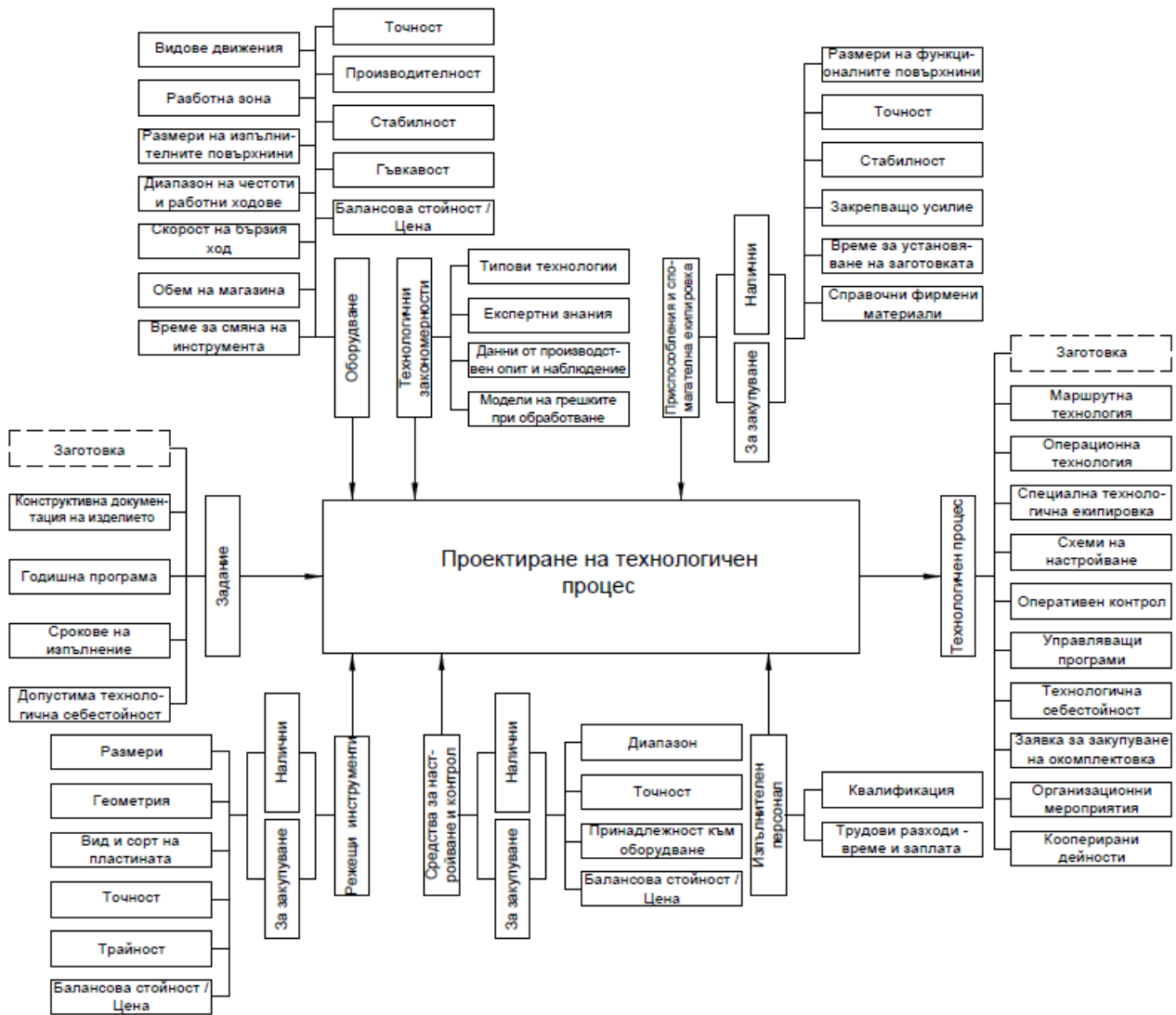
3. Фактори и модели за определяне влиянието на грешките при обработване:

- геометрична точност на металорежещата машина;
- точността на инструмента (размерен) и неговото установяване;
- точността на установяване на заготовката;
- грешки от силови деформации;
- грешките от топлинни деформации;
- интензивност на износването на режещия инструмент;
- стабилност на технологичната система;
- грешки, свързани с управление на точността.

4. Технологичните разходи и модели за определяне на технологичната себестойност:

- общи цехови разходи;
- разходи за работното място – енергия, амортизации, режещ инструмент, работна заплата.

На фиг.1 е представена систематизирано и подробно входящата информация, нужна за качествено проектиране на технологичния процес и изходящата за следващото му реализиране.



Фиг. 1. Схема на входната и изходна информация на етап проектиране на технологичен процес

Етап Внедряване

Дейностите на този етап са свързани с подготовка на оборудването, настройване, тестване и осигуряване работоспособността на процеса в съответствие с разработената технология и са показани на схемата на фиг.2.

При установяването на приспособлението върху машината трябва да се осигури правилната му ориентация и стабилност. В определени случаи се извършват измервания за центроване с цел правилното му разположение. За изключване на брак се налага проверка на точността на повърхнините за установяване на заготовката. Тези отклонения могат да бъдат причинени от износване, частично увреждания на центровашите повърхнини или от грешки при изработване на изпълнителните повърхнини на приспособлението. Резултатите от тези проверки се въвеждат в управляващата програма за тяхното компенсиране, ако това е възможно. Аналогични са изискванията за установяване на режещия инструмент. Особено влияние върху стабилността оказва състоянието на инструменталните базови повърхнини на машината, спомагателния инструмент (държачи, втулки), собствените инструментални бази. Режещите елементи на инструмента трябва да са разположени на оста на въртене, а при въртящите многоръброви – симетрично спрямо нея.

Високопроизводителните методи за размерното настройване – извънмашинното, по еталонни повърхнини, със средства за настройване върху машината (контактни и

безконтактни), дефинират разположението на заготовката и инструментите в статика (без рязане). Единствено метода на пробните проходи, ако те се изпълняват върху реалната заготовка и с идентична на реалния процес дълбочина на рязане, е с отчитане на динамичната грешка. Недостатък на този метод е разход на по-голямо машинно време.



Фиг. 2. Схема на входната и изходна информация на етап внедряване на технологична операция

Тестването на управляващата програма е с цел отстраняване на видими грешки, колизии и корекции за по-рационално (оптимизиране на празните ходове и работни движения) изпълнение на обработването. Този етап от внедряването може да се избегне само, ако се използват САМ продукти за анализ на колизии при условие, че са въведени всички компоненти на технологичната система с реалните им 3D измерения. Това не винаги е възможно поради липса на информация или времево ограничение.

Пробно обработване на детайл се изпълнява за избягване на брак в случаите на неопределеност на резултатите при обработването вследствие на: недостатъчна точност на началното статично настройване, като за точните повърхнини се въвежда корекция в посока поправим брак; за проследяване на натоварване (еластични деформации), виброустойчивост при труднообработваеми материали. По получените размери се отчита постоянната динамична грешка и грешката от началното настройване. На този етап се проявяват грешки, допуснати в изпълнение на схемата на установяване и изработване на приспособлението (недостатъчна стабилност и виброустойчивост), освен тях стават видими несъобразени решения, водещи до затруднена евакуация на стружките, недобро изпълнено охлаждане, отстраняване изтичането на материал на входа и изхода на обработваната повърхнина и др.

Динамичното размерно настройване има за цел отчитане на динамичната грешка, която трябва да се отчете при обработване на точни повърхнини. Извършва се по резултатите от обработване на малка партида 3-5 детайла; се компенсират постоянните грешки и се прави приблизителна оценка за надеждността на получаваните качествени показатели.

Тестването на процеса има за цел по-прецизно определяне на динамичната грешка, което позволява по-точно начално настройване при обработване на следващи партии и основно за приблизително оценяване надеждността на процеса. Извършва се при наблюдение и контрол на обработвана партида от 10-30 заготовки.

Внедряването е етап, който се изпълнява при обработване на първата партида детайли. При следващите партии, отстранявайки пропуските, нерационалните решения и използвайки информацията от етапа внедряване, остават само дейностите, свързани с подготовката на технологичната система и нейното настройване (описани на схемата с шрифт Italik).

Етап Обработване на партидата/те детайли

На този етап (фиг.3) се решават следните задачи;

- поддържане на работоспособността на процеса и качествените показатели на обработваните повърхнини, нарушавана от въздействието на смущаващите фактори. Тази задача някои автори наричат управление хода на процеса [Georgiev V., 2012].

- при първата, а понякога и в следващата обработвана партида се събират данни и се анализират възможностите за неговата оптимизация при обработване на следващите партиди.



Фиг. 3. Схема на входната и изходна информация на етап изпълнение на операцията

ИЗВОДИ

1. Съкращаването на времето за внедряване на технологията изисква информация за актуалните (в момента на експлоатацията им) стойности на технологичните параметри на използваните машини, приспособления, режещи и спомагателни инструменти, заготовки);

2. При съставяне на управляващата програма и нейното симулационно тестване трябва да се разполага с 3D актуализирани чертежи на заготовката, приспособления, режещи и спомагателни инструменти;

3. За съкращаване и подобряване качеството на проектната дейност е необходима систематизирана и лесно достъпна информация за закономерностите, свързани със създаване структурата на проектирания технологичен процес, схемата на обработване, теоретични и емпирични модели за определяне на грешките при обработване включително инструкции за практическата им реализация;

4. Проектираният технологичен процес трябва да дава информация за организация на мероприятия, снижавачи до минимум престойте на следващите етапи;

5. CNC програмата не е достатъчен носител на информация, свързана с настройването. За съкращаване на времето, нужно за извършване на настройването и изключване на брак и колизии (най-вероятно на този етап) трябва програмата да е придружен със схема, даваща размерна информация за разположението на работните координатни системи спрямо машинната.

6. След внедряване на технологичния процес се формират изходящи данни, които трябва да бъдат съхранени и използвани при подготовката за обработване на следващата партида;

7. Съкращаването на времето за настройване изисква създаването на алгоритми, инструкции и програмни приложения за облекчаване на настройчика (оператора) и намаляване влиянието на нивото на неговата компетентност;

8. За ефективното управление на технологичния процес на етапа установено производство е необходима текуща информация, включително в реално време за автоматично управление на качествените показатели на обработваните детайли, както и средства за нейното обработване и въздействие.

REFERENCES

B. Krupińska, D. Szewieczek Analysis of technological process on the basis of efficiency criterion, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol.17, Iss.1-2, July-August 2006;

B. Srinivasa Prasad, D. Siva Prasad, A. Sandeep, G. Veeraiah, Condition Monitoring of CNC Machining Using Adaptive Control, International Journal of Automation and Computing, vol.10, Iss.3, pp 202–209;

Georgiev V., Salapateva S., Chetrokov I., Lengerov A. (2012), Adaptivno upravlenie i aktiven control v machinostroeneto, EKS-PRES OOD, Gabrovo, 2012 ((**Оригинално заглавие:** Георгиев В., Салапатева С, Четроков И., Ленгеров А., Адаптивно управление и активен контрол в машиностроенето, ЕКС-ПРЕС ООД, Габрово, 2012)

Informacionnoe obespechenie SAPR https://studref.com/422517/tehnika/informatsionnoe_obespechenie_sapr, (**Оригинално заглавие:** Информационное обеспечение САПР), 18.10.2018;

Informacionnoe obespechenie. Sto obespechivaet i dlja chevo primenqetsja? <https://enginclub.ru/informacionnoe-obespechenie-cto-obespechivaet-i-dlya-chego-primenyaetsya/>, (**Оригинално заглавие:** Информационное обеспечение. Что обеспечивает и для чего применяется?), 18.10.2018;

Maxted P., Tackling process variation in manufacturing – the benefits of modern process control techniques, IMTS conference September 2016, https://www.mapyourshow.com/MYS_Shared/imts16/handouts/Paul%20Maxted%20IMTS11v2.pdf, 18.10.2018;

Radchenko S., Informacionnoe obespechenie technologicheskikh processov, <http://n-t.ru/sp/lesmi/iotp.htm>, (**Оригинално заглавие:** Радченко С., Информационное обеспечение технологических процессов), 18.10.2018;

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

Тази публикация е разработена във връзка и с подкрепата на проект ФМТ 03 2018 от Фонд научни изследвания на Русенския университет „А. Кънчев“.