SAT-1.307-2-MME-01

Формализация на информационните задачи и решения на проблемите при автоматизирано проектиране на технологични процеси в машиностроенето

Пламен Мъцински

Formalization of information tasks and solutions in automated design processes in mechanical engineering

Plamen Matsinski

Abstract: *The present paper examines some special requirements in technology design processes for machining in terms of automation and optimisation. Fundamental principles concerning formalizing data are put into analysis and brought together into a systematic approach so as to provide programming algorithm to manage the information processing of technology design processes in mechanical engineering.*
Keywords: *technology design processes, systematic approach, information processes, information approach, CAPP*

ВЪВЕДЕНИЕ

Технологичното проектиране (ТП) е идеализиран творчески продукционен процес на човешкия мозък, основаващ се на априорната информация от маркетинга, функционалното и конструктивното проектиране на всяко изделие, съхранявана във фирмения технически архив. Съвременните автоматизирани системи за технологично проектиране в машиностроенето (АСТПМ) изискват и апостериорни данни от архива, както за конкретното производство на изделието, така и за особеностите на експлоатацията му (диагностика, ремонт и т. н.) [4, 17 и др.]. Това определя комплексния характер на входните данни в АСТПМ, съдържащи задължително изходните резултати от функционалното и конструктивното проектиране, а също така и данните за ресурсното осигуряване на производствените процеси и ефективната експлоатация на всяко изделие.

Изхождайки от съществуващите в литературните източници определения за информацията [8, 18, 19, 20 и др.], като абстрактна категория на отражение на действителността в човешкия мозък, и от експлоатационна гледна точка, всяко проектиране е свързано със стремеж за постигане на високо качество, техническа и икономическа ефективност при изпълнение на служебното предназначение на изделието в целия му жизнен цикъл. Тези особености при формулиране на служебното предназначение на всяко изделие превръщат информационната задача на ТП в АСТПМ в многокритериална оптимизационна задача.

При обосноваване на приетия информационен подход за ТП акцентът се прехвърля от традиционното ръчно проектиране, основано на опита и знанията на технолога, към съвременните системни информационни методи за автоматизирано технологично проектиране в машиностроенето. Това води до обективизиране, унифициране и интензифициране на проектния процес.

1. Особености при проектирането на технологични процеси за механично обработване

Основна цел при проектирането на технологичните процеси за механично обработване (ТПМО) е пълното им техническо осигуряване на базата на информацията за геометрична форма, размери, материал и технически условия за създаване на обекта на производство. Водещи принципи при постигането на тази цел са минимален разход на енергийни, човешки, времеви и др. ресурси, както й максимално ефективно използване на техническото осигуряване. В икономически

аспект това е гаранция за постигане на възможно най-ниска себестойност на изделията.

Съществено значение за постигане на целите на машиностроителното производство има техническата подготовка, обхващаща: конструктивна, технологична и организационна подготовка. От тях най-трудоемка е технологичната подготовка, включваща проектиране на ТПМО, проектиране на технологичната екипировка и оформяне на необходимата документация. Спецификата на тези дейности до голяма степен зависи от сложността на машиностроителното изделие от гледна точка на неговата структура [3, 4, 5, 11, 12 и др.].

Ето защо в някои литературни източници [7, 14 и др.] е предложена класификация на машиностроителните изделия на базата на тяхната структура. Като определящи за удовлетворяване на експлоатационно-техническите характеристики на детайлите са посочени постигането на предписанията за точност и грапавост на повърхнините. При сглобените единици се поставят и изисквания, свързани със сглобяването на детайлите.

В настоящото изследване се възприемат следните принципи:

- Сложните машиностроителни изделия (сглобени единици) са предварително декомпозирани до ниво детайли на етапа на функционалното им проектиране.
- На етапа на функционалното проектиране са отчетени и връзките между детайлите на изделието, което гарантира постигане на определените му експлоатационни характеристики.

При декомпозиране на изделията е важно класифицирането на повърхнините на детайлите според функциите, които те изпълняват при запазване на общосистемните цели [2]. Работните изпълнителни повърхнини осъществяват основните функции на детайла в изделието. Изпълнителните базиращи повърхнини определят местоположението му в изделието (основни) и това спрямо останалите детайли (спомагателни). От функционалното предназначение на повърхнините в голяма степен зависи и определянето на методите за обработване на заготовки и детайли, което е основен елемент от проектирането на ТПМО.

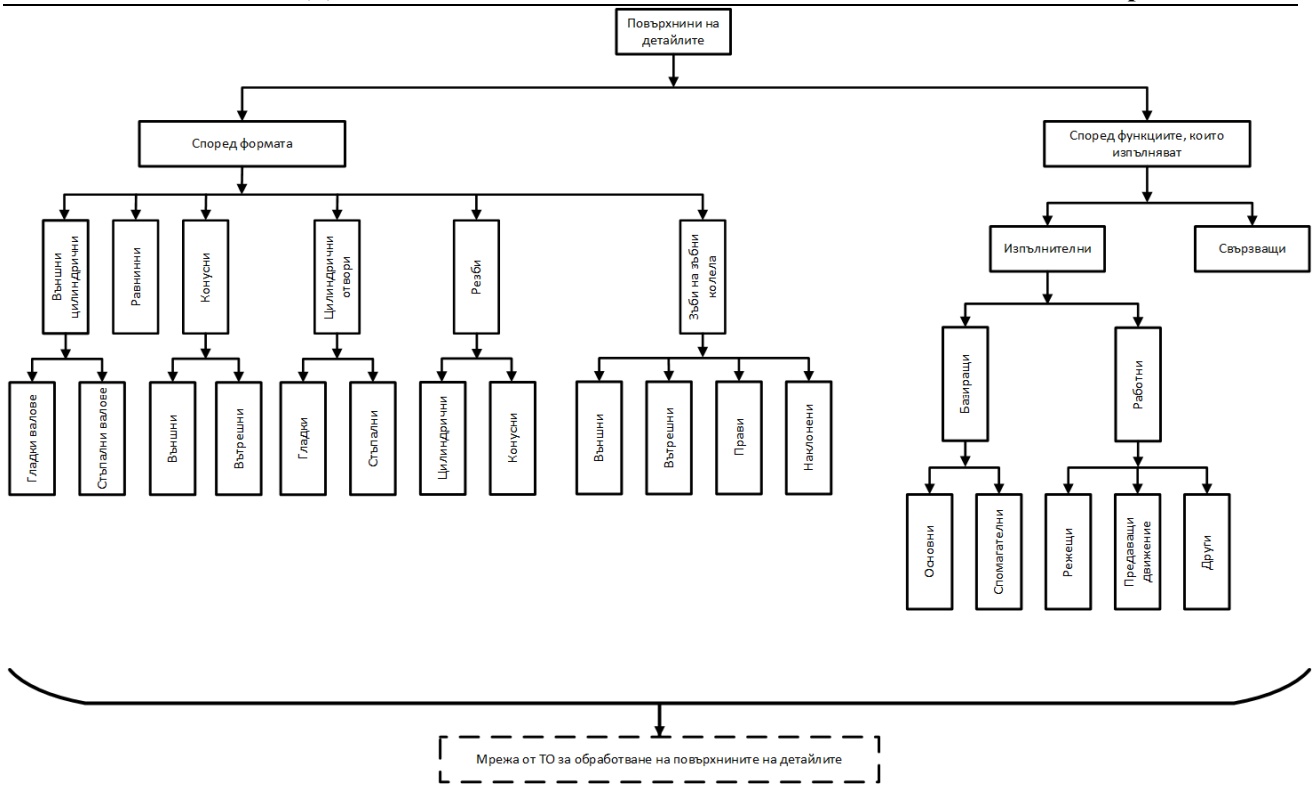
Функционалното предназначение на повърхнините на детайлите е определящо и за установяването им спрямо режещия инструмент при обработка. Изборът на начин на установяване на обработващите машини (директно или с използване на приспособления), както и методите за обработка зависят още от геометричните размери и формата на заготовките (ротационно-симетрични, призматично-корпусни и др.).

В [9, 10, 11 и др.] повърхнините на детайлите са класифицирани според геометричната им формата, която е обвързана с изискванията за показателите на точността, респективно с прилаганите методи за обработване.

Посочените класификации дават основание за твърдението, че функциите на повърхнините на детайлите и тяхната форма са еднакво значими за определяне на методите за обработване и последователността на тяхното изпълнение.

На фиг. 1 е представена възприета от автора обобщена класификация на повърхнините на детайлите, отразяваща мрежовия характер на технологията за тяхното обработване.

Всеки от основните методи за механично обработване чрез снемане на стружка (струговане, фрезоване, протегляне, свредловане, зенкероване, райбероване, шлифоване и др.) определя съответна конфигурация на машина, приспособление и инструмент за осъществяване на даден вид обработка.



Фиг. 1. Класификация на повърхнините на детайлите според формата и функционалното им предназначение

Сложността на ТПМО се определя, както от поставените към детайлите експлоатационно-технически изисквания, така и от избраните методи и последователността за изпълнение на елементите на ТПМО, които са йерархично свързани [3, 5, 11, 12, и др.].

2. Автоматизирано проектиране на технологични процеси за механично обработване

Проектирането на ТПМО може да се изпълни ръчно, автоматизирано и автоматично [2, 13, 15 и др.]

При ръчното проектиране технологът, въз основа на натрупания си професионален опит, определя методите и начините за постигане на предписаните на етап конструктивно проектиране форма, размери и физико-механични характеристики на обектите на производство. Информацията, необходима за проектиране на ТПМО, съдържа: конструктивна документация, справочни данни с характеристиките на машини, инструменти и приспособления, стандарти, нормали и др. Самото проектиране има ясно изразен субективен характер. Характеризира се с ниска производителност, а вземането на оптимално проектно решение е трудоемко и неефективно.

Автоматизираното проектиране на ТПМО е свързано с използване на компютърно базирани информационно-управляващи системи за формиране на технологичните маршрути, респ. определяне на техните елементи. Разглеждането на ТПМО като система включва формализирано описание на информационните процеси, свързаните с тях входно-изходни данни, както и взаимовръзката им с елементите на ТПМО.

Системният характер на ТПМО се определя от следните характеристики: структура на ТПМО (технологичен маршрут, технологична операция, технологичен преход и др.), функция (вид и метод на обработване), свойства (технически

характеристики, параметри на режимите) и връзки (информационен обмен с предшестващите и следващите етапи от подготовката на производството).

Автоматизирането на проектирането на ТПМО определя две основни групи информационни задачи:

• Системен анализ на ТПМО на детайлите с цел декомпозиция на основните им елементи.

• За изделия от тип сглобени единици и тези със сложна структура е необходимо декомпозицията да се извърши до ниво детайли с цел формиране на варианти на ТПМО, описани с параметрите и променливите им.

Натрупаните структурирани информационни масиви са входни данни за решаване на задачи от параметричната и/или структурната оптимизация. Целта е получаване на решения за формиране на ТПМО, осигуряващи оптимално съотношение между ниска себестойност и високо качество на произвежданите изделия.

В болшинството АСТПМ всички задачи се решават в режим на сценариен диалог между системата и технолога [4, 17 и др.]

3. Оптимизация при проектиране на технологични процеси за механично обработване

Решаването на оптимизационни задачи при проектиране на ТПМО е свързано с прилагане на принципите и методите на логическото и математичното моделиране.

Приложението на математичното моделиране в машиностроителното производство се развива в два аспекта: симулация и пряко математическо описание [1, 6, 15 и др.]. Предпоставка за приложимостта на тези методи са възможностите на компютърните системи да създават математически образи на изследвания обект с висока степен на сходство по параметри и характеристики.

Прилагането на логическото симулационно изследване при проектиране на ТПМО е приоритетно в случаите, в които е затруднено или невъзможно физическото определяне на състоянието на реалния обект и изследването му, но като цяло той е познат много добре с основните си принципи, параметри и характеристики.

Всяко оптимизационно изследване при проектиране на ТПМО е приложимо в случаите, в които влиянието на различните фактори върху обекта за моделиране може да бъде определено с основни математически и логически зависимости. Целта на този подход е изследване на динамиката на доминиращите върху състоянието на обекта фактори, определяне на недостатъците и намиране на решения (на т. нар. целева оптимизационна функция) за подобряване характеристиките на обекта. Прилагането на оптимизационното изследване е свързано с решаването на две основни задачи: параметрична и структурна.

Параметричната оптимизация предполага определянето на такива стойности на параметрите на елементите на ТПМО, при които критерият за оптималност е изпълнен в най-висока степен. Някои от параметрите, които могат да бъдат обект на определяне са: брой едновременно обработвани детайли, брой позиции, брой преходи, брой ходове и др. Променливи в оптимизационния модел могат да бъдат: машинното време за изпълнение на технологична операция (ТО) (чисто машинно време или сумарно време – времето за изпълнение на ТО заедно с това за преход от една ТО към друга); брой обработени детайли за определено време и т. н. Посочените параметри и променливи на ТПМО могат да бъдат управлявани в различна степен, което зависи от множество други фактори. Коректното определяне на целевата функция и съществуващите реални ограничения е определящо за постигане на целите на оптимизационната задача.

Структурната оптимизация предвижда намиране на оптимална структура на ТПМО, която да удовлетворява в максимална степен дефинираните оптимизационни

критерии. Прилагането на този вид оптимизация е свързано с отчитане на динамичните експлоатационни характеристики на техническото осигуряване, което може да бъде автоматизирано, конвенционално или да има хибриден характер. Характерно за този тип производства е, че променливите време за изпълнение на ТО, качество на обработката и др. имат стохастичен характер. Неопределеността на тези променливи е различна в зависимост от съотношението на участващите в ТПМО видове машини. Това се обяснява с факта, че тази част от ТПМО, която трябва да се изпълни на конвенционални машини, зависи пряко от квалификацията и опита на оператора на съответната машина.

ИЗВОДИ

В резултат от литературното проучване могат да се направят следните изводи:

- Необходимо е да се доразвие класификацията на повърхнините на детайлите, поради разнообразния характер на ТО за обработването им и тяхната ефективност, особено при машиностроителните производства с хибридно техническо осигуряване.
- Натрупването на голям обем от информационни ресурси в АСТПМ, позволява многовариантност на решенията на всяка конкретна задача в процеса на проектиране на ТПМО.
- Съществуващите методологии за оптимизация позволяват целесъобразен избор и конкретизация на оптимални методи за решаване на конкретните технологични задачи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Аверченков В. И., Ю. М. Казаков. Автоматизация проектирования технологических процессов, Москва, ФЛИНТА, 2011 // ISBN: 978-5-9765-1265-8

[2] Базров Б. М. Основы технологии машиностроения, Москва, Машинознание, 2005 // ISBN 5-217-03255-3

[3] Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения, 1969.

[4] Волков С. А. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, Рыбинск, 2009 // ISBN: 978-5-8843-5327-5

[5] Диков А. Технология на машиностроенето – общ курс, София, Софтрейд, 2007.

[6] Капустин Н.М. и др. Автоматизация производственных процессов в машиностроении, Москва, Высшая школа, 2004 // ISBN: 5-06-004583-8

[7] Клепиков В. В., А. Н. Бодров. Технология машиностроения. 2-е издание, Москва, ФОРУМ, 2008, с. 864 // ISBN 978-5-91134-251-7

[8] Колин К. К. Информация в структуре реальности, научная картина мира и основной вопрос философии. Вестник Челябинской государственной академии культуры и искусств, 4 (36), 2013.

[9] Лебедев Л. В. и др. Технология машиностроения. Москва, Издателский центр „Академия“, 2006 // ISBN: 5-7695-2291-7

[10] Маталин А. А. Технология машиностроения. Издателство „Лан“, 2008 // ISBN: 978-5-8114-0771-2

[11] Патарински П. Д. Технология на машиностроенето. Част I, София, Техника, 1973.

[12] Пашов С. А. Технология на машиностроенето. Част първа, София , Техника., 1990.

[13] Пучков А. А., А. В. Петухов. Основы технологии машиностроения, Министерство образования Республики Беларусь, Гомел, 2012.

[14] Сысоев С. К., А. С. Сысоев, В. А. Левко. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. Москва, Лань, 2011, с. 352 // ISBN 978-5-8114-1140-5

[15] Тодоров Н., Д. Чакърски. Автоматизация на проектирането в машиностроенето. София, Техника, 1994.

[16] Флейшман Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем. Москва, Советское радио, 1971.

[17] Юрченко В. В. Система автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки деталей горных машин. Диссертация на соискание ученой степени PhD, Казахстан, Карагандинский Государственный технический университет, 2011.

[18] Brenner J. E. Information in Reality: Logic and Metaphysics. TripleC 9(2): pp. 332-341, 2011.

[19] Logan R. K. What is Information?: Why is it Relativistic and what is its Relationship to Materiality, Meaning and Organization. Information 2012, 3(1), pp. 68-91.

[20] http://www.mdpi.com/2078-2489/3/1/68, 05.09.2014, 12:36

За контакти:

маг. инж. Пламен Мъцински, Катедра “Механика, машиностроене и топлотехника”, Технически университет-София, Инженерно-педагогически факултет-Сливен, тел: 0895586523, e-mail: matzinskipl@tu-sofia.bg