



ИДЕНТИФИЦИРАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОБРАБОТВАНИЯ МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРИТЕ НА РЕЖИМИТЕ НА РЯЗАНЕ ПРИ СТРУГОВАНЕ С ОТЧИТАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ПРОЦЕСА

Николай Тончев, Николай Христов
tontchev@vtu.bg, n_d_hristov@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
София, ул. „Гео Милев № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** обработваемост на материали, рязане чрез струговане, ефективност на процеса, анализ, моделиране, оптимизация.*

***Резюме:** В изследването е разгледано влиянието на обработваемият и обработващият материал върху ефективността на процеса рязане. Чрез математично формализиране е потвърдено, че силата на рязане е в пряка зависимост от обработваемия материал, неговите механични свойства и условията на рязане. Изведен е модел свързващ вида на обработения материал и ефективността на процеса рязане по мощност и операционно време. Анализът на резултатите показва, че ефективният параметър е значително по-голям при инструменталния материал T15K6 и неговата промяна с варирането на обработваемия материал може да достигне в зависимост от условия на рязане повече от 75%.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Във връзка с устойчивото развитие на технологиите, въпросите свързани с ефектите от различни условия на рязане при различни материали, влияещи пряко върху характеристиките на производителността все още не са загубили своята актуалност. Подобни въпроси не са нови, но с помощта на развиващите се изчислителни подходи, материали и технологии тези казуси намират нови решения. В [1] е разгледан случая с (РЕЕК) композит, принадлежащ към група от високоефективни термопластични полимери, които притежават високи специфични свойства в сравнение с конвенционалните метални материали. Поради специфичните си свойства и потенциални приложения в различни области на подобни компоненти, е необходимо да се изследва поведението им при обработване с цел предложение за ефективен технологичен режим. При изследвания от този клас задачи е необходимо, за конкретния материал, да бъдат установени отношенията между условията на рязане (скорост на рязане и скорост на подаване) върху два аспекта на механичното обработване, а именно, мощност и сила при рязане. Това може да се установи единствено чрез съставяне и анализиране на математични модели. За изпълнението на задачите от подобни изследвания [2], решението обикновено се фокусира върху ефектите на взаимодействие между контролираните входно-изходни фактори при обработването, на които им се извършва анализ и оптимизация. Най-често параметрите

на процеса на рязане на съответният материал резултат върху силата на рязане, вследствие на което може да се изчисли и необходимата мощност. Факторите подаване и скорост на рязане се идентифицират като най-важните фактори, влияещи върху мощността при рязане и следователно те най-пряко са свързани с ефективността на процеса. В [3] е доказано, че специални металургични обработки са пряко свързани с обработваемостта на материалите. Независимо от това там е констатирано, че редица обработки имат и все още неясен характер, което най-вече се отразява на качеството на обработената повърхност. В [4] е разгледана механичната обработка на сплави на основата на титан и никел, причиняваща проблеми на повърхността и избора режим и инструменти за рязане обикновено са предизвикателство за производителите. Оценката на подобни предизвикателствата, се свързват с търсене на режими или въздействия подобряващи обработваемостта на сплавите и на тази основа се търси посока в подобряване на производителността и ефективността.

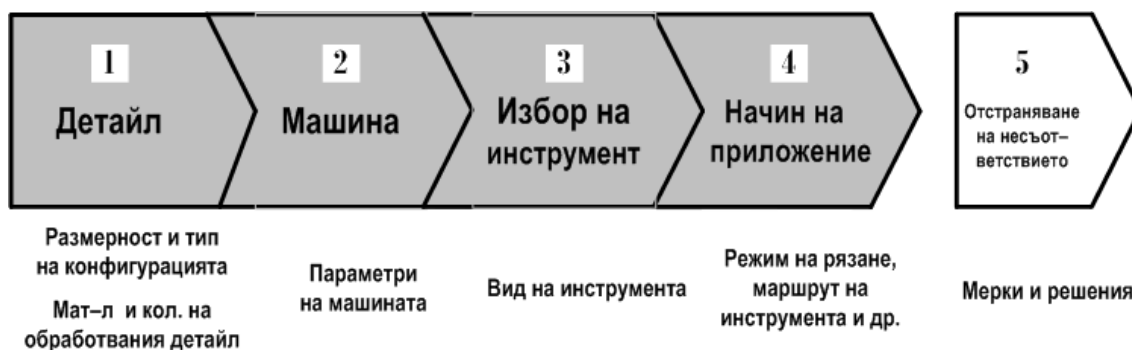
Съставянето на единен модел от различни критерии [5] определящ материал с най-добрата обработваемост е ограничена постановка за целите на материалознанието, защото различните материали, намират различно приложение благодарение на различните си механични и други свойства. И въпреки тях те трябва механично да могат да се обработват. Именно поради тази причина в настоящото изследване не се фокусира върху един единствен материал, а вида на материала се отчита със съответното напрежение на срязване. Останалите фактори в изследването са свързани с режима на рязане.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на настоящото изследване е да се формализират параметрите на режима на процеса на рязане при първично/грубо струговане, като те се обвържат с вида на обработвания материал, и с ефективността на процеса. За изпълнението на тази цел е необходимо да се изведат необходими модели на база на първоначални общо приети изчислителни процедури. Същите ще бъдат анализирани и на тази база ще се направят съответните заключения.

3. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО.

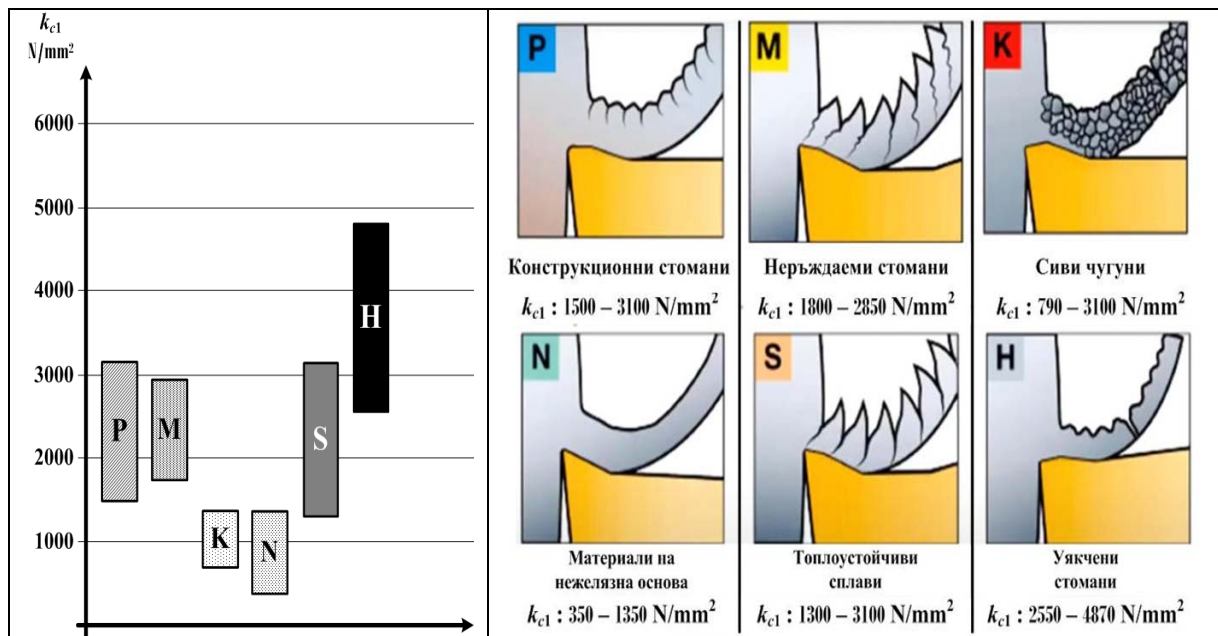
Обвързаността на елементите от системата на механичното обработване е представена на фиг.1.



Фиг. 1. Елементи от системата, свързани с входно-изходните параметри на процеса на рязане

Всички пресмятания по попълването на необходимите данни за извеждането на регресионните модели се пресмятат въз основа входните данни, а чрез справочни данни и общоприетите формули се правят необходимите изчисления, съобразени с вида на

процеса, вида на инструмента и вида на материала, описани чрез системата на фиг.1. Тъй като основната цел е изясняване ролята на материала върху режима на рязане, то материала е отчетен чрез средна стойност на диапазона от напрежението на срязване, посочено на фиг.2. Определеният диапазон за коефициентът k_{c1} е построен, като за всяка група от материали са определени граничните стойности на силата **отделяща стружката при високи скорости** на рязане, разделена на сечението на стружка с дебелина от 1 mm. Видът на материала освен като стойност на напрежението на срязване, влияе и върху морфологията на формирането на стружката /фиг.2/, която като разновидност може да е непрекъсната, трионовидна или чупеща се. От изображенията на фиг.2. материали в настоящото изследване са обект на разглеждане единствено са материалите: сиви чугуни, конструкционни и легирани стомани, алуминиеви деформируеми и алуминиеви леярски сплави, както месинги и бронзи. Групата на високолегираните, топлоустойчивите сплави и уякчените материали не са включени в изследването, защото те изискват неконвенционални инструменти и високо скоростни режими на обработване.



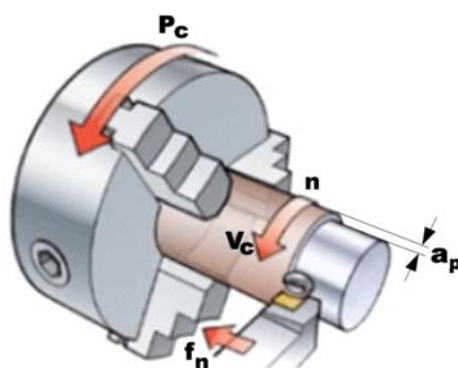
Фиг.2. Групи и граници на изменение на коефициента на срязване при различни материали [6] [7], при високи скорости на рязане.

Като управляващи параметри на необходимата мощност на рязане са определени следните величини (X1) - коефициента на обработваемостта на материала на рязане; S (X2) - подаване mm/об, (X3) - нормиран безразмерен механичен показател на инструменталния материал на рязане. Диапазонът на изменение на входните данни са посочени в Табл.1. Изследваните материали са съответно сив чугун - $K_{mv}=0.94$, конструкционна стомана - $K_{mv}=1$, легирана стомана - $K_{mv}=0.85$, бронз - $K_{mv}=0.98$. деформируем алуминий и месинг - $K_{mv}=1.44$. Използваните инструментални материали за рязане са BK8 – [+0.808], T15K6 – [+1] и инструментална стомана P6M5 – [-1].

Таблица 1. Диапазон на управляващите параметри

Управляващи параметри	$kmv (X_1)$ [l]	$S (X_2)$ m/obr	$fn (X_3)$ [l]
min	0.85	0.84	-1
max	1.7	1.44	1

Параметрите на режима на рязане са определени при обработване на по-горе посочените материали с диаметри $\Phi=70\text{mm}$, при една и съща дълбочина $a_p=1\text{mm}$ и еднаква дължина на рязане $L=200\text{mm}$. Условието на рязане, се определя чрез коригиращи коефициенти, отчитащи състоянието на повърхността, материала на инструмента и живота на инструмента, но всички те са обобщени в изведения модел. Прието е коефициента, отчитащ геометрията на инструмента да е един и същи за всички разглеждани случаи. В следващата стъпка се определят оборотите на машината и след това действителната/ фактичката скорост на рязане.



Фиг. 3. Схема и означения на изследваната технологична операция

4. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

Всички аналитични класически пресмятания, основани на технологията на рязане при струговане по описаните по-горе начални данни са обобщени в два модела. Извеждането на моделите ползва авторска методика, описана в [5]. Първият модел цели определяне на силата на рязане, като междинен параметър от пресмятанията, съобразен отново с влиянието на материала върху силовите зависимости и параметрите на режещата част на инструмента върху силата на рязане. Този модел има вида

$$(1) \quad P_z = 1209,09 - 363,626 X_1 + 517,902 X_2 - 1,68975 X_3 + 479,584 X_1^2 - 290,658 X_1 X_2 - 7,5537 X_1 X_3 - 271,446 X_2^2 + 182,531 X_2 X_3 + 159,054 X_3^2$$

Определеният модел е адекватен с коефициент на множествена корелация $R=0,9275$ и проверки по F критерий на Фишер $F_{изч}=7,5201 > F_{табл}=2,8962$

Знаейки силата и скоростта на рязане е възможно да се определи мощността на рязане. Чрез мощността на рязане и операционното време за обработването на една и същата геометрична повърхност е възможно да се определи, приведен ефективен параметър изразен чрез вида на обработения материал и инструменталния материал на рязане. Този параметър е целевият параметър на изследването и той е пряко свързан с ефективността на процеса, който е цел на изследването. Ефективният параметър на процеса се описва с модела

$$(2) \quad E_{wt} = 28,0704 - 36,4146 X_1 + 19,5680 X_2 + 4,30829 X_3 + 24,4142 X_1^2 - 30,8562 X_1 X_2 - 5,79010 X_1 X_3 - 17,8581 X_2^2 + 13,5154 X_2 X_3 + 7,29413 X_3^2$$

Определеният модел е адекватен с коефициент на множествена корелация $R=0,9163$ и проверки по F критерий на Фишер $F_{\text{изч}}=6,3952 > F_{\text{табл}}=2,8962$

Анализът на резултатите показва, че ефективният параметър е значително по-голям при инструменталният материал T15K6 и неговата промяна с варирането на обработваемия материал може да достигне в зависимост от условия на рязане повече от 75%.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Чрез математично формализиране е потвърдено, че силата на рязане е в пряка зависимост от обработваемия материал, неговите механични свойства и условията на рязане. Изведен е модел свързващ вида на обработения материал и ефективността на процеса рязане по мощност и операционно време. Анализът на резултатите показва, че ефективният параметър е значително по-голям при инструменталният материал T15K6 и неговата промяна с варирането на обработваемия материал може да достигне в зависимост от условия на рязане повече от 75%.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Francisco Mata, V.N. Gaitonde, S.R. Karnik, J. Paulo Davim, Influence of cutting conditions on machinability aspects of PEEK, PEEK CF 30 and PEEK GF 30 composites using PCD tools, Journal of Materials Processing Technology, Vol, 209, Issue 4, 2009, Pages 1980-1987, ISSN 0924-0136
- [2] Shnfir M. Olufayo O.A., Jomaa W., Songmene, V. Machinability Study of Hardened 1045 Steel When Milling with Ceramic Cutting Inserts, Materials, Vol. 12, 2019, №23
- [3] J.C. Hamann, V. Grolleau, F. Le Maître, Machinability Improvement of Steels at High Cutting Speeds – Study of Tool/Work Material Interaction, CIRP Annals, Volume 45, Issue 1, 1996, Pages 87-92, ISSN 0007-8506
- [4] Jiaqiang Dang, Gongyu Liu, Yaofeng Chen, Qinglong An, Weiwei Ming, Ming Chen. (2019) Experimental investigation on machinability of DMLS Ti6Al4V under dry drilling process. Materials and Manufacturing Processes 34:7, pages 749-758.
- [5] Tontchev N. Materials Science, Effective solutions and Technological variant sq 2014/3/3, 142, LAMBERT Academic Publishing
- [6] Weiwei Ming, Jiaqiang Dang, Qinglong An, Ming Chen. (2020) Chip formation and hole quality in dry drilling additive manufactured Ti6Al4V. Materials and Manufacturing Processes 35:1, pages 43-51.
- [7] Jiaqiang Dang, Gongyu Liu, Yaofeng Chen, Qinglong An, Weiwei Ming, Ming Chen. (2019) Experimental investigation on machinability of DMLS Ti6Al4V under dry drilling process. Materials and Manufacturing Processes 34:7, pages 749-758.
- [8] Kolarov I. Model for Vibro-acoustic Characterization of Discontinuity in Cylindrical Machine Parts . Scientific Proceedings “NDT days 2016”, p. 276 - 279, June 2016. ISSN: 1310-3946.

IDENTIFICATION OF THE INFLUENCE OF THE TREATED MATERIAL AND THE PARAMETERS OF THE CUTTING MODES IN TURNING WITH TAKING INTO ACCOUNT THE EFFICIENCY OF THE PROCESS

Nikolay Tonchev, Nikolay Hristov
tontchev@vtu.bg, n_d_hristov@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Keywords: *material machinability, cutting by turning, process efficiency, analysis, modeling, optimization.*

Abstract: *The study examines the influence of the workpiece and the workpiece material on the efficiency of the cutting process. Mathematical formalization has confirmed that the cutting force is directly dependent on the material to be processed, its mechanical properties and cutting conditions. A model is derived connecting the type of machined material and the efficiency of the cutting process in terms of power and operating time. The analysis of the results shows that the effective parameter is significantly higher for the tool material T15K6 and its change with the variation of the workpiece material can reach more than 75% depending on the cutting conditions.*