

STUDIUL COMPARATIV AL UTILIZĂRII LICHIDELOR DE AȘCHIERE LA STRUNJIRE ȘI BURGHIERE UTILIZÂND TERMOCURENTUL ELECTRIC DE AȘCHIERE

COMPARATIVE STUDY OF USING CUTTING FLUIDS AT TURNING AND DRILLING USING THE CUTTING ELECTRIC THERMOCURRENT

Valentin DIȚU

Transilvania University of Brasov, Romania

Rezumat. Scopul lucrării este acela de a aprecia eficiența utilizării lichidelor de aşchiere la strunjire și burghiere utilizând o nouă metodă, și anume, măsurarea termocurentului electric de aşchiere în loc de măsurarea forțelor de aşchiere. Datele experimentale obținute arată acuratețea și simplitatea metodei. Comparația dintre utilizarea lichidelor de aşchiere la strunjire și utilizarea lichidelor de aşchiere la burghiere este ușor de realizat. Totodată folosirea termocurentului electric de aşchiere la aprecierea eficienței folosirii lichidelor de aşchiere reprezintă un instrument ușor de aplicat atunci când se achiziționează lichide de aşchiere de la diverse firme.

Cuvinte cheie: aşchiere, termocurent electric, strunjire, burghiere

1. Introducere

În timpul procesului de aşchiere la contactul dintre sculă și piesă, datorită în principal temperaturii din zona de aşchiere, ia naștere un curent electric. Acest fenomen a fost studiat în Rusia, Japonia, Anglia și România. Exemple de informații privind termocurentul electric de aşchiere există, dintre lucrări exemplificându-se 1 și 3 din referințele bibliografice. De departe cele mai bogate cercetări s-au efectuat de către școala rusă unde s-a ajuns la elaborarea unui standard (GOST) pentru măsurarea termocurentului electric de aşchiere.

După cum se știe, se poate face analogie între fenomenele ce se produc în termocupluri și cele din timpul aşchierii. Tensiunea termoelectrică ce apare în circuitul unui termocuplu format din doi conductori omogeni este rezultatul unei acțiuni concomitente a două efecte, Seebeck și Thomson, la care se mai adaugă și emisia termoelectronică. Măsurarea termocurentului de aşchiere conduce la aprecierea temperaturii din zona de aşchiere, ceea ce este deosebit de util în a aprecia eficiența utilizării lichidelor de aşchiere la strunjire și burghiere. Până în prezent eficiența folosirii lichidelor de aşchiere era apreciată pe baza măsurării forțelor de aşchiere, dar termocurentul electric de aşchiere reușește să dea informații și despre forța de aşchiere fără a utiliza dinamometre specializate și costisitoare.

Abstract. The paper's purpose is to appreciate the efficiency of using cutting fluids at turning and drilling using a new method, the measurement of the electric thermocurrent at cutting instead of the measurement of the cutting forces. The obtained experimental dates show the accuracy and the simplicity of the method. The comparison between using cutting fluids at turning and using cutting fluids at drilling is easy to accomplish. Also the using of the cutting electric thermocurrent in the appreciation of the efficiency of using cutting fluids represents an instrument easy to apply when cutting fluids from several companies are being bought.

Key words: cutting, electric thermocurrent, turning, drilling

1. Introduction

During the cutting process at the contact between tool and piece, because of the temperature in the cutting zone, an electric current is born. This phenomenon was studied in Russia, Japan, England and Romania. There are examples of information about the cutting electric thermocurrent, for example papers [1] and [3] from the bibliographic references. The richest research was done by the Russian schools where it was elaborated a standard (GOST) for the measurement of the electric cutting thermocurrent.

It is known that it can be made an analogy between the phenomenon that take place in thermocouples and the ones during cutting. The thermoelectric tension that appears in the circuit of a thermocouple made from two homogenous conductors is the result of a simultaneous action of two effects, Seebeck and Thomson, to which is added the thermoelectronic emission. The measurement of the cutting thermo-current leads to the appreciation of the temperature from the cutting zone fact that is very useful in the appreciation of the efficiency of using cutting fluids at turning and drilling. Until now, the efficiency of using cutting fluids was appreciated based on the measurement of the cutting forces but the cutting electric thermocurrent can give information about the cutting force too, without using the

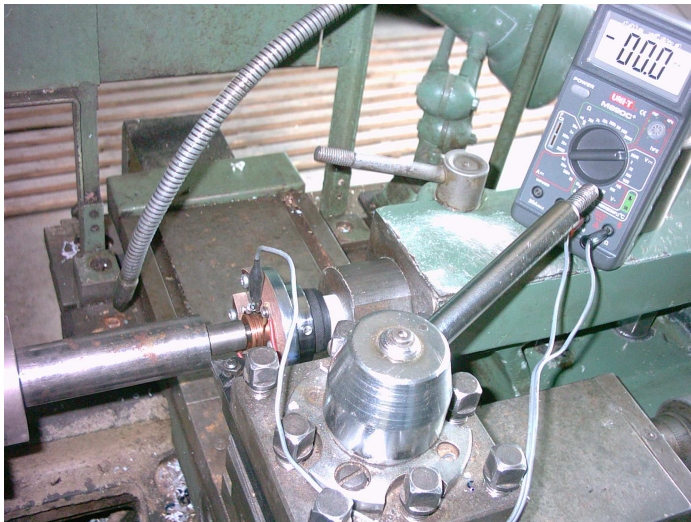
Prezenta lucrare își propune să realizeze un studiu comparativ al utilizării lichidelor de aşchiere la strunjire și burghiere folosind ca metodă de apreciere mărimea tensiunii termocurentului electric de aşchiere.

2. Aprecierea eficienței utilizării lichidelor de aşchiere la strunjire

2.1. Date experimentale

Utilizarea lichidelor de aşchiere la strunjire contribuie la scăderea valorii tensiunii termocurentului electric rezultat, dar totodată indică și influența parametrilor regimului de aşchiere asupra mărimii termocurentului electric de aşchiere.

Folosindu-se instalația din figura 1 s-au obținut datele din tabelul 1, unde se poate vedea eficiența folosirii lichidului de aşchiere (emulsie), la diferite viteze de aşchiere, prin măsurarea tensiunii termocurentului de aşchiere.



specialised and expensive dynamometers.

This paper's purpose is to make a comparative study of using cutting fluids at turning and drilling using as method of appreciation the size of the tension of the cutting electric thermocurrent.

2. The appreciation of the efficiency of using cutting fluids at turning

2.1. Experimental dates

The using of the cutting fluids at turning contributes at the decrease of the value of the tension of the resulted thermocurrent but also indicates the influence of the cutting parameters over the size of the cutting electric thermocurrent.

Using the installation from figure 1 were obtained the dates from table 1 where it can be seen the efficiency of using the cutting fluid (emulsion), at different cutting speeds, by measuring the tension and the intensity of the thermocurrent.

Figura 1. Instalație pentru măsurarea termocurentului de aşchiere la strunjire
Figure 1. Installation for measuring the cutting thermocurrent at turning

În tabelele 1, 2 și 3 sunt date experimentale obținute la strunjirea oțelului OLC45 cu plăcuțe P30 fixate mecanic, pentru viteză de aşchiere variabilă (tabelul 1), avans variabil (tabelul 2) și adâncime de aşchiere variabilă (tabelul 3). Pentru răcire s-a utilizat emulsie.

In the tables 1, 2 and 3 are experimental dates obtained at OLC45 steel turning with P30 plates mechanically fixed, for variable cutting speed (table 1), variable feed (table 2) and variable cutting depth (table 3). For cooling it was used an emulsion.

Tabelul 1. Eficiența utilizării lichidelor de aşchiere la strunjirea cu diferite viteze de aşchiere
Table 1. The efficiency of using cutting fluids at turning with different cutting speeds

Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	t [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
1	38.95	0.106	2	9.3	6.5	30.1 %
2	48.69	0.106	2	10.9	9.1	16.5 %
3	61.35	0.106	2	12.0	11.6	3.33 %
4	77.91	0.106	2	13.6	13.2	2.94 %
5	97.39	0.106	2	14.4	14.7	- 2.1 %

Tabelul 2. Eficiența utilizării lichidelor de aşchiere la strunjirea cu diferite avansuri de aşchiere
Table 2. The efficiency of using cutting fluids at turning with different cutting feeds

Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	t [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
				OLC 45; SPMR 150612-P30; α = 5°; γ = 6°; λ = 0°; χ = 45°		
6	61.35	0.106	2	12.0	11.6	3.3 %
7	61.35	0.151	2	12.3	11.8	4.0 %
8	61.35	0.208	2	12.7	11.9	6.3 %
9	61.35	0.250	2	13.1	12.1	7.6 %
10	61.35	0.302	2	13.5	12.3	8.8 %

Tabelul 3. Eficiența utilizării lichidelor de aşchiere la strunjirea cu diferite adâncimi de aşchiere
Table 3. The efficiency of using cutting fluids at turning with different cutting depths

Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	t [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
				OLC 45; SPMR 150612-P30; α = 5°; γ = 6°; λ = 0°; χ = 45°		
11	61.35	0.106	1.25	11.6	11.2	3.4 %
12	61.35	0.106	1.5	11.7	11.4	2.5 %
13	61.35	0.106	1.75	11.9	11.4	4.2 %
14	61.35	0.106	2	12.0	11.6	3.3 %
15	61.35	0.106	2.5	12.3	11.7	4.8 %

Eficiența utilizării lichidelor de aşchiere s-a determinat cu relația:

The efficiency of using cutting fluids was determinate with the relation:

$$(U - U_R) \times 100 / U \quad [\%]. \quad (1)$$

2.2. Interpretarea datelor experimentale

Prelucrarea datelor experimentale din tabelul 1 a condus la relațiile (2), fără răcire, și (3), cu răcire.

2.2. The interpretation of the experimental dates

The processing of the experimental dates from table 1 lead to relations (2), without cooling, and (3), with cooling.

$$U(v) = 1.794 \cdot v^{0.459} \quad [\text{mV}] \quad (2)$$

$$U(v) = 0.434 \cdot v^{0.777} \quad [\text{mV}] \quad (3)$$

Intersectând ecuațiile (1) și (2) se obține viteza de aşchiere de la care nu mai este eficientă folosirea lichidelor de aşchiere.

From the intersection of the relations (1) and (2) is obtained the cutting speed from which is not efficient anymore the using of the cutting fluids.

$$1.794 \cdot v^{0.459} = 0.434 \cdot v^{0.777} \Rightarrow v = 86.73 \text{ m/min.}$$

Explicația rezultatului obținut ar consta în aceea că la viteze mici lichidul de aşchiere pătrunde în zona de aşchiere și prin efectul de răcire-ungere determină o scădere a temperaturii în zona de aşchiere, deci implicit și a valorii tensiunii și intensității termocurentului.

The explication of the obtained result is that at low speeds the cutting fluid penetrates in the cutting zone and by the effect of cooling-lubrication determinates a decrease of the temperature in the cutting zone, and also of the value of the tension and intensity of the thermocurrent.

Odată cu creșterea vitezei de aşchiere, datorită forței centrifuge, lichidul de aşchiere pătrunde din ce în ce mai puțin în zona de aşchiere, deci scade eficiența folosirii lui.

Once with the increase of the cutting speed, because of the centrifugal force, the cutting fluid penetrates less in the cutting zone, so the efficiency of using it is decreasing.

La viteza $v = 86,73$ m/min lichidul de aşchiere nu mai pătrunde în zona de aşchiere și deci folosirea lui nu se mai justifică decât dacă se dorește

At speed $v = 86.73$ m/min the cutting fluid doesn't penetrate anymore in the cutting zone so the using of it is not justified only if it is wanted the

stăpânirea dilatațiilor termice în zona de așchiere prin răcirea în ansamblu a piesei și a sculei așchietoare.

La viteze mai mari de 86,73 m/min valoarea termocurentului este mai mare în cazul folosirii în continuare a lichidului de așchiere datorită faptului că prin răcire crește diferența de temperatură dintre zona de așchiere și capetele piesei și cuțitului, care sunt în același timp și capetele reci ale termocoplului natural format.

Prelucrarea datelor experimentale din tabelul 2 a condus la obținerea relațiilor (4) – fără răcire – și (5) – cu răcire, iar prelucrarea datelor experimentale din tabelul 3 au condus la relațiile (6) – fără răcire – și (7) – cu răcire.

$$U(s) = 15.359 \cdot s^{0.113} \text{ [mV]} \quad (4)$$

$$U(s) = 13.331 \cdot s^{0.065} \text{ [mV]} \quad (5)$$

$$U(t) = 11.339 \cdot t^{0.086} \text{ [mV]} \quad (6)$$

$$U(t) = 11.067 \cdot t^{0.062} \text{ [mV]} \quad (7)$$

3. Aprecierea eficienței utilizării lichidelor de așchiere la burghiere

3.1. Date experimentale

Și în cazul burghierii utilizarea lichidelor de așchiere contribuie la scăderea valorii tensiunii termocurentului electric rezultat. Se poate aprecia cu acuratețe și influența parametrilor regimului de așchiere asupra mărimii termocurentului.

Folosindu-se instalația din figura 2 s-au obținut datele din tabelul 4, unde se poate vedea eficiența folosirii lichidului de așchiere (emulsie), la diferite viteze de așchiere, prin măsurarea tensiunii termocurentului de așchiere.

control of the thermal dilatation in the cutting zone by cooling the entire piece and the cutting tool.

At speeds higher than 86,73 m/min the value of the thermocurrent is higher in case of still using the cutting fluids because the fact that by cooling is increasing the difference of temperature between the cutting zone and the ends of the piece and tool, that are at the same time cold ends of the formed natural thermocouple.

The processing of the experimental dates from table 2 lead to the relations (4) – without cooling – and (5) – with cooling, and the processing of the experimental dates from table 3 lead to relations (6) – without cooling – and (7) – with cooling.

3. The appreciation of using cutting fluids at drilling

3.1. Experimental dates

Also in the case of drilling the using of cutting fluids contributes at decreasing the value of the tension of the resulted electric thermocurrent. It can be appreciated with accuracy also the influence of the cutting parameters over the size of the thermocurrent.

Using the installation from figure 2 was obtained the dates from table 4 where it can be seen the efficiency of using the cutting fluid (emulsion), at different cutting speeds, by measuring the tension of the cutting thermocurrent.



Figura 2. Instalație pentru măsurarea termocurentului de așchiere la burghiere
Figure 2. Installation for measuring the cutting thermocurrent at drilling

În tabelele 5 și 6 sunt date experimentale obținute la burghierea oțelului OLC45 cu burghie din oțel rapid, pentru avans variabil (tabelul 5) și adâncime de așchiere variabilă, adică diverse diametre pentru burghiu (tabelul 6). Pentru răcire s-a utilizat emulsie.

In tables 5 and 6 are experimental dates obtained at OLC45 steel drilling with drills from speed steel, for variable feed (table 5) and variable cutting depth, so different diameters for the drill (table 6). For cooling it was used emulsion.

Tabelul 4. Eficiența utilizării lichidelor de așchiere la burghiere cu diferite viteze de așchiere
Table 4. The efficiency of using cutting fluids at drilling with different cutting speeds

OLC 45; drill from Rp3						
Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	d [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
1	4.52	0.13	9	0.6	0.4	33.33 %
2	8.90	0.13	9	0.9	0.6	33.33 %
3	12.72	0.13	9	1.2	0.8	33.33 %
4	17.81	0.13	9	1.7	1.1	35.30 %
5	25.44	0.13	9	2.0	1.5	25.00 %

Tabelul 5. Eficiența utilizării lichidelor de așchiere la burghiere cu diferite avansuri de așchiere
Table 5. The efficiency of using cutting fluids at drilling with different cutting feeds

OLC 45; drill from Rp3						
Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	d [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
1	17.81	0.10	9	1.4	0.8	42.86 %
2	17.81	0.13	9	1.7	1.1	35.30 %
3	17.81	0.19	9	2.0	1.3	35.00 %
4	17.81	0.27	9	2.4	1.7	29.17 %
5	17.81	0.38	9	2.6	1.8	30.77 %

Tabelul 6. Eficiența utilizării lichidelor de așchiere la burghiere cu diferite adâncimi (diametre) de așchiere
Table 6. The efficiency of using cutting fluids at drilling with different cutting depths (diameters)

OLC 45; drill from Rp3						
Nr. crt.	v [m/min]	s [mm/rot]	d [mm]	Without cooling	With cooling	Efficiency
				U [mV]	U _R [mV]	
1	23.56	0.13	6	1.6	1.0	37.5 %
2	19.79	0.13	7	1.6	1.0	37.5 %
3	17.81	0.13	9	1.7	1.1	35.3 %
4	21.77	0.13	11	1.9	1.4	26.32 %
5	23.75	0.13	12	2.2	1.6	27.27 %

Prelucrarea datelor experimentale din tabelul 4 a condus la obținerea relațiilor (8) și (9), prelucrarea datelor experimentale din tabelul 5 a condus la obținerea relațiilor (10) și (11), iar prelucrarea datelor experimentale din tabelul 6 a condus la relațiile (12) și (13).

The processing of the experimental dates from table 4 lead to relations (8) and (9), the processing of the experimental dates from table 5 lead to the relations (10) and (11) and the processing of the experimental dates from table 6 lead to relations (12) and (13).

$$U(v) = 0.194 \cdot v^{0.729} \text{ [mV]} \text{ (fără răcire / without cooling)} \quad (8)$$

$$U(v) = 0.099 \cdot v^{0.836} \text{ [mV]} \text{ (cu răcire / with cooling)} \quad (9)$$

$$U(s) = 4.099 \cdot s^{0.441} \text{ [mV]} \text{ (fără răcire / without cooling)} \quad (10)$$

$$U(s) = 3.210 \cdot s^{0.547} \text{ [mV]} \text{ (cu răcire / with cooling)} \quad (11)$$

$$U(t) = 0.675 \cdot t^{0.45} \text{ [mV]} \text{ (fără răcire / without cooling)} \quad (12)$$

$$U(t) = 0.241 \cdot t^{0.741} \text{ [mV]} \quad (\text{cu răcire / with cooling}) \quad (13)$$

3.2. Interpretarea datelor experimentale

Datele experimentale obținute și prelucrate sub formă de relații furnizează concluzii interesante despre utilizarea lichidelor de așchiere la burghiere.

Se constată că exponentul relațiilor (8), (10) și (12) este mai mic decât exponentul relațiilor (9), (11) și (13), ceea ce sugerează faptul că parametrii regimului de așchiere influențează mai sensibil temperatura din zona de așchiere atunci când se folosește lichid de așchiere.

Ca și în cazul strunjirii, utilizarea lichidului de așchiere este eficace prin scăderea temperaturii în zona de așchiere, iar eficacitatea este aproximativ constantă în cazul variației parametrilor regimului de așchiere.

4. Concluzii

Termocurentul electric de așchiere este un instrument deosebit de sensibil pentru aprecierea eficienței utilizării lichidelor de așchiere la strunjire și burghiere.

Influența vitezei de așchiere asupra termocurentului electric de așchiere și implicit asupra temperaturii din zona de așchiere este mai mare la burghiere față de strunjire când nu se utilizează lichid de așchiere, dar influența devine comparabilă atunci când se utilizează lichid de așchiere.

În cazul burghierii influența parametrilor regimului de așchiere este similară în cazul în care se lucrează cu/fără răcire.

În cazul strunjirii, cu excepția vitezei de așchiere, influența avansului de așchiere și a adâncimii de așchiere se diminuează la utilizarea lichidelor de așchiere.

References

1. Vasiliev, S.V.: *Măsurarea termocurentului electric de așchiere*. Stanki i instrument, ISBN 0038-9811, 1983, Moscow, Russia (in Russian)
2. Colding, B.N.: *Tool – Temperature / Tool - Life Relationship Covering a Wide Range of Cutting Data*. Annals of the CIRP, ISSN 0007-8506, vol. 40/1, Elsevier, 1991
3. Dițu, V.: *Strategy about the appreciation of the average temperature from the cutting zone at steel turning when the natural thermocouple can not be used*. Academic journal of manufacturing engineering, ISSN 1583-7904, vol. 8, no. 3/2010, Timișoara, Romania
4. Eversheim, W.: *Tool Management, The Present and the Future*. Annals of the CIRP, ISSN 0007-8506, vol. 40/2, 1991, Elsevier
5. Brinksmeier, E.: *Prediction of Tool Fracture in Drilling*. Annals of the CIRP, ISSN 0007-8506, vol. 39/1, 1990, Elsevier
6. Vasiliev, S.V.: *Termocurentul electric la așchiere și temperatura de așchiere*. Stanki i instrument, ISBN 0038-9811, 1980, Moscow, Russia (in Russian)

3.2. The interpretation of the experimental dates

The experimental dates obtained and processed as relations give interesting conclusions about using the cutting fluids at drilling.

It can see that the exponent of the relations (8), (10) and (12) is lower than the exponent of the relations (9), (11) and (13), fact that suggest that the cutting parameters influence more sensible the temperature from the cutting zone when the cutting fluid is being used.

As in the case of turning, the using of the cutting fluid is efficient by decreasing the temperature in the cutting zone, and the effectiveness is almost constant in the case of the variation of the cutting parameters.

4. Conclusions

The cutting electric thermocurrent is a very sensitive instrument for appreciation the efficiency of using cutting fluids at turning and drilling.

The influence of the cutting speed over the electric cutting thermocurrent and also over the temperature from the cutting zone is stronger at drilling than at turning when it is not using the cutting fluids and the influence becomes comparable when it is using cutting fluids.

In the case of drilling the influence of the cutting parameters is similar to the case when it is working with/without cooling.

In case of turning, excepting the cutting speed, the influence of the cutting feed and the cutting depth is decreasing at using the cutting fluids.