Универзитет “Св. Кирил и Методиј – Скопје
Машински факултет
ЗДРУЖЕНИЕ ЗА ПРОИЗВОДНО И ИНДУСТРИСКО ИНЖЕНЕРСТВО
Научна конференција со меѓународно учество
ПРОИЗВОДСТВОТО И МЕНАЏМЕНТОТ ВО 21-от ВЕК
Охрид, Република Македонија, Септември 16–17, 2004

ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЗА ЗАВИСНОСТА НА ТРАЈНОСТА НА РЕЗАЧКИОТ АЛАТ ОД ПАРАМЕТРИТЕ НА РЕЖИМОТ НА РАБОТА

Андријана Боцевска, Технички факултет-Битола,
abocevska@yahoo.com, 047207718
Стојанче Нусев, Технички факултет-Битола
stolen@freemail.com.mk, 047207746

АПСТРАКТ

Во овој труд даден е начинот на определување на математичкиот модел за зависноста на трајноста на резачкиот алат од параметрите на режимот на обработка на нелегиран челик DIN C35 HB=150 со стругарски нож со механичко прицврстување на плочките од тврд метал (резачка плочка CNMG 120408-PM 4025 и држач DCLNL 2020K 12), со примена на Легендреовиот принцип. При анализата занемарено е влијанието на длабочината на режењето врз трајноста, кое е релативно мало во споредба со влијанието на резачката брзина и поместот.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ: Легендреов принцип, математички модел, оптимални режими.

1. ВОВЕД

Во поголем број случаи, во производствените погони и технолошките одделенија при изборот на режимите на обработката, резачката брзина се избира од компјутерски програми во кои што резачката брзина е дадена за определена трајност на резачкиот алат за различни материјали на обработуваниот предмет и резачкиот алат.

Доколку постојат таблични податоци за резачката брзина и за најмалку два помести (s_1, s_2), тогаш со користење на равенките:

$$v = \frac{C}{T^m \cdot s^n}; \qquad T = \frac{C^{1/m}}{v^{1/m} \cdot s^{n/m}} = \frac{C^{k_1}}{v^{k_1} \cdot s^{k_2}}$$

може да се постави систем од равенки:

$$T_1^{\ m} \cdot v_1 \cdot s_1^{\ n} = C$$
$$T_1^{\ m} \cdot v_2 \cdot s_2^{\ n} = C$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$T_1^{\ m} \cdot v_i \cdot s_i^{\ n} = C$$

од кои со примена на Легендреов принцип и Гаусов метод со избор на главен елемент можат да се определат m, n и C, а со тоа и соодветните математички модели.

2. ЛЕГЕНДРЕОВ ПРИНЦИП

Доколку при овој принцип [3] употребиме обележување [] како симбол за собирање, така на пример $[aa]=a_1^2+a_2^2+...a_s^2$; $[ab]=a_1b_1+a_2b_2+...a_sb_s$, збирот на квадратите е:

$$[aa]m^2+[bb]n^2+[cc]B^2+...+2[ab]mn+2[ac]mB+...-2[ad]m-2[bd]n...+[dd]$$

Најмалата вредност се добива кога непознатите се пресметуваат според равенките:

$$\begin{cases}[aa]m+[ab]n+[ac]B+...=[ad]\\ [ab]m+[bb]n+[bc]B+...=[bd]\\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\end{cases}$$

Овие се познати како нормални равенки. Од нив вредностите m, n и C можат да се одредат со обична алгебарска анализа. Со цел да се формираат нормалните равенки во однос на било која од непознатите потребно е да се помножи секој почетен коефициент пред непознатите во таа равенка и да се соберат сите производи. При изведувањето на нормалните равенки од равенките кои ги претставуваат условите, може да се употреби табелата на квадрати, бидејќи покрај

$$[aa]=a_1^2+a_2^2+...+a_s^2$$

постои и

$$[ab]=\frac{1}{2}\{[(a+b)(a+b)]-[aa]-[bb]\}$$

Заради проверка на пресметаните нормални равенки потребно е да се пресметаат збировите:

$$\sigma_1=a_1+b_1+c_1+...+f_1+d_1$$
$$\sigma_s=a_s+b_s+c_s+...+f_s+d_s$$

а потоа да се пресметаат и збировите [aσ], [bσ],…[fσ]. Овие збирови заедно со збировите [aa], [bb] кои претходно се пресметани треба да ги задоволуваат равенките:

$$\begin{cases}[aa]+[ab]+...+[af]+[ad]=[a\sigma]\\ [af]+[bf]+...+[ff]+[df]=[f\sigma]\end{cases}$$

3. ГАУСОВ МЕТОД

Методот [2] може да се претстави табеларно, како што е прикажано во табелата 1, во која се прикажани одделните чекори при пресметувањата. Во колоната x_i стојат коефициентите пред во одделните чекори; а во колоната Σ се запишани сумите од коефициентите (вклучувајќи го и слободниот член од соодветната равенка $s_i^{(k)}=a_{11}^{(k)}+...+a_{i,n+1}^{(k)}$). Таа колона служи за контрола при пресметувањата, која што се состои во споредување на бројот $s_i^{(k)}/a_{11}$ со збирот на броевите од последната редица при секој чекор.

Табела 1. Прикажување на одделните чекори при пресметувањето

	i	x_1	x_2	x_3	…	x_n	Слободен член	Σ
I	1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	…	a_{1n}	$a_{1,n+1}$	s_1
	2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	…	a_{2n}	$a_{2,n+1}$	s_2
	⋮	…	…	…	…	…	…	⋮
	n	a_{n2}	a_{n2}	a_{n3}	…	a_{nn}	$a_{n,n+1}$	s_n
		1	c_{12}	c_{13}	…	c_{1n}	$c_{1,n+1}$	s_1/a_{11}
II	2		$a_{22}^{(1)}$	$a_{23}^{(1)}$	…	$a_{2n}^{(1)}$	$a_{2,n+1}^{(1)}$	$s_2^{(1)}$
	3		$a_{32}^{(1)}$	$a_{33}^{(1)}$	…	$a_{3n}^{(1)}$	$a_{3,n+1}^{(1)}$	$s_3^{(1)}$
	⋮		…	…	…	…	…	…
	n		$a_{n2}^{(1)}$	$a_{n3}^{(1)}$	…	$a_{nn}^{(1)}$	$a_{n,n+1}^{(1)}$	$s_n^{(1)}$
			1	$c_{23}^{(1)}$	…	$c_{2n}^{(1)}$	$c_{2,n+1}^{(1)}$	$s_2^{(1)} / a_{22}^{(1)}$
III	3			$a_{33}^{(2)}$	…	$a_{3n}^{(2)}$	$a_{3,n+1}^{(2)}$	$s_3^{(2)}$
	⋮			…	…	…	…	…
	n			$a_{n3}^{(2)}$	…	$a_{nn}^{(2)}$	$a_{n,n+1}^{(2)}$	$s_n^{(2)}$
				1	…	$c_{nn}^{(2)}$	$c_{n,n+1}^{(2)}$	$s_3^{(2)} / a_{33}^{(2)}$
				…	…	…	…	…
n	n					$a_{nn}^{(n-1)}$	$a_{n,n+1}^{(n-1)}$	$s_n^{(n-1)}$

4. РЕЗУЛТАТИ ОД ПРЕСМЕТКАТА

Според податоците од компјутерската програма на SANDVIK Coromant за обработка на нелегиран челик DIN C35 HB=150 со резачка плочка CNMG 120408-PM 4025 и држач DCLNL 2020K 12 добиваме: T_1 = 10 min, s_1 = 0,18 mm/врт., v_1 = 424 m/min; T_1 = 10 min, s_2 = 0,24 mm/врт., v_2 = 390 m/min; T_1 = 10 min, s_3 = 0,3 mm/врт., v_3 = 361 m/min; T_1 = 10 min, s_4 = 0,41 mm/врт., v_4 = 318 m/min; T_2 = 15 min, s_1 = 0,18 mm/врт., v_1 = 353 m/min; T_2 = 15 min, s_2 = 0,24 mm/врт., v_2 = 325 m/min; T_2 = 15 min, s_3 = 0,3 mm/врт., v_3 = 301 m/min; T_2 = 15 min, s_4 = 0,41 mm/врт., v_4 = 266 m/min.

Табела 2. Резултати добиени со Легендреов принцип

a	b	c	d	S
-2.30	1.71	1.00	6.05	6.46
-2.71	1.71	1.00	5.94	5.95
-3.00	1.71	1.00	5.87	5.59
-2.30	1.43	1.00	5.97	6.09
-2.71	1.43	1.00	5.86	5.58
-3.00	1.43	1.00	5.78	5.22
-2.30	1.20	1.00	5.89	5.79
-2.71	1.20	1.00	5.78	5.28
-3.00	1.20	1.00	5.71	4.92

-2.30	0.89	1.00	5.76	5.35
-2.71	0.89	1.00	5.66	4.84
-3.00	0.89	1.00	5.58	4.48

aa	ab	ac	ad	S
5.30	-3.95	-2.30	-13.93	-14.88
7.33	-4.64	-2.71	-16.09	-16.11
8.97	-5.14	-3.00	-17.57	-16.73
5.30	-3.29	-2.30	-13.74	-14.02
7.33	-3.86	-2.71	-15.86	-15.10
8.97	-4.28	-3.00	-17.33	-15.62
5.30	-2.77	-2.30	-13.56	-13.33
7.33	-3.26	-2.71	-15.65	-14.29
8.97	-3.61	-3.00	-17.10	-14.73
5.30	-2.05	-2.30	-13.27	-12.32
7.33	-2.41	-2.71	-15.32	-13.11
8.97	-2.67	-3.00	-16.73	-13.42
86.44	-41.93	-32.03	-186.15	-173.67

ba	bb	bc	bd	S
-3.95	2.94	1.71	10.37	11.08
-4.64	2.94	1.71	10.19	10.20
-5.14	2.94	1.71	10.06	9.58
-3.29	2.04	1.43	8.51	8.69
-3.86	2.04	1.43	8.36	7.96
-4.28	2.04	1.43	8.25	7.44
-2.77	1.45	1.20	7.09	6.97
-3.26	1.45	1.20	6.96	6.35
-3.61	1.45	1.20	6.87	5.92
-2.05	0.79	0.89	5.14	4.77
-2.41	0.79	0.89	5.04	4.31
-2.67	0.79	0.89	4.98	3.99
-41.93	21.67	15.71	91.83	87.28

ca	cb	cc	cd	S
-2.30	1.71	1.00	6.05	6.46
-2.71	1.71	1.00	5.94	5.95
-3.00	1.71	1.00	5.87	5.59
-2.30	1.43	1.00	5.97	6.09
-2.71	1.43	1.00	5.86	5.58
-3.00	1.43	1.00	5.78	5.22
-2.30	1.20	1.00	5.89	5.79

-2.71	1.20	1.00	5.78	5.28
-3.00	1.20	1.00	5.71	4.92
-2.30	0.89	1.00	5.76	5.35
-2.71	0.89	1.00	5.66	4.84
-3.00	0.89	1.00	5.58	4.48
-32.03	15.71	12.00	69.85	65.53

da	db	dc	dd	S
-13.93	10.37	6.05	36.60	39.09
-16.09	10.19	5.94	35.32	35.36
-17.57	10.06	5.87	34.42	32.77
-13.74	8.51	5.97	35.59	36.34
-15.86	8.36	5.86	34.32	32.67
-17.33	8.25	5.78	33.45	30.16
-13.56	7.09	5.89	34.68	34.10
-15.65	6.96	5.78	33.42	30.50
-17.10	6.87	5.71	32.57	28.05
-13.27	5.14	5.76	33.20	30.83
-15.32	5.04	5.66	31.99	27.37
-16.73	4.98	5.58	31.18	25.01
-186.15	91.83	69.85	406.73	382.26

I р-ка $86{,}44 \cdot m - 41{,}93 \cdot n - 32{,}03 \cdot \ln C = -186{,}15$

II р-ка $-41{,}93 \cdot m + 21{,}67 \cdot n + 15{,}71 \cdot \ln C = 91{,}83$

III р-ка $-32{,}03 \cdot m + 15{,}71 \cdot n + 12 \cdot \ln C = 69{,}85$

Од добиените три равенки со примена на Гаусовиот метод со избор на главен елемент се добиваат експонентите m, n, и C во Тејлоровата равенка:

$$\ln C = 6.06 \Rightarrow C = 430{,}3$$
$$n = 0{,}35$$
$$m = 0{,}26$$

Равенката за трајноста на резачкиот алат според претходните податоци гласи:

$$T^{0{,}26} \cdot v \cdot s^{0{,}35} = 430$$

или

$$v = \frac{430}{T^{0{,}26} \cdot s^{0{,}35}} \text{ и } T = \frac{1{,}38 \cdot 10^{10}}{v^{3{,}85} \cdot s^{1{,}35}}$$

При оваа анализа занемарено е влијанието на длабочината на режењето врз трајноста, кое што е релативно мало во споредба со влијанието на резачката брзина и поместот.

5. ЗАКЛУЧОК

За да се определат оптималните режими на обработката, пред се резачката брзина треба да се познава математичкиот модел за трајноста на резачкиот алат, која во голем степен зависи од механичките својства на обработуваниот материјал и за ист вид на обработуван материјал во зависност од нивната структурна состојба добиваме различни константи.

Препорачаните режими на режење базирани на трајност на алатот од 10, 15 и 20 min добиени со помош на софтверскиот пакет на SANDVIK Coromant потребно е да не се земаат како оптимални (зависат од усвоениот критериум, минутните трошоци на работното место, цената на резачкиот алат, карактерот на операцијата и др.) особено при сериско и масовно производство, пред да бидат применети потребно е да се изврши нивна проверка.

ABSTRACT

This paper represent a procedure about determination of mathematical model for dependence of tool life from cutting data by machining of non-alloy carbon steel DIN 35 HB =150 with disposable-insert carbide tool (CNMG 120408-PM 4025 insert and DCLNL 2020K 12 toolholder) with principle of Legendre. During the analysis influence of cutting depth on tool life is neglected, which is relative small in a comparison with cutting speed and feed influence.

KEY WORDS: Principle of Legendre, mathematical model, cutting data.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Boothroyd, G.: *Fundamentals of metal machining and machine tools*; Scripta book Company. Washinton, DC, 1975.
[2] Milovanovic, G.: *Numericke analize II deo*; Naucna knjiga. Beograd, 1985.
[3] Whittaker, E., Robinson, G.: *Numericke matematike*; Naucna knjiga. Beograd, 1951.
[4] Softverski paket na SANDVIK Coromant.