

Министерство образования и науки Украины
Донецкая областная и городская администрации
Международный союз машиностроителей
Фонд поддержки прогрессивных реформ
Национальная металлургическая академия Украины (НИИСТ)
Донецкий и Севастопольский национальные технические университеты
Брянский государственный технический университет
Московский государственный университет инженерной экологии
Таганрогский государственный радиотехнический университет
Азербайджанский, Жешувский, Островский, Силезский, Ясский
технические университеты, Политехника Любельская
Технический университет Молдовы, Политехника Ченстохова
Магдебургский, Портсмутский, Тульский университеты
Бухарестская военно-техническая академия
Институт международного сотрудничества, Российско-Украинский университет
Институт механики и сейсмологической стабильности АН РУ
Донецкий институт холодильной техники
Ассоциация металловедов и термистов Украины
Научно-технический союз машиностроения Болгарии
Научный центр проблем механики машин НАН Беларуси
Издательство «Машиностроение»
Брянский АО НИИ «Изотерм», ОАО «ДЗГА», АО «НОРД», ЗАО «НКМЗ»
ОАО «Точмаш», НПП «Эталон», ЧП «Технополис», Снежнянский машзавод

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОСФЕРА XXI ВЕКА

Сборник трудов

**XIII
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Том 5

11-16 сентября 2006 г. в городе Севастополе



Донецк-2006

ББК К5я54

УДК 621.01(06)

Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XIII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 11-16 сентября 2006 г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2006. Т. 5. –326 с.

ISBN 966-7907-20-1

В сборник включены материалы XIII международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века», отражающие научные и практические результаты в области обработки изделий прогрессивными методами, создания нетрадиционных технологий и оборудования. Представлены современные достижения и перспективные направления развития технологических систем, металлорежущего инструмента и оснастки. Освещены современные проблемы материаловедения в машиностроении. Рассмотрены вопросы механизации и автоматизации производственных процессов, управления качеством и диагностики технических систем. Приведены сведения об особенностях моделирования, экономических проблемах производства, вопросах инженерного образования и других актуальных проблемах техносферы.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР и специалистов в области машиностроения и техносферы.

Издается при содействии Международного союза машиностроителей

Адрес международного организационного комитета:

Украина, 83000, г. Донецк, ул. Артема, 58, ДонНТУ, кафедра ТМ.

Тел.: +38 (062) 305-01-04, факс: +38 (062) 305-01-04

E-mail: tm@mech.dgtu.donetsk.ua

<http://www.dgtu.donetsk.ua>

ISBN 966-7907-20-1

© Донецкий национальный
технический университет, 2006 г.

EXPERIMENTAL RESULTS CONCERNING THE INFLUENCE OF THE HONING WORKING PARAMETERS ON THE SURFACE ROUGHNESS OF SOME STEEL WORKPIECES

Ilii S. M., Strobel Gh., Dodun O., Munteanu A., Carp I., Apetrei L., Bangu D.
(T.U.I., Jassy, Romania)

This paper presents some experimental results regarding the honing machining of some 16% breaking limit pipe steel work-pieces by using different cutting conditions, in order to establish an empiric model of the internal cylindrical surface roughness (R_a) and to determine what parameter has the most influence on the R_a also.

1. Theoretical considerations

The honing is the finishing machining method of the internal cylindrical surfaces by means of some abrasive or diamonds sticks, heaving fine-grained structure, mutual connected, mounted on a special head, named *hone*, witch assures the cinematic lock of the contact with the working face [1]. The hone performs the rotation motion and the linear alternative motion; a special lubricant for cooling and oiling is also used.

The big contact surfaces of the abrasives sticks with the machined surface is the specific element of the honing; in the cutting zone, the temperatures is low and the sizes of the cutting speeds and of the pressure are also low. As consequence of the honing applying, the following characteristics could be obtained: 1) Small surfaces roughness; 2) High dimensional accuracy; 3) Certain initial errors of the geometrical shapes are partially corrected; 4) Relatively high machining rate.

2. Experimental researches

Since The Department of the Machine Manufacturing Technology of Technical University "Gh. Asachi" Iasi has a horizontal honing machine, the problem to perform some tests/experiments on some materials appeared. Our intention was to study the influence exerted by the honing machining working parameters (v_i , v_t , t) on the internal cylindrical surface roughness (R_a) at the finishing by honing.

We expect that once the speed and the working time increases, the internal cylindrical surface roughness to decrease. To verify this hypothesis, we made some experiments on an 16% breaking limit pipe steel work-pieces. The work-pieces that were process had a length about 500 mm, the diameter of the internal surface: 80 mm. (ratio $L/d > 5$) and the diameter of the external surface: 100 mm. Certain characteristic of the workpieces are given in the table 1.

Table 1. OLT 60 Material characteristics

Type of steel	Chemical composition, %					Mechanical characteristics		
	C	Mn	Si	P _{max}	S _{max}	Yield strength, R ₀₂ (σ_{02})	Tensile strength, R(σ)	Elongation of break, A ₅
OLT 60	0,45	0,85	0,32	0,04 0	0,04 5	38 daN/mm ²	65 daN/mm ²	16 %

Taking into consideration the fact that the processing of the pieces it is made on a large-sized length, the experimentations was made using a honing had with a gear rack due to his small weight and also due to the big rigidity compared with the classic solutions.

Also, over processing was used 22C180I6V18 abrasive sticks type, having the square cross section with the side size of 10 mm. The sticks include abrasive granules of green silicon carbide, with a fine granulation and ceramic binder.

The work liquid used was a mix of petroleum (80%) and mineral oil (20%). The flow rate of the work liquid reached 9 - 10 l/min., so that the surface washing to be good and the decreasing of the surface roughness to occur in short time.

The workpieces in order to be processed it is catch using a special clamp that is made of two mobile prisms that fix and self-centering the workpiece without deforming it. The honing machine can assure the following work parameters: 1) The rotation motion of the hone with the speed of revolutions: $n = 34; 60; 80$ [rev/min]; 2) The linear alternative motion with the speeds: $v_l = 1,5; 2; 3,74$ [m/min]

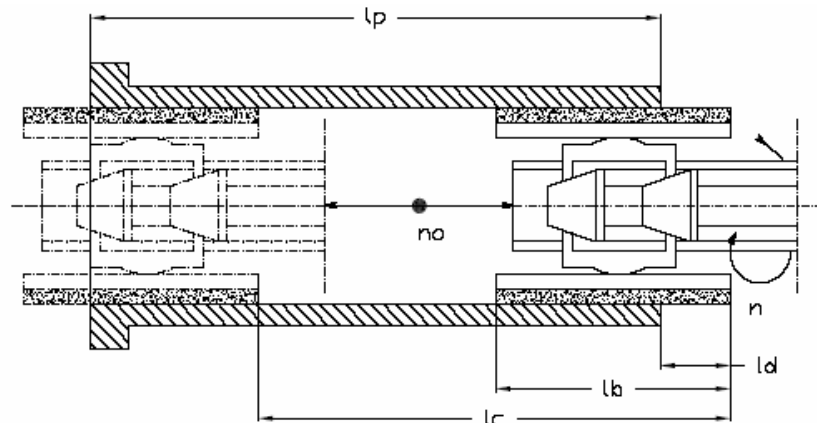


Fig. 1. Machining on the horizontal honing machine (l_p – workpiece length, l_b – abrasive stick length, l_c – length of the work stroke, l_d – length of exceeding) [4]

In order to establish an empirical model of the surface roughness's obtaining during the honing process the experiments was made at different cutting conditions. Thus, it was used the following value:

- For the tangential speed: $v_t = 8,54; 15; 20$ [m/min];
- For the longitudinal speed: $v_l = 1,50; 2,00; 3,76$ [m/min]; The surface roughness parameter, R_a was measure after 20; 40; 60 and 80 minutes.

The experiments was made for each combination of this three levels, for the following four variables taking into consideration (v_t [m/min] – tangential speed, v_l [m/min] – longitudinal speed, R_{ai} [μm] – initial surface roughness parameter, t [min] – working time).

To measure the surface roughness, we used the SURTRONIC 3⁺ apparatus made by Taylor Hobson Ltd. existing in the Department of Machine Manufacturing Technology. The apparatus allows the measuring of 7 types of surface roughness parameters. In this paper, we used only the R_a surface roughness parameter. Due to the fact that this apparatus can be connecting to a computer, the profile of the machined surface could be studied.

The experimental results, respectively the roughness values obtained, are given in table number 2. The roughness values represent the average of 4 point measurements both on the entry of the mouthing and on the out of the mouthing also.

Table 2. Average of the experimental results

Working parameters		Surface roughness, R_a [μm]				
		Turning	Honing			
v_t [m/min]	v_l [m/min]	0 minutes	20 minutes	40 minutes	60 minutes	80 minutes
1	2	3	4	5	6	7
8,54	1,50	4,98	3,84	2,95	1,92	0,98
	2,00	4,79	3,62	2,48	1,35	0,60
	3,76	5,63	4,55	3,53	2,47	1,24
15,00	1,50	5,75	2,96	2,62	1,56	0,75
	2,00	3,10	0,77	0,45	0,41	0,25
	3,76	5,53	2,03	1,63	0,42	0,29
20,00	1,50	5,53	2,03	1,63	0,42	0,29
	2,00	5,77	4,80	3,59	2,65	1,57
	3,76	5,78	4,56	3,52	2,41	1,44

Based on the above experimental results, we have elaborated some graphical representations (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4) in order to see the tendency of the roughness parameter when varying some factors like: v_l , v_t and t .

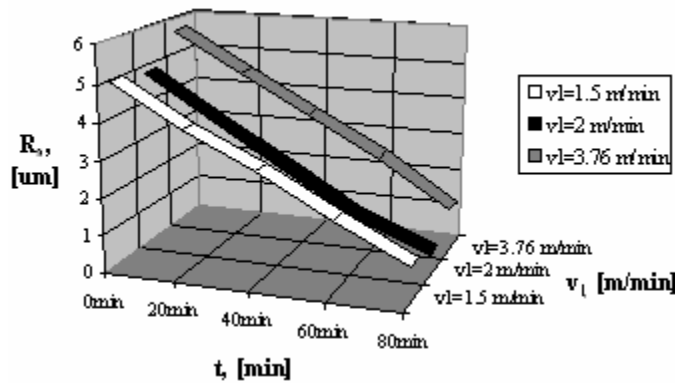


Fig. 2. Diagram of the influence between working time and surface roughness for a tangential speed of $v_t = 8.54$ [mm/min]

Fig. 3. Diagram of the influence between working time and surface roughness for a tangential speed of $v_t = 15$ [mm/min]

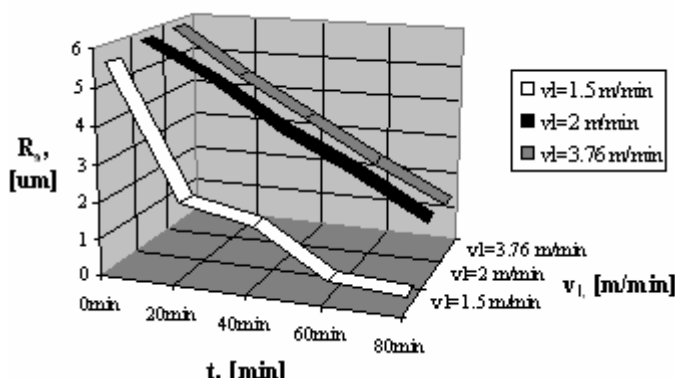
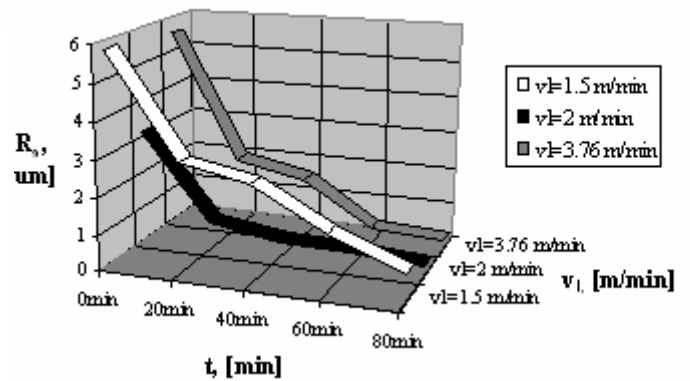


Fig. 4. Diagram of the influence between working time and surface roughness for a tangential speed of $v_t = 20$ [mm/min]

The processing of the experimental dates regarding the surfaces roughness obtain at the honing machining process of the 16% breaking limit pipe steel work-pieces, at different working time element, was realized by using a computer program made in GWBASIC language.

By the mathematical processing of the experimental results by means of the software based on the method of the smallest squares [3], we have determinate the following empirical relation, considerate as the most adequate relation for the studied model:

$$R_a = -272.149 + 15.502 \cdot V_t - 0.561 \cdot V_t^2 + 652.806 \cdot V_l - 121.599 \cdot V_l^2 + 803.984 \cdot R_{ai} - 87.608 \cdot R_{ai}^2 + 6.850 \cdot t - 6.380 \cdot t^2 \quad (1)$$

$$s(2) = 19855.95$$

In order to determine what parameter has the most influence on the R_a surfaces roughness parameters, we have established a function type power:

$$R_a = 20.538 \cdot V_t^{-1.159} \cdot V_l^{-3.914} \cdot R_{ai}^{2.303} \cdot t^{-0.833} \quad (2)$$

$$s(3) = 25612.6$$

Taking into consideration the empirical model obtained for the R_a – roughness parameter and studying the size of the exponents (relation 2), we observed that the longitudinal working speed v_l [m/min] has the most influence on the R_a parameter followed by the R_{ai} – initial roughness of the workpiece [μm], v_t – tangential working speed [m/min] and t – working time [min].

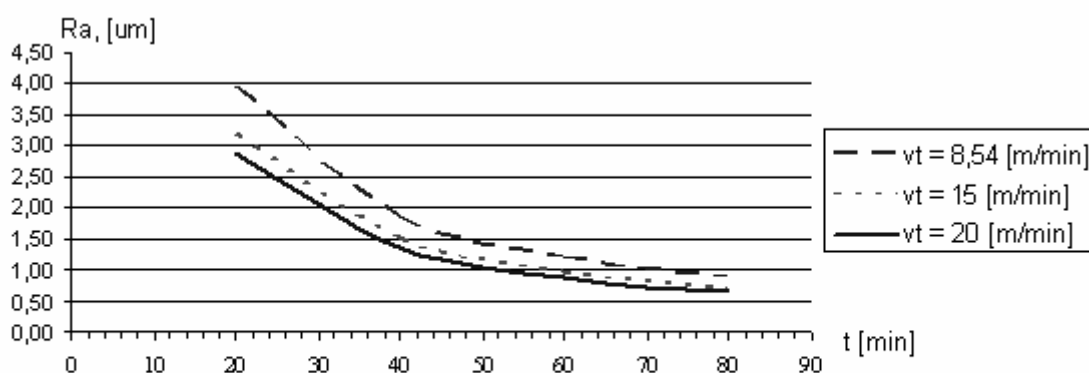


Fig. 5 Influence of the tangential working speed and time on the surface roughness parameter (R_a), for $v_l = 1,5$ [m/min]

We can observe that once the tangential working speed and the time increases, the surface roughness value decreases. Thus, we could affirm that the initial hypothesis was confirmed by the experimental results.

3. Conclusion

We have noticed that the roughness of the machined surface is influenced by the longitudinal and tangential working speed and by the process duration also.

References: 1. Chirila, V. *Honuirea-prelucrare finala a pieselor in constructia de masini*: Editura SEDCOM LIBRIS, Iasi, 1998. 2. Tabacaru, L., Pruteanu, O. *Honuirea si vibro-honuirea – studiul comparativ*. Editura TEHNICA-INFO, Chisinau, 2000. 3. Cretu, G. *Tehnica cercetarii experimentale*. Editura Institutul Politehnic Iasi, 1992. 4. Popescu, B., Strobel, Gh. *Experimental results concerning the surface roughness at the honing of some steel workpieces*. Buletinul Institutului Politehnic din Iasi, Tomul LII (LVI), fasc. 5A, 2006. 5. Slatineanu, L., Gramescu, T., Dodun, O., et. al. *Tehnologii de finisare in constructia de masini*. Editura Politehnicum, Iasi, 2005.

EFFECT OF THE MAXIMUM PROBABILITY VALUE OF THE MAXIMUM SHORT CURRENT ON THE POSSIBILITY OF INCREASING THE PERIOD OF THE INVESTED ELECTRICAL EQUIPMENT SERVICE

George Isber (*Tishreen University, Syria*)

It is known that electric networks develop with time. This leads to the increase of electrical loads; consequently, malfunction currents become larger. Therefore, the invested electrical equipment, such as circuits, are sufficient for the required purpose. They are supposed to be replaced; however, this leads to additional expenses which could hardly be borne immediately. Taking into consideration the little probability of the occurrence of greater intensity of malfunction currents, we can be patient with exchanging this equipment gradually. At the same time, this may expose us to the probability of the risk of the insufficiency of this equipment capacity for the load development.

I- Introduction

The traditional method followed for calculating the value of short currents leads us to the necessity of finding the maximum value of these currents when all conditions are available, though in practical life, the experiment of investing electrical plants shows us that the value of short currents in electrical networks possess a probability quality, and not taking this aspect into consideration will lead to the increase of electrical equipment determinants, and from the economic point this is unsuitable.

- In this research we state a mathematical pattern of an electrical circuit allowing us to find the probability value of the impact current (highest value of the short current).

- The necessity of moving to the mathematical patterns for calculating the short currents depends on the following:

- 1- On choosing the electrical equipment we usually set off from the highest value of the short current and the hardest conditions.

- 2- Shortness occurs directly after the studied element. This means that we provide a big uneconomical reserve.

- It is known that any electrical network develops in time; this leads to increasing the loads and the short currents grow big. Therefore, the invested electrical equipment is insufficient and should be substituted. This requires great expenses which can't be immediately borne.

If we take into consideration the little probability of the intenser case of the short current, we can be patient with changing the electrical equipment so that they might be substituted gradually. This in turn could expose us to the possibility of the risk of the insufficient capacity of electrical equipment to respond to the load development.

The thought of the seriousness of this work leads us to refer to the technical economic solution to compare the expenses resulting from the increased reserve in the chosen electrical equipment caused by big breakdowns (this is a little probability). To do this work it is necessary to obtain information about the possibility of distributing the cases of short currents.

- Before anything else, we analyse the concept of the failures incident (the short circuit) and without any doubt, on calculating the short currents, it is necessary to take into consideration the short circuit resistance and phase angle and the time of the short current appearance needed in the circuit. In the first case, we can consider the short circuit as a complicated event consisting of three independent events:

In the first incident, the short current occurred.

In the second incident, the short time occurred in a definite phase Ψ within the limits of the time current alternation.

The short current occurred in the third incident at a definite point along the line.

- In the second case, we may regard the last two incidents as defining the probability quality of the short current, and for knowing the possibility of the short current appearance it is necessary to study the short currents during the period of investing the Chosen equipment, through in this supposition the various incidents are determined:

The time period between two incidents of the short current. This may happen during separate intervals and the occurrence of shortness in phase during parts of the second. Therefore, we should study the second case which considers that the short which considers that the shortness incident appeared with a probability amounting (1) one.

At the beginning we study a simple case when the consumer is fed by one line that is (L) long and has the resistance of $R_0 = 0$ equaling zero. Here we should distinguish between inductive impedances of the short circuit where X_1 the inductive impedance up to the feeding source, X_2 the inductive impedance of the short circuit at the line and X the inductive resistance up to the occurrence of the short circuit on the line (figure No.1).

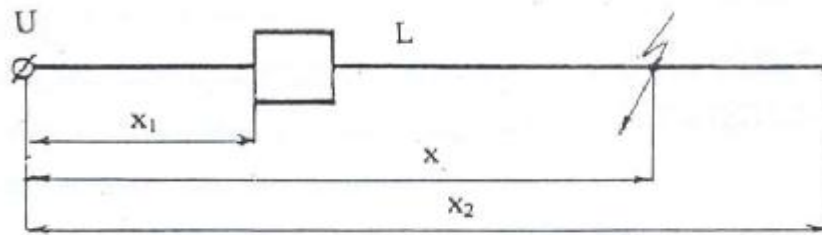


Fig. 1. The computing circuit for finding the short current

- The impact current could be calculated as in (1) from the following relation:

$$i_y = \frac{U_M}{\sqrt{3x}} (1 + |\cos \Psi|), \quad (1)$$

Where:

- U_M maximum value of voltage;
- Ψ phase angle.

The short circuit could occur at any interval and at any point along the line. Therefore, the possibility of distributing the phase angle and Ψ and the impedance X may be considered as regular in the range from zero to 2π and from X_1 to X_2 [1].

$$f(\Psi) = \frac{1}{2\pi} \rightarrow 0 \leq \Psi \leq 2\pi \quad (2)$$

$$f(x) = \frac{1}{\chi} = \frac{1}{x_2 - x_1} \rightarrow x_1 \leq x \leq x_2 \quad (3)$$

consequently, the distribution density becomes for both independent elements equal to their density multiplication.

$$f(x, \psi) = \frac{1}{2\pi\chi} \quad (4)$$

and that at: $0 \leq \psi \leq 2\pi$ عند $x_1 \leq x \leq x_2$

According to the relation (1) it demands finding the probable distribution of finding the probability distribution of the impact current in accordance with the distribution density given in relation (4) and for this purpose we have used a relation famous in the theory of probabilities theory for transforming the function of two random values /1/. Upon this we find the distributive function /2/.

$$F(i_y) = \iint_G f(x, \psi) dx d\psi \quad (5)$$

The basic difficulty for using relation (5) is in finding the integration range G. For definition we consider that the integration in relation (5) will be done by the phase angle Ψ . Thereupon, to find the integration range we draw the function of $X(\Psi)$, taking into consideration the impact current i_y and from relation (1) the value of function $X(\Psi)$ becomes as follows:

$$x = \frac{U_M}{\sqrt{3}i_y} (1 + |\cos \psi|) \quad (6)$$

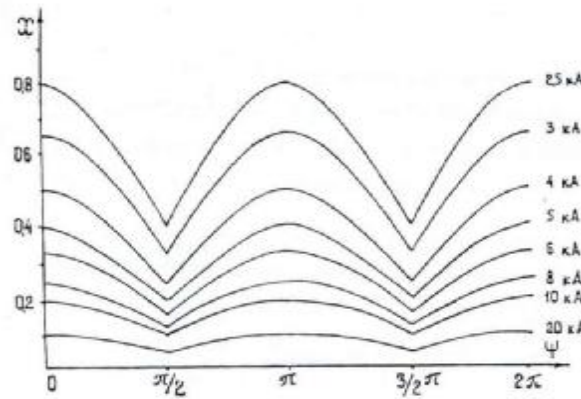


Fig.2. Curves for finding the integration ranges on calculating probability distribution of the impact current

Suppose that $\dots x_2 \geq 2x_1$ here there is a possibility of the following cases illustrated in figure N.(2) where it has illustrated the integration range by parallel. We are satisfied by the integration in the following range $0 \leq \psi \leq \pi/2$ for after this an example from curve No.(2) will be repeated in table No.(1) where we get two prisms figure No.(3).

Thus the general relation (5) given us the following cases for the distribution function:

Fig. 3. Finding prism volume on integration

Fig.4. Finding the arithmetic values of the impact current (i_y)

- 1- By using the accurate relation,
- 2- By using the approximate relation (24)

Movement to the case when $x_2 \geq 2x_1$ illustrates to us the possibility of knowing the ranges of integration as in table No.(2) which conforms to the relation (5) where we get:

$$F(i_y) = 0; \quad (11)$$

$$\text{on } \frac{U_M}{\sqrt{3x_2}} \leq i_y \leq \frac{2U_M}{\sqrt{3x_2}}$$

we get the distribution density through performing the differentiation of former relation by pointing i_y and according to the principle of reliability [3] the former maximum values of the grand impact current i_{ym} is calculated on the basis of the probable value E_x from the following case:

$$F(i_{ym}) = 1 - E_x \quad (15)$$

We find the current through the diagrammatic distribution curve figure No.(4) curve No.(1).

Consequently, we see that the greater the loss value resulting from the electrical equipment stopping to work on taking into consideration the little probability of the short current. Therefore, the less the probability E_x , the greater the voltage is and on $E_x \approx 0$ the probability methods give us a result similar to that of the traditional methods.

We move to evaluating the effect of the phase angle on the impact current value on the stability of the impedance value X . In this case the impact current will be dependent on a random (haphazard) value of the phase angle.

- The distribution density of the impact current $f(i_y)$ may be found by the general relation of the theory of probabilities for the random distribution function [5].

- To find the required density we use the geometrical probability concept. As it is clear from the function $i_y(\Psi)$ shown on figure No.(5), it is clear that the probability E_y is bigger than the impact current level, and it suffices us to calculate the increase over the impact current level which is calculated from the relation:

$$\psi_{y1} = \arccos(i_y / j_M - 1)$$

$$\text{where: } j_M = U_M / \sqrt{3x}$$

whereupon

$$E_y = \frac{4\psi_{y1}}{2\pi} = \frac{2}{\pi} \arccos(i_y / j_M - 1) \quad (16)$$

and dependency for

$$f(i_y / x) = \frac{d}{di_y} (1 - E_y) = \frac{2}{\pi j_M \sqrt{1 - (i_y / j_M - 1)^2}} \quad (17)$$

The impact current is situated within the ranges $1 \leq i_y / j_M \leq 2$.

From here it is clear that the probability distribution density of the phase angle is subject to Law arcs, which gives us:

$$F(i_y / x) = 1 - E_y = 1 - \frac{2}{\pi} \arccos(i_y / j_M - 1) \quad (18)$$

According to relation (15) we change the value in relation (18) which is $1 - E_x$ and get:

$$i_{yM}|_x = \left(1 + \cos \frac{\pi}{2} E_x \right) \frac{U_M}{\sqrt{3x}} \quad (19)$$

Probability range value 05 is usually taken and less (2).

By applying this to the relation (20), we get an important value, being the phase angle which does not practically affect the maximum current value.

This allows the occurrence of a little mistake which is considering the phase angle value equal to zero $\psi = 0$. Thus the relation becomes (20) as follows:

$$i_{yM}|_x \approx \frac{2U_M}{\sqrt{3x}} \quad (20)$$

By comparison with relation (14) the biggest mistake in the calculation when using relation (20) on the probability $E_x = 0.05$ does not exceed 0.1%. From here we get an important application result which happens when making probability enter short currents, it is then possible to neglect the phase value, then we get the following:

$$\tilde{i}_y \approx \frac{2U_M}{\sqrt{3x}} \quad (21)$$

Where the signal $\sim$ belongs to the case when the value $\psi = 0$ and i_y the impact current. According to the theory of probabilities about probability distribution of the reflexive function, we find that:

$$f(\tilde{i}_y) = \frac{\sqrt{3x^2}}{2U_M} f_x \left(\frac{2U_M}{\sqrt{3}\tilde{i}_y} \right) \quad (22)$$

on regular distribution of impedance, when $f_x(x) = \frac{1}{\chi}$ we get:

$$f(\tilde{i}_y) = \frac{2U_M}{\sqrt{3x}\tilde{i}_y^2} \quad (23)$$

And the distribution density:

$$F(\tilde{i}_y) = \frac{1}{\chi} \left(x_2 - \frac{2U_M}{\sqrt{3}\tilde{i}_y} \right) \quad (24)$$

And from the relation (24) the maximum arithmetic value of impact current taking into consideration E_x we get the following relation:

$$I_{yM} \approx \frac{2U_M}{\sqrt{3}[x_2 - x(1 - E_x)]} \quad (25)$$

This is a new relation for calculating the maximum impact current of the failure current taking into consideration E_x .

We draw the approximate diagrammatic distribution curve according to relation (24) figure No.(4) and after comparing it with the exact curve we find that it gives us a reserve in

the maximum impact current value. It is clear that the mistake in the maximum relation calculated by the approximate relation (24) by comparison with the two relations (7 and 10) relates to the numerical values of the network impedances.

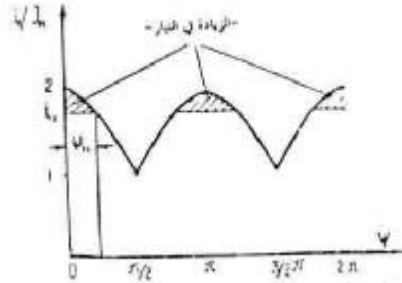


Fig.5. Finding the probabilities of a current occurrence exceeding the impact current

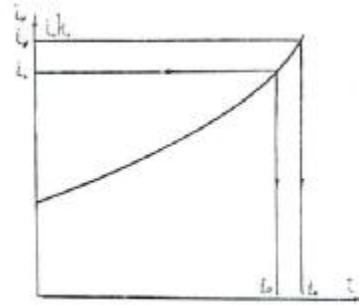


Fig.6. Finding the time of secant work on the network development

The occurring result allows us to evaluate the possibility of the electrical equipment to keep working, even if the loads exceed the capacity of this equipment, for example the capacity of secants. If the short current occurred at the beginning of the feeding line, this equipment would be unstable. Therefore, it is necessary to know the possibility of predicting the replacement time.

For example, figure No.(4) illustrates that the separation current 10 of the secant was calculated on the basis of the maximum value of impact current occurring at the beginning of the line and equal to $2U_m / \sqrt{3x_1}$ that is, $E_x = 0$ then and after an interval t_x it is difficult to invest the secant. But the possibility of the shortness occurrence at the beginning of the line is little.

Therefore, with the possibility of taking into consideration, the probability E_x it could be permitted to elongate the period of investing the electrical equipment and stopping its work until the moment t_x which conforms to the current value that increases the value of separation current I_0 . Figure No.(5).

Result:

- 1) A probable mathematical pattern has been put to calculate the impact currents in the short currents.
- 2) A new relation has been put to calculate the impact currents taking into consideration the theory of probability.
- 3) A task result has been shown, that it is possible to continue the investment of electrical equipment even after the network development and considering the probability of the impact current appearance at the value $E_x = 1 - 0.05 = 0.95$ instead of 1.

Table 1. Curves for finding the integration ranges

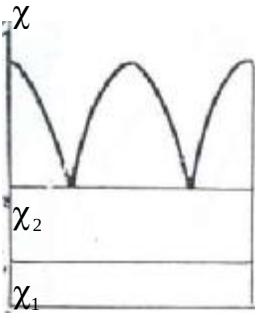
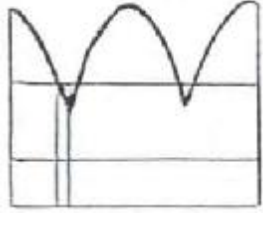
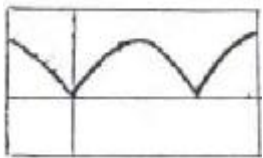
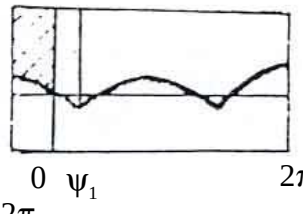
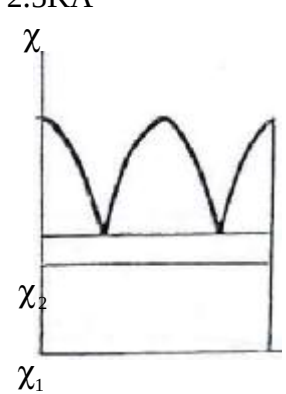
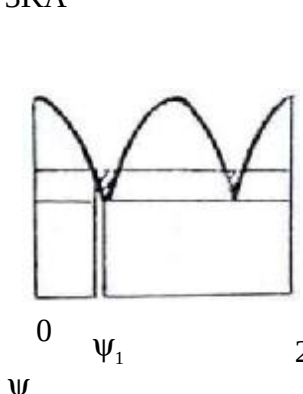
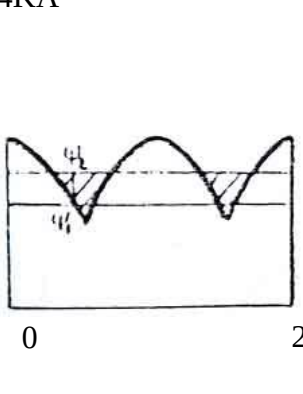
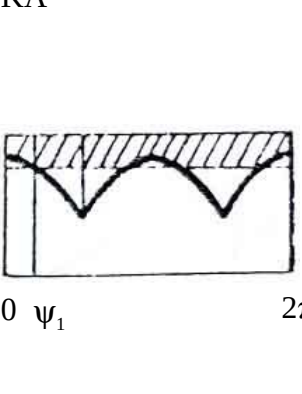
2.5KA 	3KA 	6KA 	10KA 
$0 \leq i_y \leq \frac{U_M}{\sqrt{3}c_2}$	$\frac{U_M}{\sqrt{3}c_2} \leq i_y \leq \frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1}$	$\frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1} \leq i_y \leq \frac{U_M}{\sqrt{3}c_1}$	$\frac{U_M}{\sqrt{3}c_1} \leq i_y \leq \frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1}$
$\psi = \pi/2$	$\pi/2 \leq \psi_2 \leq 0$	$0 \leq \psi_1 \leq \pi/2$	$\pi/2 \leq \psi_1 \leq 0$

Table 2. Curves for finding the integration ranges

2.5KA 	3KA 	4KA 	6KA 
0 $0 \leq i_y \leq \frac{U_M}{\sqrt{3}c_2}$	2π $\frac{U_M}{\sqrt{3}c_2} \leq i_y \leq \frac{U_M}{\sqrt{3}c_1}$	$\frac{U_M}{\sqrt{3}c_1} \leq i_y \leq \frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1}$	$\frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1} \leq i_y \leq \frac{2U_M}{\sqrt{3}c_1}$
$\psi_1 = \pi/2$	$\arccos\left(\frac{c_2}{c_1}\right) \leq y_2 \leq p/2$	$\arccos\left(\frac{c_2}{c_1}\right) \leq y_1 \leq p/2$	$\arccos\left(\frac{2c_1}{c_2} - 1\right) \leq y_1 \leq 0$

References: 1. E. Ventsel e.c. Teoria veraiatnosti – izdatelstva naoka, 1959, 576 c.
 2. Kurenni e.k., veraitnosti model toka korotkova zamikania. Aep. B informinorga n1112 eh-a82 nc. 3. D.a. Abied 1998, computer methods in power system analysis. 4. Venixov, v.a., ahuralev, v. Fileppova, t., 1994 optimal operation of plants and electronic systemcs. Mirpub-lisher, Moscow. 5. Khain m., klazonov a.a. Vibor ekonomicheski tselisopraznikh rachutnickh znachii tokov korotkova zamikania v sistemakh electrosnagpenia – electroichistva 1995. N-2 – c.11-15.

SOLID WASTES CONDITION AND METHODS OF HANLING THEM IN SYRIA

George Isber (*Tishreen University, Syria*)

I- Introduction

There has been an increase in recent years in the number of plants producing foodstuff industries and some chemical products besides the materials kept in plastic bags, glass, metallic and carton containers. However, these bags and containers, after being emptied by consumers contribute to adding a new source of pollution sources whose area has widened in big cities such as Damascus, Aleppo, Lattakia, Homs and other cities.

It is an undeniable fact that these bags and containers add to the quantities of solid wastes. Therefore, competent courts should encourage the construction of plants that recycle these wastes for the purpose of achieving two basic things:

- First, protecting the environment from pollution.
- Second, making use of the refuse which has great material value that is lost without benefiting from it.

Some people may say that it is too early to use the same machinery and ways used by industrial countries. We do wrong by saying such things. We have to make use of time, formulate more programmes and studies in order to reach and enjoy the existence of a clean environment. Such plants are still primitive in Syria. We should follow the means of the world's countries because the type of consumptive living has greatly increased in our country. This in turn increases the quantities of garbage and refuse thrown away houses, restaurants, hotels and industrial plants.

It has been found out that the individual's share of garbage reaches about one kilogramme per capita in Damascus. It follows that the total quantities amount to around 65 milliard kilos annually in Syria as a whole. Now the authorities in Damascus use special machinery to separate and gather garbage. In some quarters and regions there are banks for glass, metallic and plastic bottles and other containers or banks for ordinary home garbage. Therefore, it is the duty of proper authorities to popularize this experiment so that it might include all the Syrian provinces and villages.

II- Solid waste management:

Most world countries suffer from the problem of disposing of solid wastes. With the increase of population, building development and various economic activities, there has been an increase in the weight of wastes and their size so much that they have become a great environmental burden.

This conforms to the thermodynamic laws that both economic and consumption production generate wastes that need management and treatment. The Environment Protection Agency estimated that the Americans, for example, throw away every year 245 million car tyre, 1.6 milliard pens, two milliard shaving razors and 16 milliard diapers.

This big and increasing mass of unnecessary choices necessitate finding ways and means of dealing with them and this in turn demands high material expenses. The environment, as we know, has a great ability of holding those wastes, but this ability has limits. Many wastes that are not subject to resurge or circulation operations are dumped in the long run into nature, an action which has a passive effect on the environment.

Solid municipal wastes mean chiefly the household wastes from industrial, commercial and institutional sources.

Ingredients of Solid Municipal Wastes in Weight:

Table 1. Methods of disposing of solid wastes in some countries (of the total size)

country	fertilizing	burning	throwing wastes	other ways
France	7.1	41	45.2	6.7
Germany	2.2	30.5	66.3	1
Japan	0.1	64.4	32.6	2.9
Holland	5	40	55	2.9

III- Main methods of managing wastes:

There are many ways for managing solid wastes, the most important of which are the following:

1- Recycling: Recycling is done by assorting and separating the materials that are recyclable at the source (house) cleaning and handling them by suitable methods, then they are recycled and used anew. The materials that could be recycled are hard metal, glass, aluminum and most kinds of plastic and undulated carton, office paper, newspapers, magazines, car batteries and garden wastes.

The quantity of materials that could be recycled depends on the markets of the private sector and the desire to buy the materials that are recyclable. The private sector will do this when it guarantees sufficient benefit from recycling. This depends on the cost of collecting recyclable material, assorting, carrying and handling it, in comparison with the cost of obtaining the new material.

2- Chemoanalysis: Chemoanalysis is a biochemical operation in which living micro-organisms are decomposed into a material similar to the upper layer of the soil. This is one of the forms of recycling the remnants of food and park wastes such as grass, seedlings and small trees and leaves.

One of the obstacles of chemoanalysis is that the organic material should be separated, being the material responsible for chemoanalysis, from the quantity of wastes. On the other hand, it is costly economically. In addition to this, mixing the poisonous chemicals with the organic material might kill the living micro-organisms or cause so much damage that could prevent the chemical decomposition operation altogether. However, those who have a garden can decompose the organic wastes generated to them and gain benefit from the final product (an excellent fertilizer and a cover for the soil surface) with the least expenses.

IV- Cremation: This is done by burning the wastes in well-controlled conditions and at high temperatures. Cremation has been used for many years in organizing and managing solid municipal wastes. In the course of time, taking control measures in the emissions of cremators was seldom observed. This led to the emission of big quantities of pollutants into the atmosphere.

However, the operation of cremating solid municipal wastes has greatly changed. Today emissions are strictly watched and controlled on a large scale, and a lot of modern cremators bind the wastes to energy in the sense that they generate energy from burning the solid municipal wastes in the form of steam or electricity. This operation is known as mixed generation.

Huge and successive achievements of lessening the emissions generated from burning solid municipal wastes have been fulfilled. Dioxine is one of these examples. Dioxine maybe generated, and it is one of the most toxic components on burning some organic materials. It is known that the cremators of solid municipal wastes emit dioxine, but the levels emitted by the well operated cremators are very low levels. And the rate of emission depends on the good operation of the cremator. Besides, attention should be drawn to the ash resulting from the cremation operations which is a dangerous ash. In most cases heavy metals remain in it, which may be severely or fairly toxic.

4- Hygienic filling up: this is done by throwing the wastes into a hole inside the ground. It is the oldest of means known for draining the solid municipal wastes. But this way has now become very serious for it might lead to the pollution of underground water, soil and air and surface water.

To lessen this possible danger World Environment Protection has published standards stressing control on throwing solid municipal wastes on the ground. These new standards include observing the ground water, inner side and daily converge of wastes.

Recent studies have shown that the ingredients of food, paper and other hastily decomposed materials do not usually decompose tangibly in the holes of hygienic filling up. There have been examples of food products and newspapers that could be identified after the passage of over thirty years of their being filled up in the hygienic filling up holes.

Most traces resulting from these holes were found on the underground water. Although the unhealthy rejection of dangerous wastes was one of the affecting factors, the absence of the engineering means of control, testing the underground water, coverage and using badly coverage land for refection are also some of the factors that can't be ignored.

V- Condition of solid wastes in Syria:

The process of collecting home wastes and conveying them to their final pouring out spot is one of the conservation responsibilities. These wastes usually include commercial wastes in addition to the wastes resulting from agriculture and some minute industries. Moreover, it is difficult to define the effective process of collecting wastes. Quantities greatly vary with the variation of information source for the wastes resulting from the individual form about 0.1 kg daily, and the quantity of wastes collected daily in big municipalities (Homs, Aleppo, Damascus) form about 1.2 kg per capita. These numbers are typical in a developing country of fair income. The wastes resulting from major industries and slaughter houses are directly transported to the rejection holes by means of special trucks.

There is no separation process for the dangerous materials, for fairly big quantities are mixed from materials classified as dangerous wastes according to Basel Treaty with industrial wastes which are disposed of in the municipal wastes refection holes. As for medical wastes, they are usually mixed with home wastes and they are jointly disposed of. However, cremators have been constructed in some cities. Five tons of medical wastes are daily collected in Damascus, 2.3 tons of medical wastes are daily collected in Homs for the purpose of disposing of them. This quantity is expected to reduce greatly when the wastes are separated before burning them. The high number is taken into consideration (0.1 kg daily of medical wastes for each bed) and the total number of the hospital beds in Syria (15600 beds) produce over 10.5 tons of dangerous wastes daily.

VI- methods followed for handling wastes in Syria:

The maximum part of collected wastes is disposed of in open rejection holes situated on the outskirts of the cities. Some authorities provide what is needed for the collection operation special for medical wastes which are disposed of in a separate region where they are directly covered. But in most cases medical and industrial wastes are rejected beside some wastes in the final filling up holes.

Burning wastes is a common operation carried out to reduce the quantity of wastes and to control insects and rodents or to regain the antiburning materials such as metals. None of these filling holes has any means to control the gases emitted or to collect and handle the resulting filtration. There is not also any controlling operation for the types of wastes disposed of or separating the dangerous wastes.

Some wastes filling holes are covered with soil in some big cities from time to time for the purpose of improving the environmental conditions. Some cities as Damascus, Aleppo and Lattakia have limited abilities to handle wastes and transform them into fertilizers. But most factories are old and do not work effectively. There is in Damascus a cremator for dangerous wastes, but its performance is poor from the environmental point because of the low applied temperature and non-effective control of pollution.

There is not any central separation operation or recycling for wastes but collecting and separating wastes irregularly are the common ways used now.

Table 2.- The methods followed for disposal of solid wastes in some municipalities

city	used method	site	treatment capacity
Al-Zabadani	Burning followed by soil coverage	Near the mountains	Non
Al-Sweidaa	Open rejection hole with burning	4 km south west of the city	Non
Lattakia	Rejection hole with treatment station	16 km from the city	60-70 Tons per day
Homs	Open rejection hole	3 km north of the city	Non
Aleppo	Open rejection hole	5 km north east of the city	Non
Damascus	Regular rejection hole	35 km south of the city	700 tons per day

VI- Conclusions:

- 1- The methods followed in Syria to dispose of solid wastes still lack in the hygienic environmental conditions and standards and the continuous watch. Therefore, it is necessary to deal with choosing the best methods to dispose of them.
- 2- It would be unsafe to deal with medical wastes (products of surgical operations - human morbigenous remnants – blood sharp tools...) which are considered poisonous or carrying disease, as we handle solid wastes, especially as burning wastes in the present ways produces dioxine which is a poisonous and cancering material.
- 3- Decision makers have to intervene in the economic operations for the purpose of amending or changing the operations of production or the producer himself or the packing and distributing methods to lessen the weight and size of wastes resulting from the society's activity.
- 4- A national programme should be Launched in connection with recycling, starting at homes, schools, universities, factories and governmental establishments where wastes are assorted (in special bottles) to the wet materials which include organic materials, and the dry materials which include recyclable materials, being restored as good materials to be reused. And the organic materials are used in fertilization and for obtaining energy in some cases. Local administrations should pay full attention to this ecological problem in order to preserve the environmental safety and to keep our quarters and cities beautiful.

References: 1. Marie-Laure André "Gestion des dechets solides hospitaliers" Projet DESS, spécialité Technologies Biomédicales Hospitalières, présenté à 1 Université. 2. Tom Hall "Health care waste management handbook", Environmental Technology Consultants Limited, 1994.

CONSIDERATIONS REGARDING THE SUPERFICIAL LAYER THERMAL AFFECTED IN THE EDM WORKING PROCESS WITH A THICK ELECTRODE

Iuraş, E. ("Gh. Asachi" Technical University of Iassy, Romania)

EDM manufacturing with thick electrode of the metallic surface causes modifications over the superficial layer and other phenomena. The purpose of this work is to present an analysis of some experimental results regarding the superficial layer, thermal affected in the EDM working process with thick electrode; it was performed theoretical and experimental researches in the case of EDM working of some materials with different experimental plans.

1. Introduction

It is known that, if by geometrical point of view, a surface resulted after the EDM manufacturing with a thick electrode, is featured by various irregularities (for example macro-geometric irregularities, roughness and so on) by physical point of view is required the structure, micro-hardness and tension state from the superficial layer.

Surface state could be analyzed also from point of view of transformations that take place in the superficial layers. Because of the high temperatures of the electrical discharging during the erosive process, could be produced also structural modifications of the superficial layer; in fact were noticed three zones (according to fig. 1) [2], [5], [7]:

1. White layer, with an intermediary structure between martensitys and perlitis (SA), composed from melted material and re-solidified, having a dendritically structure and possible to contain materials provided from the dielectrically liquid and/or tool – electrode. Because of his chemical composition and the phenomenon of hardening, the white layer could be has a higher hardness than the basic material.

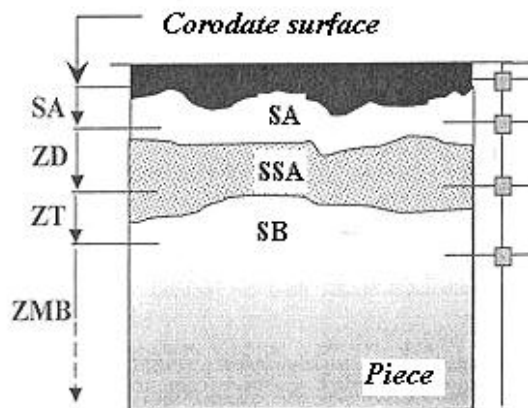


Fig. 1. Structural zones at the surface of the worked object.
SA- white layer, ZD- hardened zone, thermal influenced zone,
ZMB- non modified zone [5]

2. White sub-layer, more rich in carbon, his structure being more appropriate from martensityc structure (SSA). It is a result of various transformations in solid state thus contributing at the so called thermal influenced zone. The width of this zone is in concordance with the material of rough piece and the intensity of the electric current.

3. Basic layer (SB), non – affected by EDM process.

2. Study of the superficial layer thermal affected in the EDM process

In EDM process, the zone from the proximity of the surface worked of the rough piece is thermal affected. By dimensions of this zone (height, length and width of the layer thermal affected) but also by the physical-mechanical proprieties of this layer depend the next behavior of the piece. In the thermal affected zone, take place certain physical – mechanical phenomena that conduce to the modification (increasing or decreasing) of the local hardness of the material.

For this reason, it is compulsory to analyze the characteristics of the thermal affected layer. In order to exemplify this thing during the researching performed, it was chosen a representative piece (with the thermal affected layer more definite by mean of metallographic probe).

The experimental research was performed at S.C. Radix S.A. Iassy–Romania Company. For execution of the pieces it was used an EDM machine type 20FORM ZNC. At elaboration of the experimental plan (table 1) it was used Taguchi method for experimental planning (complete factorial plan).

Table 1. Experimental plan

Number of essays	ESSAY FACTORS					
	I	t _a	t _b	I·t _a	I·t _b	t _a ·t _b
1.	1	1	1	1	1	1
2.	1	1	2	1	2	2
3.	1	2	1	2	1	2
4.	1	2	2	2	2	1
5.	2	1	1	2	2	1
6.	2	1	2	2	1	2
7.	2	2	1	1	2	2
8.	2	2	2	1	1	1

The piece chosen to be analyzed it was manufactured from Rp 5 – STAS 7382-80, chemical composition being determinate with a spectrographic analyzer type SPECTRUM (6.16%W, 4.58%Mo, 1.65%V, 0.94%Cr, 0.63%Si, 0.343%Mn). The hardness of steel Rp5 is initially 65 HRC.

The EDM workings are performed with some rectangular tool – electrodes, made from Cu. The values of working parameters have been chosen from technical machine book [9]. The essay plan elaborated is type of 2³, so that in figure 2 is presented piece number 3, and it was prepared in order to perform a study of the layer thermal affected as following [4]:

- At first, the piece was fixed on a metallic support, using epoxidyc resin;
- It was polishes until obtaining so called “mirror smoothing”;
- It was chemical treated.

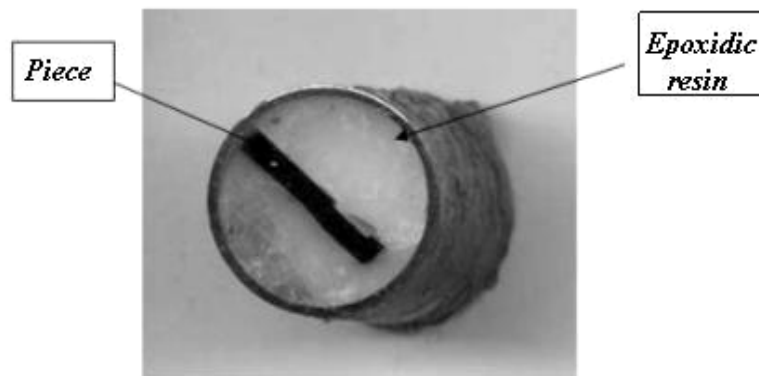


Fig. 2. Probe (piece) prepared for the study of the layer thermal affected [4]

The piece thus prepared has been installed on a metallographic microscope (type METAVAL) in order to find out the micro-hardness of the superficial layer thermal affected. Has been measured the micro-hardness in two points (A and B) that enclose the superficial layer, determining thus for the point A, a micro-hardness of 42 HV as soon as in point B has been obtained a micro-hardness of 50 HV (fig. 3). It could be noticed that micro-hardness in these points is smaller than the hardness of basic material (65 HRC), due to the thermal transformation that could occur during the EDM manufacturing process.

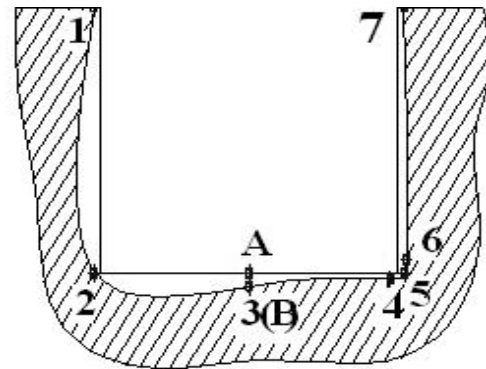


Fig. 3. Measuring of the layer thermal affected

It is possible that the superficial layer to be affected by similar phenomena to the process of over-heating that has as result a diminishing of hardness.

The medium width of a layer thermal influenced is among 0.04 mm. Because the zone thermal influenced has a relative great dimension in rapport with the possibilities for measure of the metallographic microscope has been taken into account 6 points that enclose the working zone. Using a template has been measured the width of the layer thermal affected, using the printing tool-tips resulting in following: The layer thermal affected could be noticed in fig. 4.

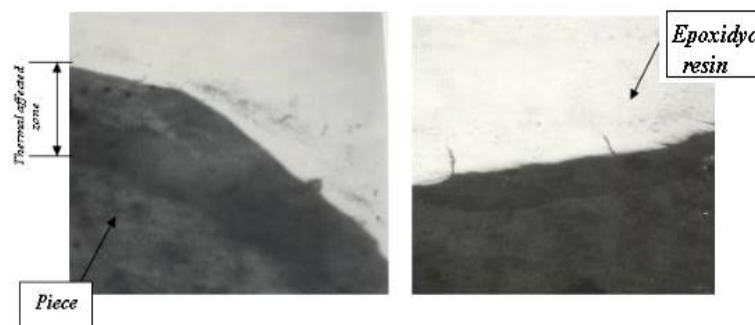


Fig. 4 Micro-hardness tracks into the superficial layer for steel Rp 5 - probe 3 (measure points 5 and 4) [4]

3. Experimental results

The experimental researching results regarding the width of the layer thermal influenced are shown in figure 5.

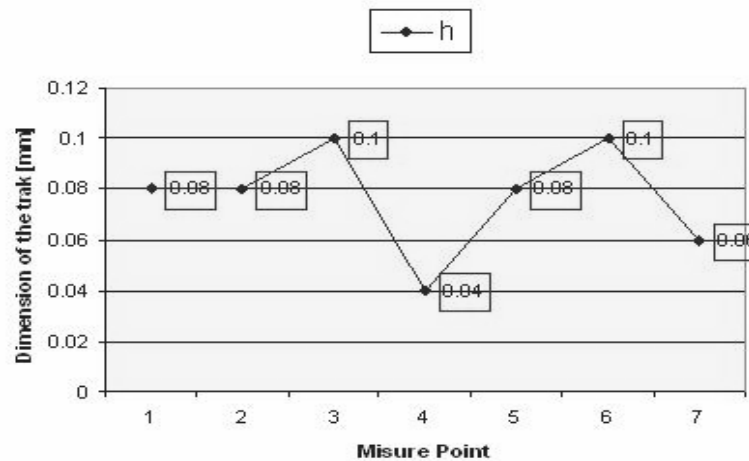


Fig. 5. Value of the micro-hardness in the 7 points measured for piece number 3 (for RP 5) [4]

3. Conclusion

The results of measuring presented in fig. 5 show that the hardness of the superficial layer is 1,3 to 1,5 less than the basic material. The metallographic analyses has shown that the layer width thermal affected is non – uniformed (fig. 5); the greatest value of highness of the superficial layer thermal affected was noticed in point 3, as soon as, the minimum value is in point 5.

References: 1. *** Analysis of the pulses used in the EDM process. Available at <http://www.unl.edu/nmrc/Pulses/pulses.htm>. Accesses on 1 august 2002. A copy of these web pages are in possession of the author and could be consulted contacting her at the following mail address: iurasemilia@yahoo.com. 2. EDM & ONA. Disponibil la http://www.ona-electroerosion.com/esp/edm/prin_edm.html. Accesses on 28 march 2005. A copy of these web pages are in possession of the author and could be consulted contacting her at the following mail address: iurasemilia@yahoo.com; 3. *** EDM Machine. Available at http://www.manufacturers.com.tw/showroom_f.php?a=5998-4-4-0-3440. Accesses on 10 april 2005. A copy of these web pages are in possession of the author and could be consulted contacting her at the following mail address: iurasemilia@yahoo.com. 4. Iuras E., PH.D. Thesis. Contribution regarding the study of using of some EDM working procedures. Gheorghe Asachi Technical University of Iassy, Romania, 2005. 5. NANU, A. Nanotechnology of materials. Bucharest: E.D.P., 1983. 6. *** Surface integrity. Available at <http://www.unl.edu/nmrc/Diesinking/Surface.htm>. Accesses on 1 august 2002. A copy of these web pages are in possession of the author and could be consulted contacting her at the following mail address: iurasemilia@yahoo.com. 7. Slatineanu, L. Polishing using electro-physical methods. Iassy: Publishing House Junimea, 2000. 8. Tzen, Y.-F., Chen, Fu-Chen. A simple approach for robust design of height-speed electrical-discharge machining technology. International Journal of Machine Tools & Manufacture, nr. 43, 2003, p.217-227. 9. *** User'

CONTRIBUTION REGARDING EVALUATION OF THE REGRESION FUNCTIONS FOR TECHNOLOGICAL PARAMETERS γ_{ES} , Q_p , V_p , U_a , R_a , S THAT DESCRIBE THE PROCESS OF EDM MANUFACTURING WITH A THICK ELECTRODE

Iuraş, E. Bonteanu O., Ghiorghiţă S. C.
(“Gh. Asachi” Technical University of Iassy, Romania)

The purpose of this work is to evaluate the multiple regresion functions for output parameters γ_{ES} , Q_p , V_p , U_a , R_a , S , at EDM manufacturing with a thick electrode. Also, the parameters of performance that describe the EDM process are expressed as mathematical models, type exponent function, using a software written in GWBASIC language.

1. Theoretical aspects

Basing on the results obtained during the experimental reseaches, at first, it was determinated for the levels imposed of input parameters I (intensity of the electric current) t_a (duration of an impulse), t_b (working time), for discrete values of $I = 8, 12, 25$ A and also $t_a = 50, 300$ μ s and $t_b = 100, 500$ μ s (values determined according to the existent recomandations from the technical documentation of the EDM machine) mathematical matriceal models, that describe the parameters of performance γ_{ES} (relative wearing of tool - electrode), Q_p (productivity of manufacturing), V_p (working speed), U_a (absolute wearing of tool electrode), R_a (roughness of the surface), S (interstition) at EDM manufacturing with a thick electrode [11].

Working with matriceal mathematical models requires a great amount of calculus and the models established do not present a suggestive image regarding the evolution of a parameter in rapport with the variation of the factors capable to influence them. For this reason, I have taken into account the using of some generalized and simplified mathematical models (models that make the transition between discrete values to continue values for the parameters I , t_a şi t_b). In machining building, is very used the exponent functions because is very easy to represent in a graphic form and has the mean advantage that is very easy to work with it.

2.Establishing of the regression functions for the performance parameters that describes EDM proves using various software

Basing on the experimental results, obtained after the applying the experimental plans (using Taguchi Method) or determinated, using a software made by Ph.D. Gh. Cretu in GWBASIC, as functions of multiple regressions.

The software mentioned above uses the method of the least square roots. As noticed that this software offers the possibility for evaluation of the best functions using for this, Gauss sum. The mathematical forms are presented in table 1.

The differences regarding the values obtained for the coefficients and exponents for the regression functions determinate with two software (program used by conf. Ph. D. Cretu Gh. And the software DataFit) could be explained by the specific modalities of calculus of the programs above.

On the other hand, it is significant the relative approaches between the values of exponents for the same measure and the existence of the same way of variation of the values presented above.

In order to obtain a suggestive image for the evolution of each parameter I , t_a , t_b and to be represented in graphic form as a function of exponential function, it is required to keep constant one of the parameter for each function described. I have considerate that parameter t_b as the most non – significant parameter in order to maintain it at a certain constant value [4], [5], [11].

Table 1. Mathematical forms of the regression functions γ_{ES} , Q_p , V_p , U_a , R_a , S , in relation with the parameters I , t_a and t_b , for the first experimental plan

<i>Material</i>	<i>regresion function</i>	<i>Gauss sum S_G</i>
Rp5	$g_{ES} = 57.761 \cdot I^{-0.139} \cdot t_a^{-1.213} \cdot t_b^{0.213}$	2.866E-02
	$Q_p = (1.021E - 02) \cdot I^{2.300} \cdot t_a^{0.395} \cdot t_b^{-0.285}$	0.530
	$U_a = (5.419E - 03) \cdot I^{2.198} \cdot t_a^{-0.810} \cdot t_b^{-0.078}$	1.621E-06
	$V_p = (1.650E - 04) \cdot I^{2.200} \cdot t_a^{0.372} \cdot t_b^{-0.271}$	7.880E-05
	$R_a = 1.999 \cdot I^{0.504} \cdot t_a^{0.162} \cdot t_b^{(-6.247E-02)}$	0.248
	$S = (9.577E - 02) \cdot I^{(-9.742E-03)} \cdot t_a^{(3.794E-02)} \cdot t_b^{0.108}$	9.095E-04

In this case, it was analyzed the experimental data with the software DataFit 6.1 (educational purpose – only release), program that allows [5]:

- ✓ Analyzing of 242 mathematical forms of bi-dimensional dependencies;
- ✓ Ordering of the compatible models after the suitable degree at the values presented in the data row input;
- ✓ Graphical representation of the response surface;
- ✓ Viewing of the results obtained after the statistical processing data and exporting data and graphical representations in Microsoft Word.

Thus, the exponent functions with the values of the multiple regression coefficients R^2 could be have the form presented in table 2 for the first experimental plan.

Table 2. Mathematical forms of the functions γ_{ES} , Q_p , V_p , U_a , R_a , $S = f(I, t_a, t_b)$ for the first experimental plan

Material	Funcția de regresie	r^2
Rp5	$g_{ES} = 55.537 \cdot I^{0.446} \cdot t_a^{-1.240}$	0.836
	$Q_p = (4.964 \cdot 10^{-4}) \cdot I^{2.729} \cdot t_a^{0.492}$	0.839
	$U_a = 0.003 \cdot I^{2.162} \cdot t_a^{-0.805}$	0.994
	$V_p = (19.48E - 006) \cdot I^{2.601} \cdot t_a^{0.466}$	0.832
	$R_a = 0.629 \cdot I^{0.604} \cdot t_a^{0.178}$	0.847
	$S = 0.191 \cdot I^{-0.062} \cdot t_a^{0.042}$	0.060

The results obtained after the statistical processing of the experimental data with the software DataFit 6.1 according to the experimental plan are presented for material Rp 5.

In figure 1 it is shown the graphical representations of the response surfaces for the mathematical models presented in table 2. On diagrams from the figures described above, are represented the experimental points and also the distance from these points at the response surfaces [5], [11].

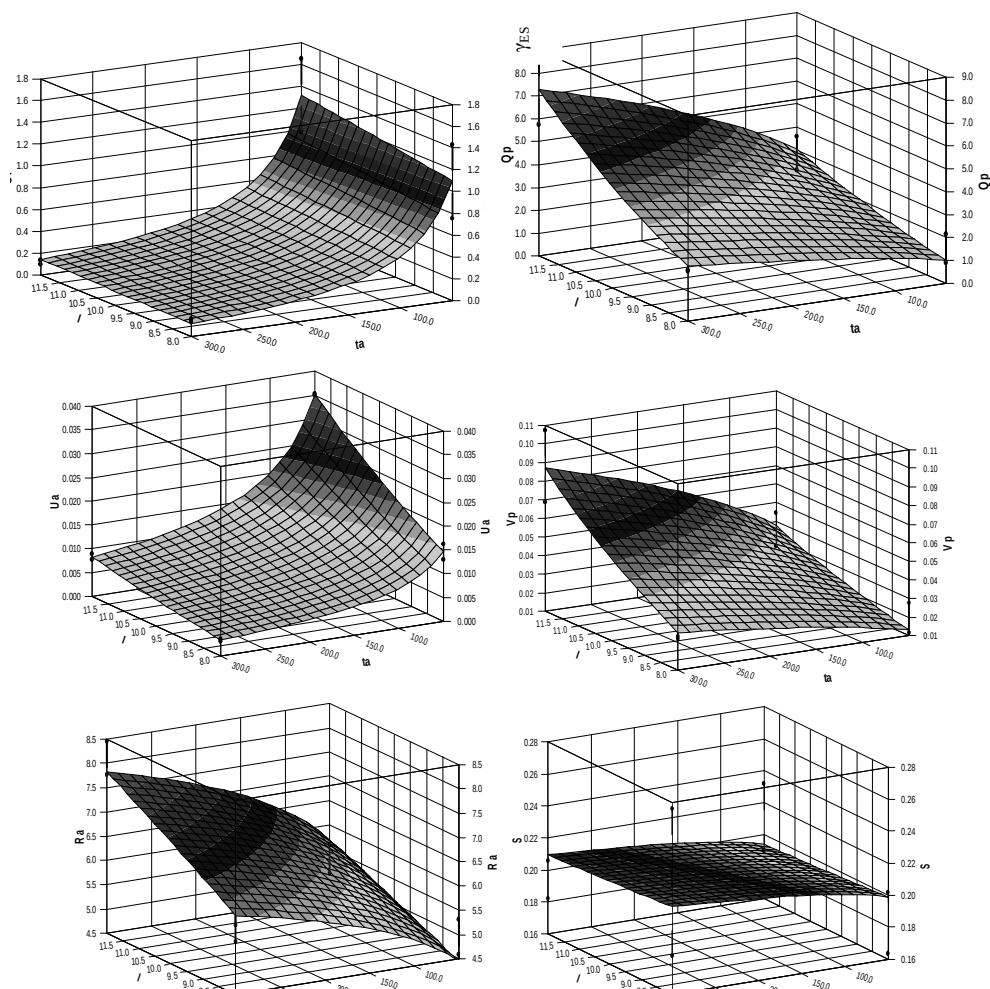


Fig. 1. Response surfaces of the model for steel Rp 5

2. Conclusion

The form of the surface is near-plane that shown a variation about linear in rapport with the factors I and t_a . The smaller values of the gape is obtained for the lower values of the parameter intensity of the electric current, I . For the material with a higher hardness, the rapport of influence is modified. It is possible that the contradictory aspects noticed to be a consequence of the elements of the system.

The relative wearing of the tool – electrode has a non - linear increasing with the increasing of the factors I and t_a . The maximum wearing is obtained in the case in which t_a convergent to 0 and for I convergent to a maximal value. The region marked with red shown the maximal value (non – admissible) for fulfillment the conditions imposed of the Objective Function. The values for the blue zone show the maximal admissible values for the parameter γ_{ES} . The relative wear of the tool – electrode is obtained for very small values of t_a and very high values for I fact proved also by using Taguchi method.

References: 1. *** Analysis of the pulses used in the EDM process. Available at <http://www.unl.edu/nmrc/Pulses/pulses.htm>. Accessed on 1 august 2002. A copy of this page could be find at the author of this work and could be consulted contacting the same author at e-mail address iurasemia@yahoo.com; 2. *** ASM Handbook. Surface Engineering, ASM International, Materials Park, Vol. 5. 1994; 3. Buhler, E. Method and apparatus for pulse generator for electric discharge machining. Patent number 5,280,153, S.U.A, 1994; 4. Crețu, Gh. Experimental methods research in machine building. Iassy: Publishing House Junimea, 1999; 5. DATAFIT <http://oakdaleengr.com/datafit.htm> Product Features. 6. *** EDM Milling Available at <http://www.unl.edu/nmrc/Diesinking/edmill/edmilling.htm>. Accessed on 1 august 2002. A copy of this page could be find at the author of this work and could be consulted contacting the same author at e-mail address. iurasemia@yahoo.com; 7. *** Electrode Selection and wear. Available at <http://www.unl.edu/nmrc/Diesinking/Electrode%20matl.%20andwear/electrode.html>. Accessed on 1 august 2002. A copy of this page could be find at the author of this work and could be consulted contacting the same author at e-mail address iurasemia@yahoo.com; 8. Guu, Y.H. et al. Effect of electrical discharge machining on surface characteristics and machining damage of AISI D2 tool steel. Materials Science and Engineering. nr. A358, 2003, p. 37-43; 9. Iuraș, E. et al. Ordering the main criteria at choosing the optimal constructive solution for an EDM service. In Technical University of Iassy Bulletin. Tom XLVIII (LII), Supplement II, Section V, 2002, ISSN 1011-2855, p. 174-177; 10. Iuraș, E. et al. About the electrode tool wearing during the EDM process. International Conference Advanced Manufacturing Technologies, Bucuresti, Politehnical University, 2003, ISSN 0573-7419, p. 128 –130; 11. Iuras E., PH.D. Thesis. Contribution regarding the study of using of some EDM working procedures. Gheorghe Asachi Technical University of Iassy, Romania, 2005. 12. Kreim, K., Zimmer, A. Preferencias por electroerosion en comparacion con el Mecanizado de Alta Velocidad. RevistaMetalUnivers. Available at: <http://www.metalunivers.com/Arees/altavelo/edmvsmav/schumacher.htm>. Accesat 3 martie 2005

CHOOSING OF THE OPTIMAL SOLUTION FOR A WIM SENSOR (WEIGH-IN-MOTION) USING ELECTRE METHOD

Iuraş, E., Carlescu P., Catana R., Ghiorghita S. C., Barsanescu P. D
(“Gh. Asachi” Technical University of Iassy, Romania)

One of the best methods of technical creativity used for determination of the optimal solution is Electre Method. In the present work this method is used for choosing of optimum type of sensor WIM.

1. Introduction

The transport phenomenon is an important factor in economic increasing and social wealthening of the community. The governs are responsible for road infrastructure, because they are involved to provide the optimal development of all pecuniar activities of population in optimal conditions. One of the most important social activities is the transport, that is assured by the complex infrastructure of the roads (in dependence with the vehicle weight).

The reducing of the technological levels between the european countries and on the other hand, the requiring for assuring of a correct concurence between these, has taken into account the necessity of continuous concerning for weight in motion control of the vehicles. In traditional way, this problem was analysed in case of step ladder loaded with static load. However, because the informatic system was provided from of a smaller group of vehicle has imposed the researching of a new efficient procedures. For this reason this way is becoming as priority in Europe.

The studies performed until now has sugested that the wearing of the roads has an exponential increasing with the load axis with a fourth power – so called „the fourth power” (according to fig.2.) This mean that, for example, for an axial increasing with 10%, the wearing of road increasing is 46% [1]



Fig. 1. Road is severe weared out by trucks

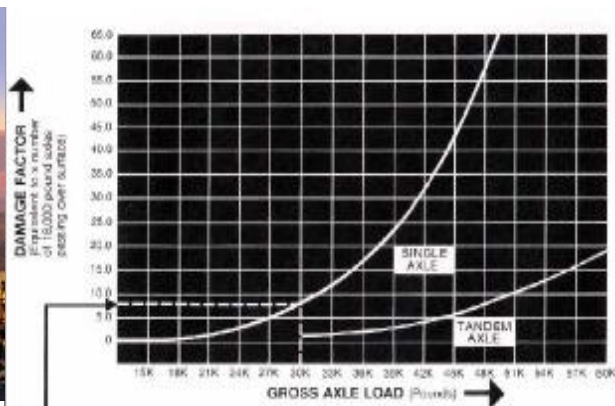


Fig. 2. Axial wearing out of the road

On the other hand, is well known that the load overloading means increasing of the noxes and increasing of fuel consumption

The technical solution for this problem and for others could be weight in motion (WIM). WIM is dynamic measure process of the forces that are applied on the tires of the vehicle in motion and the proper estimation of the tire load in static conditions.

The researching performed in SUA in years '50, has conducted at the conclusion that the wearing out of the roads is proportional with the fourth exponent of the axis load and is described by the ESAL number. This number didn't take into account of other significance parameters such as: road temperature, road humidity and contact pressure between tire and road.

The ESAL number taking into account a bridge with simple tires. The WIM sensors used in present for weight in motion process could not make the difference between simple or double tires. This aspect become important because the wearing out of the road infrastructure do not depend only by the axis load but also from contact pressure between tire and road.

2. Establishing of the optimum constructive solution for a WIM sensor

Various problems from technical creativity field requires, as has been shown above, the establishing of a certain technical solution imposed for the study, based on various criteria of analysing of this solutions. The Electre method allows to compare and classify the elements of a stack (group) of variants (solutions) M_n , taking into account of m points of view, for the purpose of founding of a homogeny sub-group of elements, and also for establishing a classification of these [3].

In order to prevent the disadvantage that present the using of WIM sensors, has been designed a new WIM sensor, for obtaining in this way precision and fiability. On the other hand, it is taking into account to provide some additional pieces of information such as:

- the dimensions of the tire track;
- diminishing of the transversal section of the sensor (especially the highness).

At the designing of a new sensor, was adopted the solutions with tensometric marks, in order to obtain precision and fiability.

Aplying of sequential – selective method has been allowed us a detailed study and namely:

- a) WIM sensor (with tensometric marks) implanted on road surface, in longitudinal way (fig. 3a). The tensometric marks are displaced in complete bridge on the elastic elements, forming a matrix.

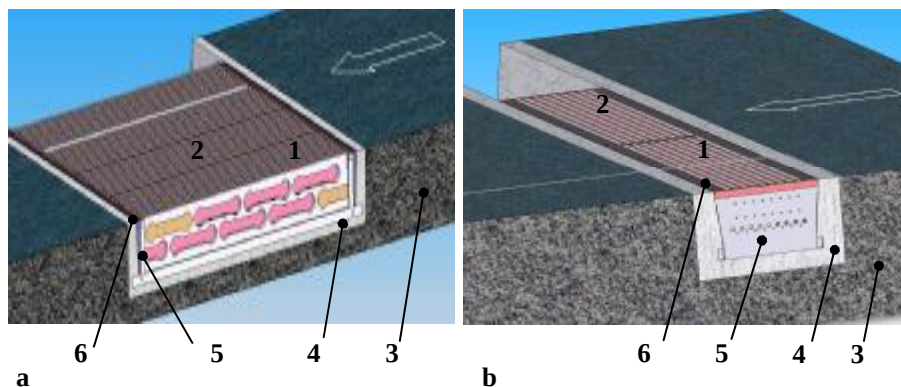


Fig. 3 WIM sensor fixed in road surface

- a. Longitudinal displacement; b. Transversal displacement 1, 2 – WIM sensors; 3 – asphalt mixture; 4 – epoxidic rasin; 5 – lateral plate; 6 - tire
- b) WIM sensor (with tensometric mark) fixed on road surface, in transversal position (fig. 3b).

The tire will have contact with the elastic element on the superior surface. The sensor will be fixed on road surface with the superior surface displaced at the level of the railway

road and this will provides pieces of information regarding the dimensions of the tire track. It will designed a line of such sensors, that cross the road, making possible the weight in motion process.

The WIM sensor (endowed with tensometric marks) displaced on elastic elements as shown in figure 4. The elastic elements are provided with apertures for increasing of deformations and convenable repartitions of stress. Has been performed analysis by mean of Abaqus FEA software for investigations the displacements and stress levels. Following this investigation , a group of tensometric marks has been displaced.

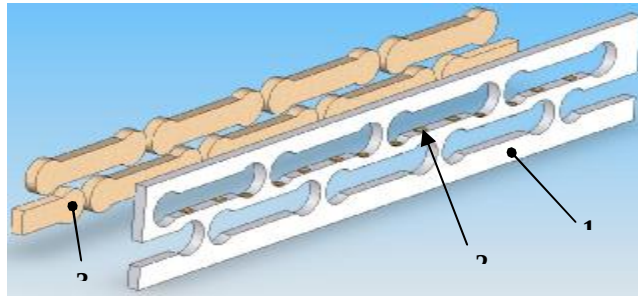


Fig. 4. Elastic element
1- body, 2 – tensometric mark, 3 –sponge element

- c) WIM sensors provided with tensometric marks mounted on elastic elements displaced in completed bridge, the elastic elements being mounted in longitudinal way.
- d) WIM sensors provided with tensometric marks mounted on certain transversal pins, fixed into a main board.

The solutions estabilshed above take part from a group $M=\{M_1, M_2, M_3, M_4\}$, in which the four strategies correspond to the solutios a, b, c, d. It was taken into account the following criteria for investigation [3]:

- X_1 - the possibility for obtaining of pieces of information regarding traking vehicle tire;
- X_2 - the opportunity for obtaining of a smaller transversale section for a sensor;
- X_3 - the obtaining of a better parameters regarding the precision of investigation;
- X_4 - obtaining of smaller manufacturing times, instalations and maintenance times.

Those criteria correspond the following importance quoeficients [3]:

$K_1=0,3$; $K_2=0,25$; $K_3=0,2$; and respective $K_4=0,15$. Having all the problem data, could be made table 1.

Table 1.

Solution	Consequence			
	X_1	X_2	X_3	X_4
M_1	Excellent	Excellent	Excellent	Good
M_2	Good	Very good	Good	Excellent
M_3	Mediocre	Acceptable	Very good	Very good
M_4	Very good	Good	Mediocre	Acceptable

The qualificatives could be marked as following: Excellent=1; Very good=0,8; Good=0,6; Not so good=0,4; Acceptable=0,2; Poor=0.

Basing on this results, it was elaborated the utility table 2.

Table 2.

Solution	Utilities			
	X_1	X_2	X_3	X_4
M_1	1	1	1	0,6
M_2	0,6	0,8	0,6	1
M_3	0,4	0,2	0,8	0,8
M_4	0,8	0,6	0,4	0,2

Taking into account of 4 criteria, it will represent the partial graphs, according to fig 5.

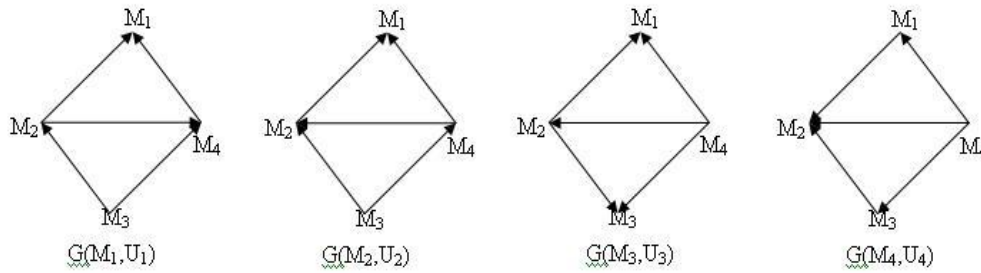


Fig. 5. Partial graphs according to criteria above

The representative solution is M_1 . Following analysis performed has been designed new solution of WIM. The optimal solution of a WIM sensor is shown in figure 6.

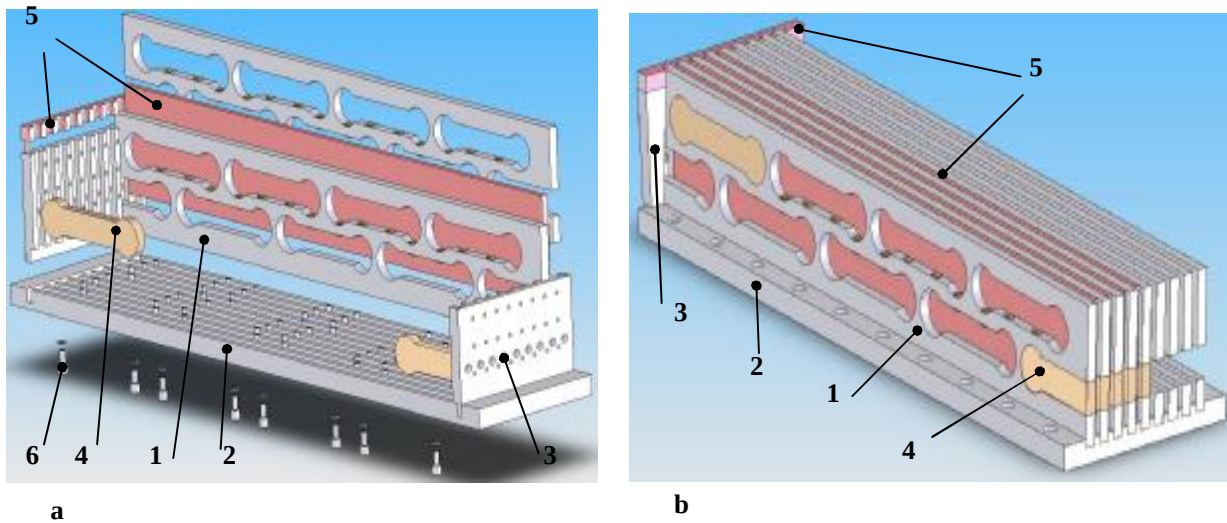


Fig. 6 Transversal section of a WIM sensor

1 – spring, 2 – main board, 3 – lateral plate 4, 5 – seals, 6 – screw

3. Conclusion

In this work, by mean of Electre Method was determined the optimal solution for a WIM sensor, that could be used for weight in motion of the vehicle. This sensor is capable also to provide also additional pieces of information regarding the tire tracks of the vehicle.

References: 1. Cost 323, Weigh-in Motion of Road Vehicles, Final Report, European WIM Specifications, Aug., 1999; 2. <http://www.kistler.com/>; 3. Nagit Gh., Slatineanu L. Bases of the Technical Creation in Machine Construction, Rotraprint, 1998.

FUZZY TECHNOLOGY FOR EVAPORATORS STEAM VALVE CONTROL

Jawish I. (*Damascus University , Damascus , Syria*)

Abstract

The multiple-effect evaporator (MEEV) used in sugar production is the biggest and most complex evaporation process which maybe met in the industry. The economy of sugar manufacturing depends strongly on an effective and optimum working regime of the evaporator. Despite extensive use , the evaporator has been a difficult system to analyze and control . A number of feedback and feedforward control strategies are implemented in the control of MEEV. These include model-based nonlinear and linear , prediction and adaptive approaches .

On the other hand , while modern control theory has made modest inroad into practice , a new artificial intelligent paradigms , Soft Computing (i.e. fuzzy logic, neural networks and evolutionary computations) , has been rapidly gaining popularity among practicing engineers. Soft computing techniques continue to play a significant role in modelling , system identification , and control of systems –simple or complex .

In this paper, we concentrate on fuzzy logic control as an effective alternative to the current proportional-integral-derivative (PID) ,and other modern and more complicated control methods used in sugar industry . Using Matlab7.0.4\Simulink and Fuzzy Logic Toolbox software and environment ,a Fuzzy Logic Controller (FLC) has been designed and investigated.The simulation results has shown that a relatively simple to understand and implement by practicing engineers FLC exhibits a sufficient performance and robustness to a plant paramters variations and disturbances in comparison with other applied control methods. Moreover , the derived model of MEEV may be serve as a basic simulated model for analysis and design of advanced control strategies of a single or multiple effect evaporator .

I- Introduction

The sugar manufacturing process is more energy intensive than other comparable processes. One ton of fuel oil is required to manufacture 3.5 tons of white sugar . Rising energy costs are therefore seriously affecting the sugar industry . Other costs are incurred by the need for environmental protection, industrial safety and improvement working conditions . It is therefore of interest to optimize this process in order to decrease the energy consumption but also to enhance the quality of the final product. Such a process optimization can be achieved by using advanced control strategies that aim at maintaining the process at efficient operating levels .

The multiple-effect evaporator (MEEV) used in sugar production is the biggest and most complex evaporation process which maybe met in the industry . During the past two decades many effective methods have been developed and implemented for the evaporator process control .These include model-based nonlinear and linear ,a feedback and feedforward control strategies , prediction and adaptive approaches [1-7]

In [1] the design of the control system of a five- effect evaporator was based on the idiomatic control concept. The idea is to separate the system into a number of independent

sub-systems each controllable using well known strategies (idioms). According to the authors, a simplified version of the control concept has been implemented at a Danish sugar plant causing considerable energy savings.

In [2,3] a comprehensive comparative studies of different control strategies of five effect evaporator are carried out. These include static state feedback, generic model control (GMC), internal model control (IMC), generalized predictive control (GPC) and linear quadratic Gaussian (LQG). Several controllers have been proposed and evaluated under different conditions and only two were providing an acceptable performance, (GPC) and (LQG) controllers.

On the other hand, while modern control theory has made modest inroad into practice, a new artificial intelligent paradigms, *soft computing*, have been opening doors to convert human experience into a form understandable by computers. The applications of soft computing technique, called *Intelligent Control*, has been rapidly gaining popularity among practicing engineers [8 -24].

The principal constituents of *soft computing* are:- fuzzy logic (FL); - neural networks (NN); -probabilistic reasoning (PR), including genetic algorithms, chaos theory and parts of learning theory. Fuzzy logic is mainly concerned with imprecision and approximate reasoning, Neural Networks mainly with learning and curve fitting and probabilistic reasoning mainly with uncertainty and propagation of belief.

The experiences gained over the past decade have indicated that it can be more effective to use them in a combined manner, rather than exclusively. For example an integration of fuzzy logic and neurocomputing has already become quite popular (neurofuzzy control) with many diverse applications, ranging from chemical process control to consumer goods. Soft computing technique continues to play a significant role in modelling, system identification, and control of systems –simple or complex.

In this paper, we concentrate on fuzzy logic control as an effective alternative to the current proportional-integral-derivative (PID), and other modern and more complicated control methods used in sugar industry. A generalized nonlinear model of multiple effect evaporator based on a mass and energy balances is first described and developed. Then, in order to control the syrup brix concentration at the outlet of the sugar evaporator, a Fuzzy Logic Controller (FLC) has been designed using Matlab7.1/Simulink and Fuzzy Logic Toolbox software and environment. The performance of the developed fuzzy logic system has been studied. The influence of main disturbances were investigated as well. The simulation results has shown that a relatively simple to understand and implement by practicing engineers FLC exhibits a sufficient performance and robustness. A comparison analysis of the performance with the results obtained by researchers using advanced control strategies and our case study was demonstrated. Moreover, the derived model of MEEV may be serve as a basic simulated model for analysis and design of different strategies for control of single or multiple effect evaporator

II- Sugar Evaporation Description

The sugar production contains a number of unit operations in series, mainly: Beet/Cane preparation, Diffusion, dried pulp, Purification; Evaporation; Crystallization and Centrifugation. The sucrose juice extracted by diffusion, this juice is concentrated in a multiple effect evaporator to produce a syrup. The syrup is directed to the crystallization process. The sugar crystals and syrup are separated in centrifuges, and then cooled and dried prior to shipment.

Figure 1 shows a schematic diagram of a typical diagram of five - effect evaporator (a); and the schematic diagram of Syrian Tel-Salhab sugar factory (b).

Such evaporator is used to reduce the water content of juice (product before evaporation) which has a sucrose concentration of nominally 15% called brix. The steam used is exhaust from the turbines in the factory or from boilers. All exhaust-steam is used in the first effect of the evaporator. The juice to be concentrated enters the first effect with feed flow rate F_0 , concentration (brix) C_0 , enthalpy h_0 and temperature T_0 . Steam of rate S is injected into the first-effect to vaporize the water, producing vapour steam O_1 which is directed to the next effect (and deduction VP_i). The first effect liquid flow rate F_1 at concentration C_1 goes to the tube side of the second effect and the same operation is repeated until the fifth effect.. The vapour from the last effect is condensed in a condenser and the product from this effect (syrup) is directed to the crystallizer. The quantities W_i are the liquid hold-up mass in effect i .

In terms of control theory, the local level multicascade PI controllers cover the control of juice level in each evaporator unit. Mainwhile, the brix degree of syrup has to be regulated about the desired value (72%). This can be achieved by acting mainly on the steam flow rate S . The most important measurable disturbances of the evaporation process are variations of : juice feed flowrate F_0 , juice brix degree C_0 , demand of steam by the crystallization process (deducted from the third effect VP_3), pressure and time delays in i -effect.

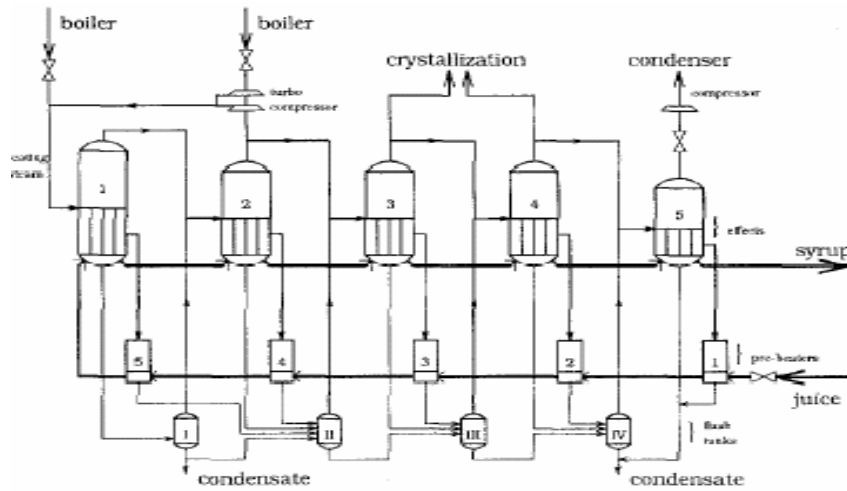


Fig. 1. A typical diagram of five - effect evaporator

III- Evaporator model development

Actually, the evaporator is a heat exchanger in which heat is exchanged with steam. The main objective of the evaporator model is to describe the significant dynamic behavior of mass and energy flows. The modelling of the process is based on a lumped parameter approach with describing equations governed by physical laws and constitutive relations.

The applicable mass and energy balance of the i th effect is [Newel 72 ,89]:

-Total mass balance :

$$dW_i/dt = F_{i-1} - O_i - F_i \quad (1)$$

$$dW_i C_i/dt = F_{i-1} C_{i-1} - F_i C_i \quad (2)$$

-Energy balance :

$$d(W_i h_i)/dt = -F_{i-1}(h_i - h_{i-1}) - O_i (H_i - h_i) + Q_i - L_i \quad (3)$$

The quantities L_i are the environmental heat losses from each effect; h_i are juice enthalpies; H_i are the vapor enthalpies and Q_i are the heat inputs to each effect. The industrial installation shown in figure 1 is more complicated because a number of evaporator effects are

additionally interconnected in series. Examination of a typical installation, suggests that the configuration and parameter values may differ widely from one effect to another, but the form of the dynamic equations for each component of the evaporator system remains the same .The evaporation process tends to exhibit long time delay and significant response time, due mainly to evaporator unit numbers and their capacities, piping, flow ratio, local level controllers and heat transfer dynamics.

Model order reduction can be obtained by assuming the action of local level controllers for the juice in each effect allows neglecting the variations of the hold-up masses W_i ,and developing the model relationships directly from mass balances. This leads to the following expressions obtained by Newel [4,5]:

$$O_1^* = K_1 S ; O_i^* = K_i (O_{i-1}^* - VP_{i-1}^*) \quad i = 2, \dots, 5 , \quad (4)$$

where $(*)$ denotes the steady state values and K_i are the static gains.

Consequently , the physical model consists of a number of linear and non linear differential equations and can be written as follows :

$$T_{Fi} dF_i/dt = F_{i-1} - O_i - F_i \quad i = 1, \dots, 5 \quad (5)$$

$$T_{oi} dO_i/dt = K_1 S - O_i(t); \quad (6)$$

$$T_{oi} dO_i/dt = K_i (O_{i-1} - VP_{i-1}) \quad i = 2, \dots, 5 \quad (7)$$

$$W_i dC_i/dt = F_{i-1} C_{i-1} - F_i C_i \quad i = 1, \dots, 5 \quad (8)$$

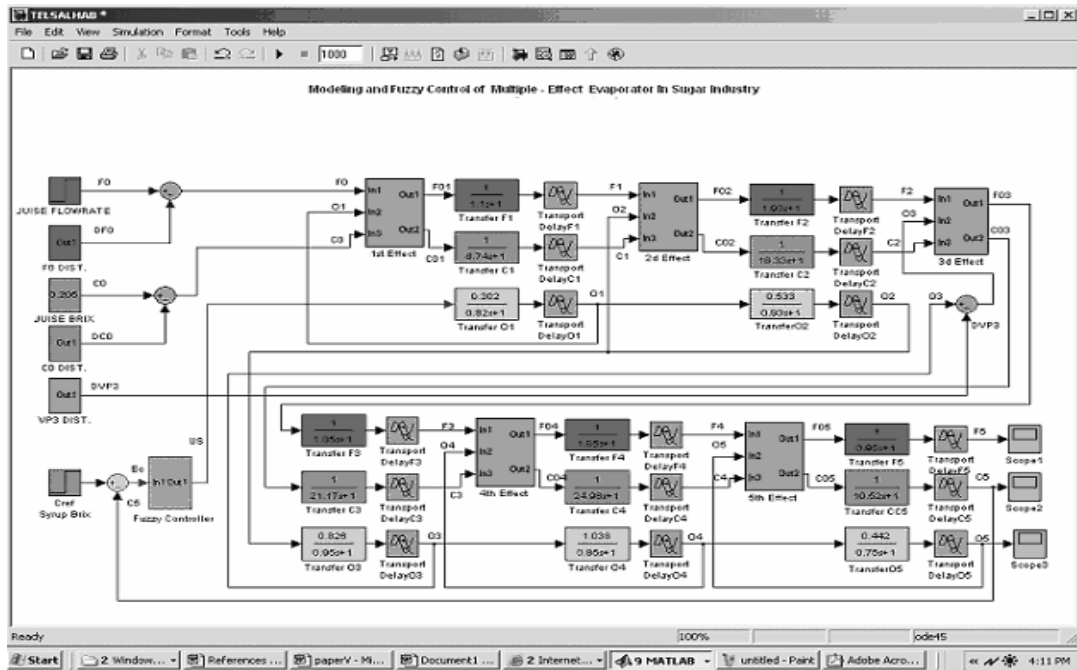


Fig. 2. Fuzzy control system for a multiple - effect evaporator in sugar industry

According to the last equations (5 - 8) , a Simulink model has been developed for five-effect evaporator (Fig. 2) , here , to avoid dividing by zero , i.e. at the beginning of the transient process (equation 8) , a negligible constant is added and subtracted in each divider - subsystem .

On the other hand , in order to carry out a performance comparison between the results of our case study and the results obtained by application of advanced control approaches, we adopted the same operating parameters as in [2, 3]. In order to validate the developed model ,whether all outputs variables take on the respective steady-state values when the inputs are given the nominal steady-state values, we replaced the Inputs by either Constant blocks or Step Input blocks, with the appropriate amplitudes. The correct steady state values of these parameters has been obtained after transients have finished .

IV- Design Steps of the Fuzzy Controller for Multiple -Effect Evaporator

The general fuzzy logic controller design procedures consists of the following steps [8,10,11,15,17, 24] :

- 1) **Definition** of the inputs and outputs (*linguistic variables*) , in terms of *fuzzy sets*, the *number of linguistic labels*, and the respective *membership functions* for each labels.
- 2) **Construction** of fuzzy control rules based upon the knowledge and experience of process operation .
- 3) **Selection** of the model of *fuzzy inference system* FIS (e.g .*Mamdani ,Sugeno ,Tsukamoto* ..types) ;
- and the compositional rule of inference (e.g. Min-Max method)
- 5) **Choosing** the *Method of Defuzzification*(e.g.,*COG , MOM ..*) , i.e., transformation of the fuzzy control statement into specific control actions since the controlled process takes only crisp values as inputs .

In this section, the design procedures of fuzzy PI controller for the MEEV, based on Fuzzy Inference System FIS- Editor in MATLAB7.0.4/Simulink, is discussed. Conceptually, FLC can be derived from the original classical (proportional-integral-differential)PID mathematical model [12,13]:

$$u(t)=K_P e(t)+K_i \int e(t)dt + K_d de/dt , \quad (9)$$

or in discrete form:

$$u(k) =K_P e(k)+K_i \sum e(m) + K_d \Delta e(k), \quad m = 0,..,k \quad (10)$$

The increment of the output signal is :

$$\Delta u(k) = u(k) -u(k-1) \quad (11)$$

$$\Delta u(k) = K_P \Delta e(k)+K_i e(k)+ K_d \Delta^2 e(k) , \quad (12)$$

Depending on the choice made in the design phase we can have different types of FLCs : **P** , **PI** , **PD** ,or **PID**.

In our case study the FC is a two-input single-output PI-fuzzy controller:

$$\Delta US(k) = K_P \Delta Ec(k)+K_i Ec(k) \quad (13)$$

The inputs of the FC are : Ec(k) the brix error which is given by:

$$Ec(k) = C_{ref}(k) - C5 (k) \quad (14)$$

where $C_{ref}(k)$ is the brix set- point , $C5 (k)$ is the actual brix concentration at sample k .

The second input signal is $\Delta Ec(k)$ the change of brix error:

$$\Delta Ec(k) = Ec(k) - Ec(k-1), \quad (15)$$

]

The output of the fuzzy control part is the the incremental control action:

$$\Delta US(k) = US(k) - US(k-1), \quad (16)$$

Finally, we have (Us) signal as integrated control action which will be imposed on the steam valve .

The input and output membership functions (labels: NEGATIVE , POSITIVE) for the E_c , ΔE_c , and (labels : NEGATIVE , ZERO , POSITIVE)for ΔUS , are shown in Figs. 4 ,5 and 6, respectively.

Using the aforementioned membership functions , the following control rules are established for the fuzzy logic control part:

(R1) If $E_c(k)$ is NEG AND $\Delta E_c(k)$ is NEG Then $\Delta US(k)$ is NEG.

(R2) If $E_c(k)$ is NEG AND $\Delta E_c(k)$ is POS Then $\Delta US(k)$ is ZERO.

(R3) If $E_c(k)$ is POS AND $\Delta E_c(k)$ is NEG Then $\Delta US(k)$ is ZERO.

(R4) If $E_c(k)$ is POS AND $\Delta E_c(k)$ is POS Then $\Delta US(k)$ is POS.

The formulation of these rules can be understood as follows : For Rule 1 (R1) : if we look at this rule for the controller, condition $E_c(k)$ (the error is negative) implies that the system's output, $C5(k)$, is above the reference $C_{ref}(k)$, and $\Delta E_c(k)$ (rate of error negative) implies $C5(k) > 0$ (meaning that the controller at the previous step is driving the system output upward, leaving the reference). Hence, we set $\Delta US(k)$ to negative to turn the motion of the steem valve around to the opposite direction. Similarly, for Rule 2 (R2), since the output is above the reference but moving downwards, we set term $\Delta US(k) = 0$ (no control action is needed in this case since the output trajectory is moving toward the reference) .Rules 3 and 4 are similarly determined .

The final step in the fuzzy logic controller design is to combine the fuzzy outputs into a crisp output. the commonly used Center of gravity "COG" formula is employed to defuzzify the incremental control $\Delta US(k)$ of the fuzzy logic part:

$$\Delta US_{COG} = \frac{\int_{us} m_A(u_s).u_s.du_s}{\int_{us} m_A(u_s).du_s} \quad (17)$$

The operational structure of the Fuzzy controller in a discrete-time has finally tuned values of the scaling factors , associated to each variable,which are as follows : $K_{EC} = 0.115$, $K_{\Delta EC} = 3.44$, $K_{\Delta US} = 0.18$. The scaling factors enable the use of normalized universes of discourse in the $[-1,0,+1]$ domain, and play a role similar to that of the gain coefficient in conventional controllers [11,14]. For more details of FC tuning ,see[25] .

In our study the Mamdani type of FIS, and Min-Max method for the rule evaluation process, were selected.

The resulted fuzzy controller surface is shown in Fig.3. While Fig.4 demonstrats the Fuzzy Rules Viewer.

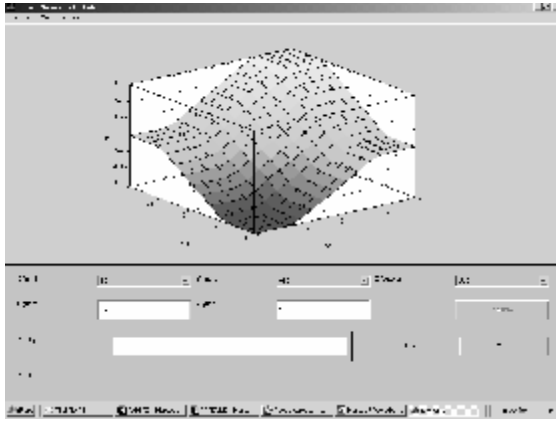


Fig. 3. Fuzzy Logic Controller Surface

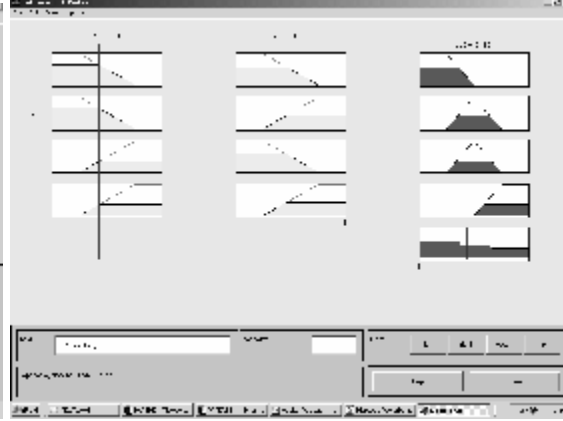


Fig. 4. Fuzzy Rules Viewer

V- Software Simulation using MATLAB7.0.4/Simulink

There are three major benefits of the five-effect evaporator control system : the energysaving, disturbances rejection , and robustness. These benefits are mainly achieved by reducing overshoot and recovering time after disturbances.

In our case study , the overall control objective was to regulate the syrup brix concentration C5 at 72% at the outlet of the fifth effect with constant flow rates in the absence or presence of disturbances. Particularly, the brix concentration C5 is to be controlled by adjusting the steam flow rate incoming the first effect .

Based on the simulated models of the MEEV and the FLC, obtained in previous sections ,a complete fuzzy control system FCS for five- effect evaporator was developed .The simulation is conducted using MATLAB7.0.4/Simulink and Fuzzy Logic Toolbox (see Fig.2).

The transient processes of the syrup brix concentration C5 have been obtained and analyzed as follows (Fig. 10, a-e) ,where :

(a)The transient response to a unit step input (Cref.) at the absence of disturbances : overshoot is $\sim 10\%$ and the offset = 0;

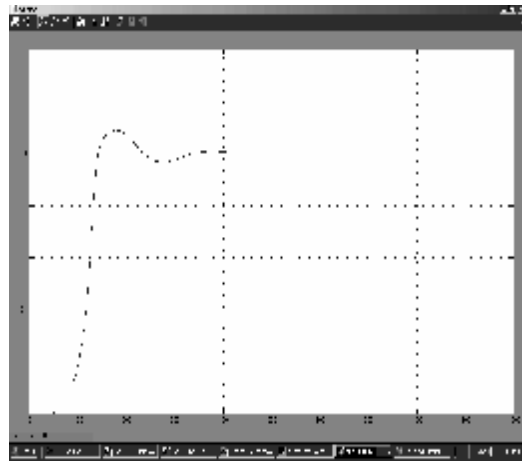
(b) with disturbance F_0 : (-10% of F_0^*) , C5 increases with the decreasing of F_0 , which coincide with the fact that the transfer function from F_0 to syrup C5 is negative,

(c) with disturbance C_0 : ($+30\%$ of C_0^*) , here, C5 is proportional to C_0 ,so decreasing C_0 would initially decrease C5,

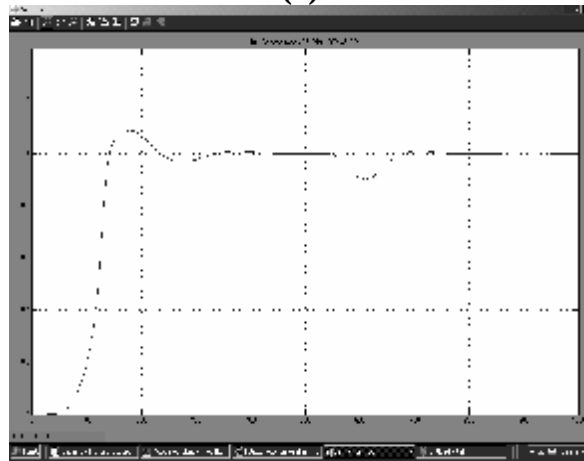
(d) disturbance VP3 deduction and cancellation (50% of O_3^*) in the 3rd effect , satisfactory response ;

(e) with disturbance τ_{C5} (time delay of the sub-process C5) : $+100\%$ of τ_{C5}^* (Table 3), here, we have larger overshoot($\sim 14\%$), and longer settling time (5 %) .This can be interpreted as the control action of the FLC is inversely proportional to the time delay of the process.

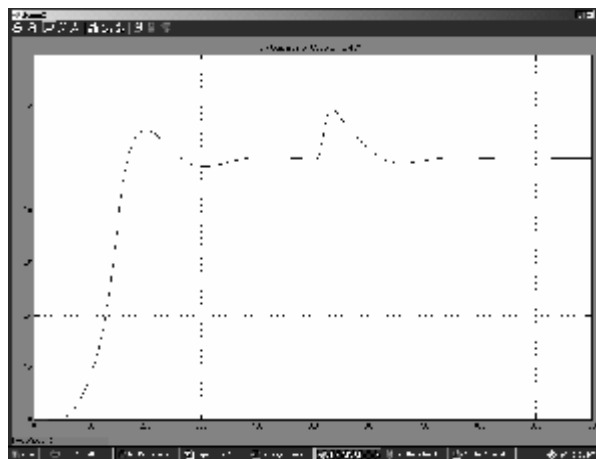
The simulation results obtained in this study are competitive with the performance of advanced modern control strategies for multivariable controllers developed and evaluated for the same industrial task , please refere to[Ref. 3, page 5 ,Figs.1-5]



(a)



(b)



(c)

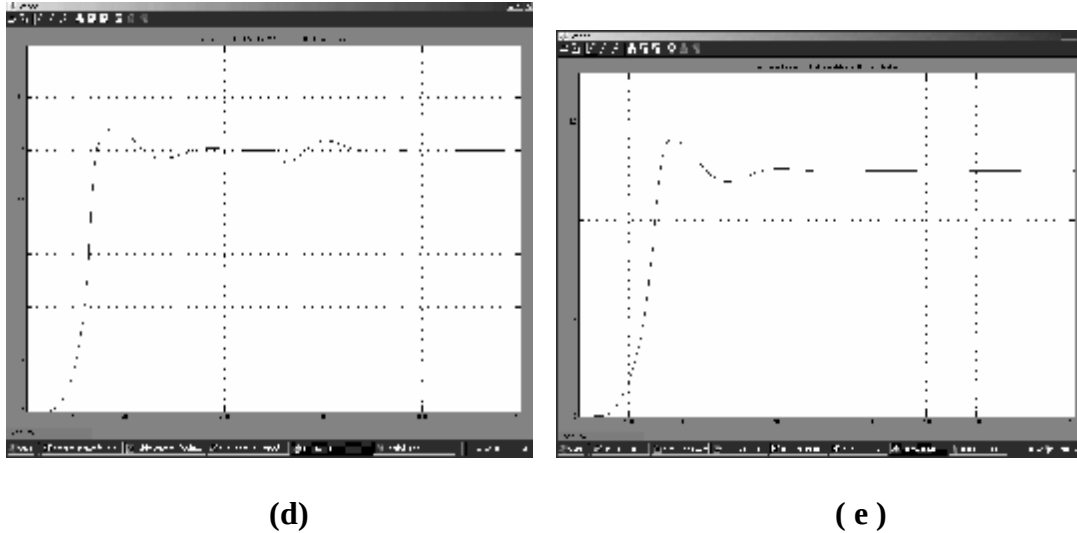


Fig. 5. Transient processes of the Syrup Brix Concentration C5:
(a) without disturbances; (b) with Dist. F0 :-10% of F0*; (C) Dist. C0: – 30% of C0*; (d) Dist. VP3: Deduction and Cancellation VP3= 50% of O3*; (e) Dist. τ_{C5} : +100% of τ_{C5} *.

VI-Conclusions.

In this paper, the powerful aspects of artificial intelligence techniques applications in industry has been investigated :

- A relatively simple fuzzy logic controller (FLC) structure, with an efficient realization and a small rule base was proposed. This FLC can be easily implemented in existing industrial units,
- A fuzzy control system (FCS) for a multiple effect evaporator (MEEV) used in sugar industry was designed and analyzed in software simulation using MATLAB 7.0.4 \ SIMULINK.
- In the light of the simulation results, it was shown that FLC controller is well coping with the dynamic behavior of the modeled MEEV. Moreover, FLC exhibits robustness against disturbances, and less sensitive to variation of process time delay.
- The simulation results obtained in this study are competitive with the performance of advanced modern control strategies for a multivariable controllers developed and evaluated for the same industrial task .
- The generalized model of MEEV developed in this study is applicable for advanced research on a single or multiple effect evaporator structure .

References: 1. Nielsen, K.M., T.S. Pedersen and J.F.D. Nielsen: "Simulation and control of a multivariable of a multiple – effect evaporator ". N^o 427, IEE, 1996. 2. Elhaq, S., F. Giri , H. Unbehauen : "Experimental identification of five-effect evaporator in sugar industry", Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Ruhr-University, Bochum, Germany -1996. 3. Elhaq, S., F. Giri and H. Unbehauen : "THE DEVELOPMENT OF CONTROLLERS FOR A MULTIPLE-EFFECT EVAPORATOR IN SUGAR INDUSTRY", Ecole Mohammadia d'Ingénieurs , Ruhr-University, Bochum , Germany –1997. 4. Newel , R.B, and Lee, P.L, Applied Process Control, A Case Study, New York: Prentice-Hall, 1989. 5. Newel, R.B and D.G. Fisher: "Model development reduction, and experimental evaluation for an evaporator", Ind. Eng. Chem. Process Des. Develop. Vol. 11, N^o 2, pp. 213-221, 1972. 6. Bordons Carlos and Eduardo F. Camacho: "A Generalized Predictive Controller for a Wide

Class of Industrial Processes“, IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, VOL. 6, NO. 3, MAY 1998. 7. Smith C.A, A. Corripio: "Principles and Practice of Automatic Process Control" 2/e, John Wiley & Sons, Inc. 1997. 8. Driankov D., Hellendroon H.: Reinfrank M.: "An Introduction to Fuzzy Control", (2ed), Springer – Verlag, 1996. 9. Jang J.-S.R., Sun C.-T., Mizutani E.: "Neuro – Fuzzy and Soft Computing“, MATLAB CURRICULUM SERIES, 1997. 10. Hirota K. (Ed.): "Industrial Applications of Fuzzy Technology“, Springer – Verlag, 1993. 11. Passino K. M., Yurkovich S., "Fuzzy Control“, ADDISON – WESELY, 1998. 12. Tang W, Chen G., Lu r. A modified fuzzy PI controller for a flexible-joint robot arm with uncertainties, Fuzzy Sets and Systems; 109-119; 2001. 13. Victor J., Dourado A. "Adaptive Scaling Factors Algorithm for the Fuzzy Logic Controller., in Proc. of the Sixth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE'97, Barcelona, Spain, July-1997. 14. Ying H. Fuzzy Control Modeling, Analytical Foundations and Applications, IEEE PRESS, 2000. 15. Yen J., Langari R., Zadeh L.A. (Eds.): "Industrial Applications of Fuzzy Logic and Intelligent Systems, IEEE PRESS, 1995. 16. Yager R.R., Dimitar P.F. Essentials of Fuzzy Modeling and Control. WILEY-INTERSCIENCE, 1994. 17. Zilouchian, A., Jamshidi Mo. (ed): "Intelligent Control Systems Using Soft Computing Methodologies“, CRC, 2001. 18. J. Abonyi, R. Babuška, and B. Feil: "Fuzzy modeling and model-based control for nonlinear systems. "St. Louis, USA, May 2003. 19. Zhiqiang Gao, Thomas A. Trauttsch and James G. Dawson: "A Stable Self-Tuning Fuzzy Logic Control System for Industrial Temperature Regulation“ 776 IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, VOL. 12, NO. 5, SEPTEMBER 2004. 20. Ramirez, D.R., M. R. Arahal, and E. F. Camacho: "Min–Max Predictive Control of a Heat Exchanger Using a Neural Network Solver“ 1063-6536 © 2004 IEEE. 21. Naresh K. Sinha, and Madan M. Gupta: "Soft Computing & Intelligent Systems: Theory & Applications“ Academic Press, USA, 2000. 22. Yasuhiko D., et al., "Industrial Applications of Soft Computing A Review:, IEEE, 2001. 23. Viljamaa P. "Fuzzy Gain Scheduling and Tuning of Multivariable Fuzzy Control—Methods of Fuzzy Computing in Control Systems“ Tampere 2002. 25. MATLAB 7.0.4/SIMULINK. 2005.

IMPULSIVE AXIAL LOAD OF AN ENDLESS BAND-SAW

Kaliński W., Wojnarowski J. (*Силезский Политехнический Институт, г. Гливице, Польша*)

The paper presents some results of investigations concerning experimentally loaded band-saws. These results allow to assess the design with regard to its vibrations, load, stability and vibration control.

1. Introduction

Cutting-off machines with rotary heads are usually produced in small or mean-sized dimensions. They constitute the majority of the applied cutting-off machines due to several advantages and their comparatively low price. Their optimal exploitation, comprising the shortened time of operation, extended lifetime of the saws, the achievement of the required accuracy of cutting and small losses of material, require the meeting of various conditions, including such conditions which mutually exclude each other. How, for instance, can the necessity of applying a small scale of a saw used to cut thin walled objects in some phases of their treatment or bunch of objects be reconciled with the possibility of using a saw of a smaller scale in other phases of cutting in order to achieve a higher efficiency. In a certain range of application this problem can be solved, but this needs a continuous control of the

impulsive load of the saw teeth in the pressure of the saw would not overstress them. A too high force of cutting per tooth leads most often to its soon blunting, a slipping of the saw on the driving wheel or even to its fracture. In order to ensure adequate conditions of exploitation the manufacturers of saws quote a number of requirements which have to be satisfied.

The first requirement is the choice of the proper kind of saw. The next, the application of the scale, depending on the kind of material that is to be cut, its dimensions and inclination to cause vibrations. Other conditions are the application of the right cooling lubricant and the adequate axial tape feed (band feed) of the saw. One of the most important conditions is the application of the proper pressure of the saw onto the object which is being cut. And just here to essential problem is encountered, viz. how to solve this problem practically despite of those changing mechanical parameters, so difficult to be observed by the operator and so decidedly influences the entire operation. The best solution would be the application of an automatic system equipped with sensors and a control system, reacting to too small and too great loads exerted on teeth of the saw. The absolute majority of presently applied cut-off machines does not warrant precise adjustment of the in-feed of the saw into the treated object.

2. Choice of the band-saw scale

The results of experimental investigations carried out both at research centers and by many manufacturers of saws indicate that over the whole width of the cut element there should be at least [4]:

- three edges of a tooth for soft material, or
- six edges for hard material and material naturally tending at self-hardening.

As the conditions of shavings deteriorate and the shavings become arrested between the teeth, and because the amount of thermal energy that is carried off decreases, it has been assumed that the optional number of simultaneously cutting teeth ought to amount to

- 6 – 12 teeth in the case of cutting soft material,
- 12 – 24 teeth when hard material is being cut.

When objects with a diversified shape and a changing width are cut, the number of teeth should be adapted to the most frequently encountered width of adhesion of the edges to the object that is being cut, keeping to the principle of the least number of teeth for the narrowest cross-section and the maximum number of teeth for the widest cross-section. Practical application indicates, however, in some geometrical shapes of the cut objects a considerable shortening of the life of the saws and also a deterioration of the machined surfaces.

3. Impulsive axial load of the saw

In an earlier publication [1] a model of changes in the axial load of a band-saw has been discussed. The constructed model satisfied the following assumptions: a saw with a constant scale shifts at a constant speed in relation to the cut object, the width of cutting equals the multiple of the saw scale. In spite of these simplifications it demonstrates properly the way of analyzing the load of the saw.

Experimental investigations of all the three components of the force of cutting is possible only in a limited range, applying special force converters, e.g. from the firm Kistler [2 - 4]. In order to determine the axial force of cutting a measuring device with two piezoquartz force converters was designed [5]. For the purpose of ensuring analogical conditions of measurements the cutting machine was supplied via a frequency converter. Besides that a dynamometer was constructed which in compliance with the requirements of the producers was calibrated in units of stress *MPa* and displayed a distribution above 1.5 *MPa*. Fig. 1 presents this device axiomatically. It has two fixtures 3 with screws 6 fastening it to the saw, a screw 8 adjusting the length of the base of measurements and a dial gauge with a distribution of 10^{-9} m.

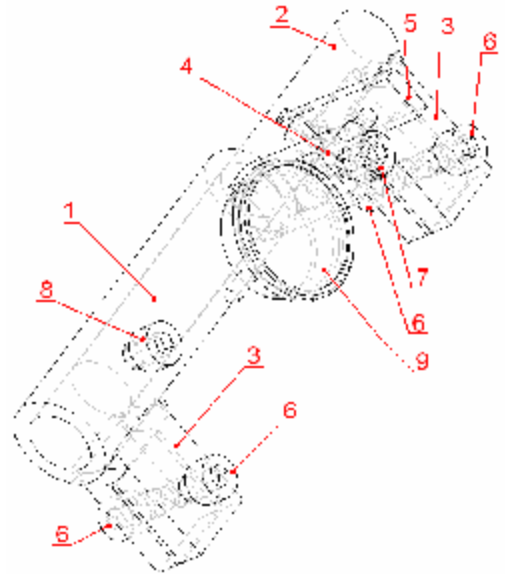


Fig. 1. Dynamometer

In measurements of the components of the cutting force, of much importance are the dimensions of the cut object or their bundles, the state of the surface (e.g. oxides and lap-pings), discontinuities of the line of cutting, their geometrical features, the scale of the saw and failures in the construction of the tooth edges [2], as well as the speed of motion of the saw. Such requirements are put forward in the case of determining the properties of the cutting forces and when their influence on the dynamical phenomena in the system “cutting machine fixture saw” is tested. The assessment of the possibility of applying the chosen physical feature of the signal of the cutting force, the adjustment of the force of shifting, requires however a restriction of its axial component, because it is a better measure of the saw between the delivery guides.

Fig. 2. illustrates the location of the device for measuring the axial component in the fixture of the machine. The object to be cut was bedded in order to reduce the effect of the friction force on the measured quantity.

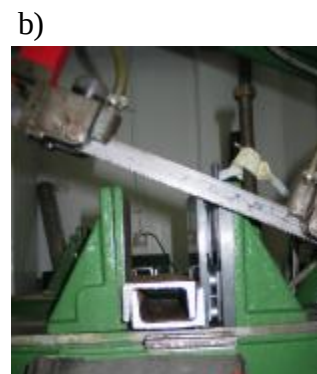
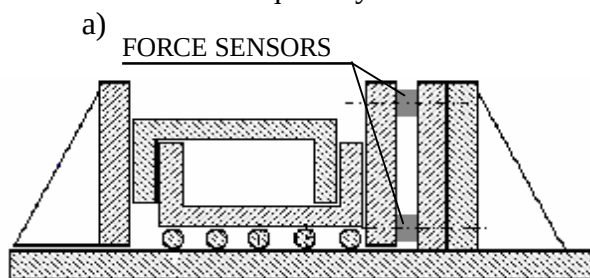


Fig. 2. Measuring system: a) configuration, b) installation in the cutting machine

An axonometric sketch of this device is to be seen in Fig.3. Between the pressure plates 1 and 13 there is a support 9, which can be displaced /shifted/ by means of a screw 10. To the right-hand side two converters of force W201B04 (PCB Piezotronics^{INC}) are fastened with a range of 4450 N and a distribution of 0.089 N_{rms} each. On the right-hand side of the support there is a washer, which together with the converter system constitutes a three point supporting system of the cut object, positioned in the direction of the axial component of the cutting force.

A series of measurements was carried out under differing conditions of operating of the cutting machine, a SELECT-0-MAT 320, adapted for such investigations. A bimetal saw of the type TORNADO III, produced by the firm FENES SA was applied, with a changeable tooth scale $5/8$ per *inch* (25.4 mm). The average speed of motion of the saw amounted to 0.4 m s^{-1} . The applied lubricating and cooling emulsion was 3 % concentrate OAK KOOL 315 (STATOIL).

The force converters were connected to a double – channel dynamic signal analyzer HP 95665A. Graphical results were prepared by means of the programmer View Data HP. Fig. 4 shows the change of values of the force in time, measured by the upper converter during the cutting of the central part of the packet of channel sections, the configuration of which is to be seen in Fig. 2a.

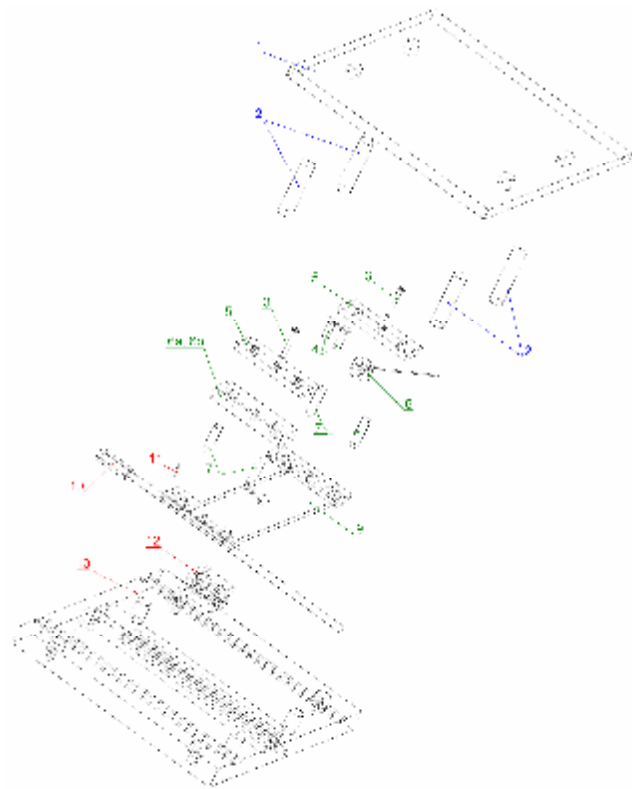


Fig. 3. Sketch of the device for measuring the force

The modal value of the spectrum with a frequency of 103.75 Hz is connected with the frequency of getting in mesh in the zone of machining. It is to be noticed that this component is fuzzy because the applied saw has a changeable scale, which is used in order to reduce the excited vibrations of the system in the resonance zone. Measurements carried out at various values of the shifting of the head, indicate that this component depends on the degree of unscrewing the valve throttling the flowing out the hydraulic liquid from the cylinder holding up the head.

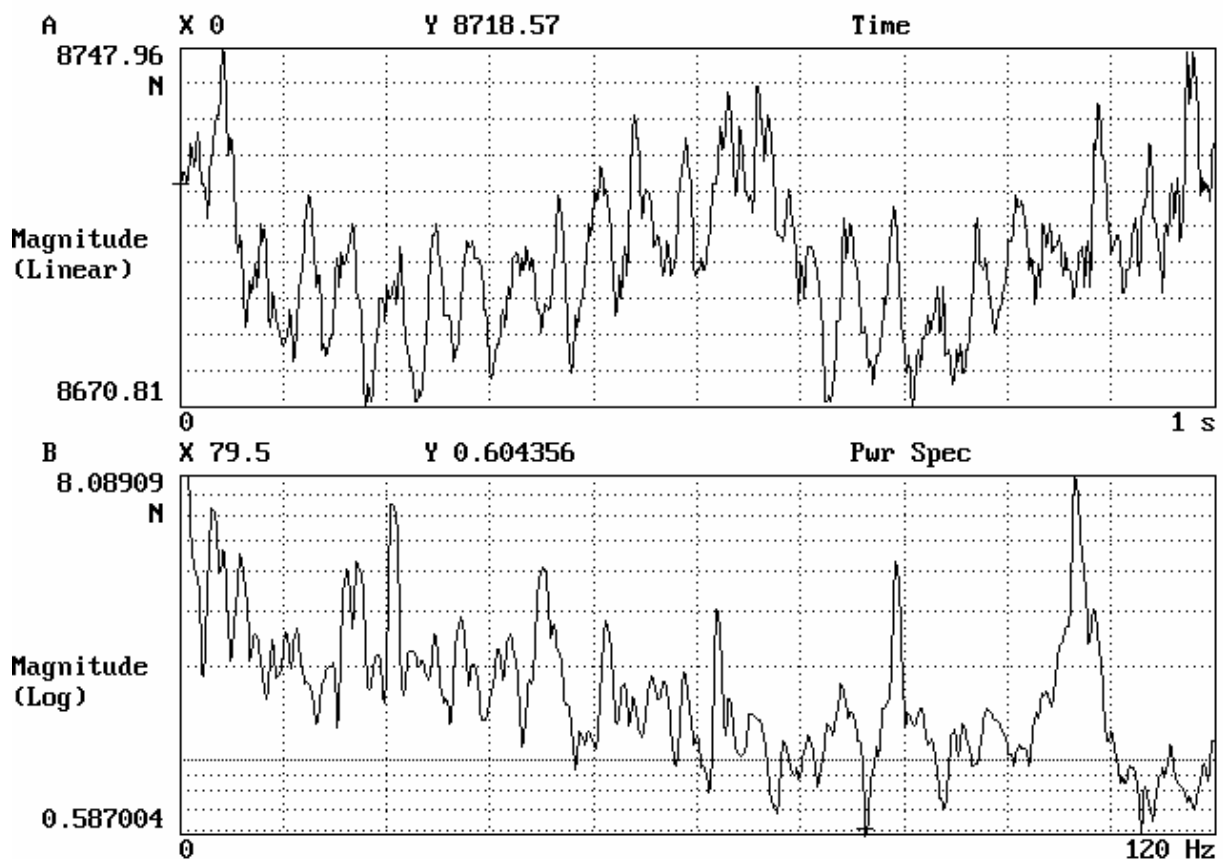


Fig. 4. Time schedule and spectrum of the axial cutting force

When object or packets of objects are cut which satisfy this condition, an adequate component of the spectrum of axial load exerted on the band saw can be applied to control the motion (shift) automatically. It should be checked, however, whether this assumption holds true also in the case of other thin – walled profiles.

References: 1. Адамчык Я., Войнаровски Ю., Калинин В. Проблемы нагрузки ленточной пилы распиловочного станка с замкнутой лентой. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сборник научных трудов: вып. 25, ДНТУ, Донецк 2003, с. 3 – 7. 2. Anderson C., Ståhl J. –E., Hellbergh H. Bandsawing. Part II: detecting positional errors, tool dynamics and wear by cutting force measurement. *Int. J. of Machine Tools & Manufacturing*, nr 41, 2001, pp. 237-253. 3. Ko T. J., Kim H. S. Mechanistic cutting force model in band sawing. *Int. J. of Machine Tools & Manufacturing*, nr 39, 1999, pp. 1185-1197. 4. Miracki A., Wolak B. Normatywy warunków obróbki przecinarkami taśmowymi. Instytut Obróbki Skrawaniem. Kraków, 1989, 29 s. 5. Mitreǵa P. Algorytm doboru taśmowych pił bez końca przecinarek z głowicami wahliwymi. Dypl. praca inż. IAPTIZSW, Pol. Śl., Gliwice 2006. 6. Sauerer Ch. Zergspannkraftmessung beim Metallbandsägen. *Industrie Anzeiger*, Nr 35, 1990.

WPLYW KINEMATYCZNYCH BŁDÓW ORIENTACJI ROBOTA MONTAŻOWEGO NA MONTOWALNOŚĆ CYLINDRYCZNYCH POŁĄCZEŃ CZĘŚCI MASZYN

Kluz R. (Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)

In this work presented methodology identification of attained of error industrial robot.

Wprowadzenie. Podstawowym warunkiem osiągnięcia wysokiej niezawodności pracy zrobotyzowanego systemu montażowego jest spełnienie warunku montowalności dla wszystkich kojarzonych części, charakteryzowanej wartościami tolerancji montowanych elementów oraz wartościami dopuszczalnych przemieszczeń liniowych i kątowych w granicach których możliwy jest jeszcze montaż. Dokładność robota przemysłowego uzależniona jest od znacznej liczby czynników, w związku z czym obarczona jest błędami pozycjonowania i orientacji, należącymi do jego podstawowych charakterystyk, wśród których do najważniejszych należy zaliczyć kinematyczne błędy napędów przy ustawianiu zadanych wartości współrzędnych uogólnionych, mające główny wpływ na poprawną realizację procesu montażu cylindrycznych części maszyn [1].

Orientację końcówki roboczej manipulatora robota przemysłowego w przestrzeni można określić za pomocą trzech kątów. Jeżeli przy powtarzających się kolejno ruchach manipulatora każda ze współrzędnych uogólnionych q_j zostaje ustawiona z pewnym niewielkim odchyleniem (błędem) Δq_j odżądanego ustawienia nominalnego, to orientacja chwytaka dozna również odchylenia odżądanej orientacji nominalnej. Kąty orientacji Φ, Ω, Ψ będą przy każdym cyklu nieco inne, doznając odchylen j, w, r . Wprowadzając pewną przestrzeń z prostokątnym układem współrzędnych j, w, r , odmierzając na poszczególnych osiach współrzędnych odchylenia kątów orientacji, to każdorazowo odchylenie orientacji chwytaka będzie w niej reprezentowane przez pewien wektor $\vec{\Lambda}$ o składowych równych odpowiednio $\vec{j}, \vec{w}$ i $\vec{r}$ [2].

W przypadku realizacji procesu montażu połączeń obrotowych nie ma znaczenia względne katowe położenie części w przekroju prostopadłym do osi bazowej części, zatem nie wszystkie kąty orientacji chwytaka mają wpływ na przebieg procesu montażu. Biorąc pod uwagę warunek prawidłowej orientacji obiektu w trakcie montażu części oraz symetryczność kojarzonych powierzchni, można dojść do wniosku, że kat orientacji wokół osi orientowanego elementu nie ma bezpośredniego wpływu na proces montażu obrotowych części maszyn. Umożliwia to przejście od zagadnienia przestrzennego do płaskiego, upraszczając w znaczny sposób analizę błędów orientacji robota.

Probabilistyczny model matematyczny błędów orientacji robota montażowego. Błąd orientowania chwytaka robota może być przedstawiony jako wektor o składowych:

$$\begin{aligned} j &= \Phi - \Phi^0 \\ w &= \Omega - \Omega^0 \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie: Φ, Ω są aktualnymi kątami ustawienia chwytaka, a Φ^0, Ω^0 są kątami położenia nominalnego. W ogólnym przypadku, mamy do czynienia ze zmienną losową będącą wektorem odchylen położenia aktualnego od położenia nominalnego. Składowe j, w, r tego wektora są pewnymi funkcjami pewnych niezależnych zmiennych losowych $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$

$$\begin{aligned}\Phi &= f(Q_1, Q_2, \dots, Q_n), \\ \Omega &= h(Q_1, Q_2, \dots, Q_n),\end{aligned}\quad (2)$$

W rozważanym przypadku, kąty ustawienia poszczególnych par kinematycznych są niezależnymi zmiennymi losowymi, natomiast błędy orientacji (2) są składowymi tego wektora.

Zakładając, że błędy zmiennych niezależnych Q_j mają znany rozkład i że są statystycznie niezależne momenty drugiego rzędu wypadkowego błędu orientacji [B] mogą zostać wyznaczone w następujący sposób:

$$[l_{jk}] = [C] \cdot [s^2] \cdot [A]^T = \begin{bmatrix} l_{\Phi\Phi} & l_{\Phi\Omega} \\ l_{\Omega\Phi} & l_{\Omega\Omega} \end{bmatrix} \quad (3)$$

gdzie

$$[s^2] = \begin{bmatrix} s_{Q_1}^2 & 0 & \mathbf{L} & 0 \\ 0 & s_{Q_2}^2 & \mathbf{L} & 0 \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ 0 & 0 & \mathbf{L} & s_{Q_n}^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

jest macierzą wariacji niezależnych zmiennych losowych Q_j

Elementy macierzy (3) zapisane w rozwiniętej postaci przyjmują postać:

$$\begin{aligned}l_{\Phi\Phi} &= \left(\frac{\partial f}{\partial q_1} \right) s_{Q_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial q_2} \right) s_{Q_2}^2 + \mathbf{L} + \left(\frac{\partial f}{\partial q_n} \right) s_{Q_n}^2, \\ l_{\Omega\Omega} &= \left(\frac{\partial h}{\partial q_1} \right) s_{Q_1}^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial q_2} \right) s_{Q_2}^2 + \mathbf{L} + \left(\frac{\partial h}{\partial q_n} \right) s_{Q_n}^2, \\ l_{\Omega\Phi} &= \frac{\partial f}{\partial q_1} \frac{\partial h}{\partial q_1} s_{Q_1}^2 + \frac{\partial f}{\partial q_2} \frac{\partial h}{\partial q_2} s_{Q_2}^2 + \mathbf{L} + \frac{\partial f}{\partial q_n} \frac{\partial h}{\partial q_n} s_{Q_n}^2,,\end{aligned}\quad (5)$$

o następującym znaczeniu:

- $l_{\Phi\Phi} = s_{\Phi}^2$, wariancja składowej Φ wektora błędu orientacji [B],
- $l_{\Omega\Omega} = s_{\Omega}^2$, wariancja składowej Ω wektora błędu orientacji [B],
- $l_{\Omega\Phi} = l_{\Phi\Omega} = \text{cov}(\Phi, \Omega)$, kowariancja składowych Φ, Ω wektora błędu [B] (moment korelacyjny)

Zakładając, że każda z niezależnych zmiennych występująca w dwuwymiarowej funkcji (2) ma rozkład normalny, określony przez funkcję będącą gęstością prawdopodobieństwa rozkładu odchylenia zmiennej Q_j od wartości nominalnej o wartość Δq_j , to wówczas rozkład dwuwymiarowy błędów orientacji Δj i Δw w praktycznych zastosowaniach mających zastosowanie dla małej wartości błędów, może być traktowany jako rozkład normalny. Gęstość prawdopodobieństwa dwuwymiarowego rozkładu normalnego dla zależnych zmiennych losowych, w układzie osi centralnych może być zapisany w postaci:

$$f(\Delta j, \Delta w) = \frac{1}{2p s_j s_w \sqrt{1 - r_{jw}^2}} \exp \left[-\frac{1}{2(1 - r_{jw}^2)} \left(\frac{\Delta j^2}{s_j^2} - 2r_{jw} \frac{\Delta j}{s_j} \frac{\Delta w}{s_w} + \frac{\Delta w^2}{s_w^2} \right) \right] \quad (6)$$

gdzie

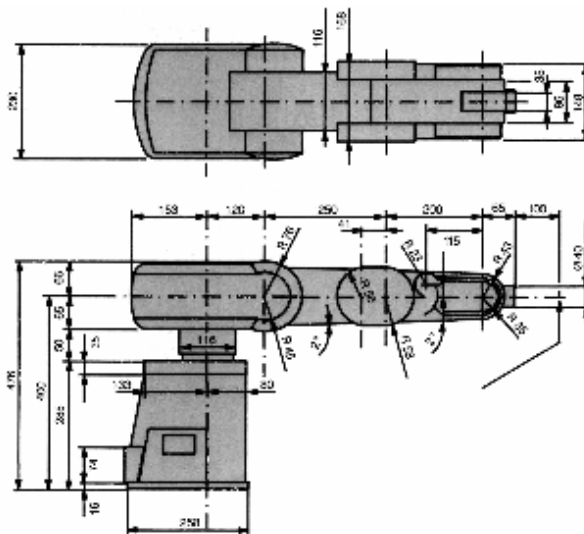
$$r_{jw} = \frac{\text{cov}(j, w)}{s_j^2 s_w^2} \quad (7)$$

jest współczynnikiem korelacji między dwoma zmiennymi błędów orientacji j i w . Równania elips koncentracji prawdopodobieństwa błędów orientacji można wówczas zapisać w postaci:

$$\frac{1}{(1 - r_{jw}^2)} \left(\frac{\Delta j^2}{s_j^2} - 2r_{jw} \frac{\Delta j}{s_j} \frac{\Delta w}{s_w} + \frac{\Delta w^2}{s_w^2} \right) = l^2 \quad (8)$$

Wyniki badań eksperymentalnych. W celu zweryfikowania poprawności przedstawionej metody rozwiązano przedstawiony model matematyczny dla robota Mitsubishi RV – M2 (rys. 1) zainstalowanego na stanowisku montażowym. W tym przypadku kąty orientacji końcówki roboczej (9):

$$\begin{aligned} \Phi &= q_1 \\ \Omega &= q_2 + q_3 - q_5 \end{aligned} \quad (9)$$



Rys.1. Schemat robota Mitsubishi RV – M2

zależą w prosty sposób od kątów ustawienia poszczególnych par kinematycznych. Wyrażenie dla wariacji dwóch zmiennych losowych błędów orientacji chwytaka przyjmuje więc postać:

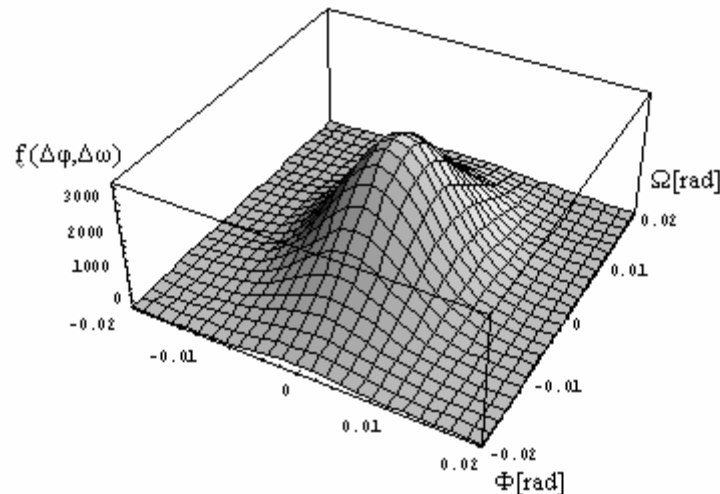
$$\begin{aligned}
l_{\Phi\Phi} &= s_{\Phi}^2 = s_{q_1}^2 \\
l_{\Omega\Omega} &= s_{\Omega}^2 = s_{q_2}^2 + s_{q_3}^2 + s_{q_5}^2 \\
l_{\Omega\Phi} &= \text{cov}(\Phi, \Omega) = 0
\end{aligned} \tag{10}$$

Z analizy funkcji zmiennych losowych wektora odchyłeń położenia aktualnego od położenia nominalnego wynika, że wartość wariancji tych zmiennych jest taka sama dla wszystkich pozycji manipulatora RV – M2, przy jednoczesnej niezależności rozpatrywanych zmiennych losowych (współczynnik kowariancji dla dowolnej pozycji manipulatora wynosi zero).

Dla wybranych punktów w przestrzeni roboczej dokonano pomiarów zmiennych losowych powtarzalności błędu orientacji pozycjonowania. Analizę przeprowadzono w dwóch etapach:

- Etap I - weryfikacja hipotezy $H_1: r_{jw} = 0$ tzn. że współczynnik korelacji r_{jw} w badanej populacji jest równy 0
- Etap II weryfikacja hipotezy o zgodności rozkładu empirycznego w układzie osi głównych z rozkładem hipotetycznym przy zastosowaniu test zgodności I Kołmogorowa

Dla wszystkich punktów pomiarowych przestrzeni roboczej wyniki analizy nie przeczyły hipotezie, że współczynnik korelacji liniowej jest równy 0. Dalsze badania kinematycznych błędów orientacji końcówki roboczej wykonującej operację montażu cylindrycznych połączeń części maszyn wykazały brak podstaw do odrzucenia hipotezy, że dane eksperymentalne pochodzą z dwuwymiarowych zmiennych losowych o wartościach wyznaczonych za pomocą modelowania matematycznego (rys. 2).



Rys. 2. Wykres funkcji gęstości prawdopodobieństwa dwuwymiarowego normalnego rozkładu błędu orientacji robota Mitsubishi RV – M2

Podsumowanie. Z przeprowadzonej analizy i badań wynika, że kinematyczny błąd orientacji robota Mitsubishi RV – M2 w niewielkim stopniu wpływa na montowalność cylindrycznych połączeń części maszyn. Ograniczony wpływ wynika z faktu, iż dla luzu dowolnej cylindrycznej jednostki montażowej uwarunkowanego koniecznością uwzględnienia kinematycznych liniowych błędów robota [3] maksymalny błąd orientacji $\Delta\omega (\pm s_{\Omega})$ jest znacznie mniejszy ($\Delta\omega \ll a_{gr}$) od maksymalnego dopuszczalnego kąta przekoszenia montowanych części a_{gr} (wynikającego z warunków geometrycznych i

siłowych procesu montażu występujących w obrębie rozważanej jednostki montażowej). W związku z czym można pominąć wpływ błędów orientacji, na prawdopodobieństwo poprawnej realizacji procesu montażu, po odpowiednim zmodyfikowaniu schematu kinematycznego robota, polegającym na wydłużeniu członu orientującego o długość L przyłączanej części, uwzględniając w ten wprowadzany przez część dodatkowy uchyb liniowy.

Literatura: 1. Łunarski J., Szabajkiewicz W. „Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn” Wydawnictwa Naukowo – Techniczne Warszawa 1993. 2. Z. Kotulski, W. Szczepiński, „Rachunek błędów dla inżynierów”. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2004. 3. Szabajkiewicz W., Kluz R. „Wpływ błędów kinematycznych na prawdopodobieństwo montażu cylindrycznych części maszyn”. Kwartalnik naukowo – techniczny Technologia i Automatyzacja Montażu, nr 2/2005.

INFLUENCE OF THE HOMOGENIZING VALVE TYPE AND WORKING PRESSURE ON STABILITY POMACED TOMATO JUICES

Komsta H. (*University of Technology, Lublin, Poland*)

The results of the influence of design of homogenizing valve and operational features of a homogenizer on fruit and vegetable juices are presented in this paper. In particular, studied was influence of the homogenizing valve type and working pressure on the stability, and on degree of disintegration and homogenization of a dispersed phase of pomaced juices from fruits and vegetables. It has been established, that pressure homogenizers can be used for production of juice, and that optimum value of homogenizing pressure falls within the range of 8-10MPa.

1. Introduction

Most of liquid materials, semi-products or final products used in food processing industry are characterized by high heterogeneity with regard to both their content and the quantity of the components making such systems. The size of the particles of dispersed phase and the distribution of their dimensions determine the stability of such system, rheological properties, and, in case of emulsion, they determine also their microbiological stability.

The process of receiving heterogeneous, stable, liquid systems (in particular emulsions) can be divided into the following cases (which often occur at the same time): increase of dispersion of the dispersion phase (disintegration); mixing together with a simultaneous addition of an appropriate emulsifier (which is often used) [1,2,4,6].

In industrial processing of fruits and vegetables on pomaced juices, most frequently colloidal mills are used. The expected degree of breaking-up, however, cannot be usually attained this way, especially when vegetal particles of irregular shape are processed [3, 4]. To maintain a nominal effectiveness of homogenization, the working chamber of a mill should be frequently cleaned. The pomaced juices from fruits and vegetables, produced in colloidal mills, are characterized by poorly homogenized structure and are subject to sooner separation during storage [1]. Moreover, in order to maintain the nominal dispersing effectiveness of the mill requires their working chambers to be frequently cleaned.

With the aim of improving the quality of pomaced juices, studies have been started to find possibility of installing pressure homogenizers in industrial process lines, which are characterized by many times smaller volume of the dispersing zone as compared with colloidal

dal mills. At the same time the values of energy density, volumetric flow intensity and power density obtained in the dispersing zone are also higher. An additional factor, which increases the degree of dispersing in the working chamber of a pressure homogenizer is the cavitations phenomenon occurring there.

2. The studies

The studies have been performed using CH0-20M type pressure homogenizer with the nominal capacity of 2 m³/h and working pressure between 4 and 22MPa. It was equipped with a flat, two-stage homogenizing valve and installed in the processing line for tomato and carrot-apple juices.

The two-stage homogenizing valve, installed in CH0-20 type homogenizers as a standard, has caused an autogenic increase of the homogenizing pressure to a value exceeding 20MPa. This occurred during tests on homogenization of pomaced juices and could lead to a failure of the appliance. In further tests, the flat homogenizing valve has been used, with greater gap width of the second homogenization stage. These tests have shown high quality of homogenized pomaced juices, with effect from homogenizing pressure of 5 to 7MPa (Bertuzzi recommended homogenizing pressure values of 15 - 18MPa for "Disperser" homogenizer, established in the line for processing pomaced juices) [3,5]. After several hours, however, an enormous wear has been observed in homogenizing gap, on the valve head and seat surfaces, and therefore the subsequent tests were carried out on a single-stage, conical valve.

Because there are no definite criteria for assessing the effectiveness of pressure homogenization of pomaced juices made from vegetables and fruits, the quality of homogenized juices and the degree of homogenization has been assessed by determining the following:

- the degree of separation S_R of the product being homogenized, according to the dependence

$$S_R = \frac{h}{H} \cdot 100\%, \quad (1)$$

where: h and H - height of the transparent layer in the juice sample being tested and total height of the sample respectively;

- characteristic dimension of dispersed phase particles determined using a microscopic method;
- changes in color, flavor, and smell of samples being tested. [1, 2,].

The results of testing, shown in Fig 1, represent the magnitude of emulsion breaking for tomato juice, which was not homogenized, homogenized using a colloidal mill only, and for juice obtained from pressure homogenizer equipped with the flat homogenizing valve, under homogenizing pressure $P = 12\text{MPa}$.

The results presented in Fig 1 shown, that in pressure-homogenized tomato juice, when flat homogenizing valve was used under homogenization pressure $P = 12\text{MPa}$, a breaking-up phenomenon did not occur. It then follows, that this juice can attain a good homogeneity in comparison with non-homogenized juice samples, or processed only with the use of the colloidal mill.

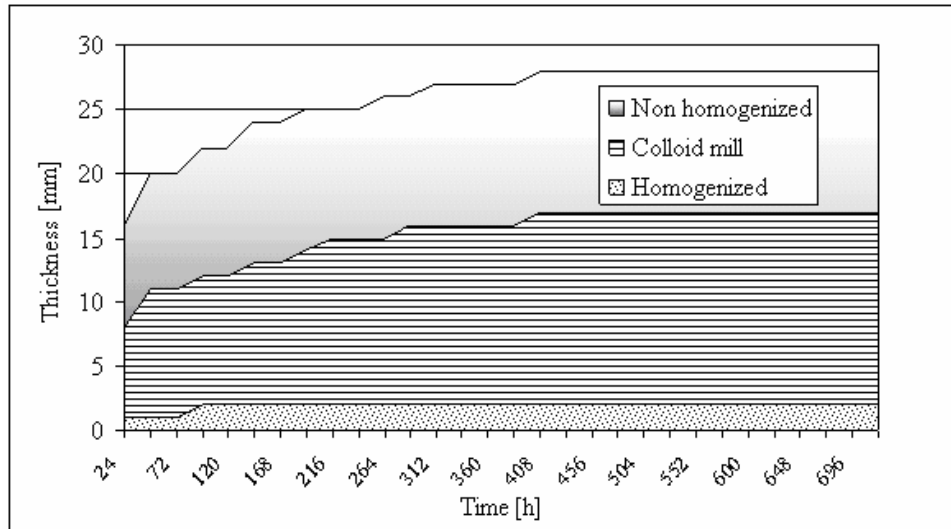


Fig. 1. Temporal changes in a thickness of the transparent, superficial layer, for various methods of breaking-up.

As it is shown by the curves in Fig. 1, during first 9 days (216 h) of storage the increase of the degree of separation in the sample of non-homogenized tomato juice has been noticed - up to 19% ($h = 25\text{mm}$). In the samples of juice homogenized using a colloidal mill the degree of separation reached about 12.0% ($h=14\text{ mm}$). Further storage of the samples of non-homogenized juice and juice homogenized with a colloidal mill, up to 30 days (720h), had practically no influence on the change in the degree of separation in those samples.

In the samples of juice dispersed and homogenized using a pressure homogenizer with a flat homogenizing valve and homogenizing pressure of $P= 12\text{MPa}$, evident phenomenon of separation has not been noticed (degree of separation lower than 3%, $h = 2\text{ mm}$), which shows its high uniformity as compared with the samples of non-homogenized juice or those of juice processed using a colloidal mill only.

The data depicted in Fig 2. show the influence of homogenization pressure and storage time on a thickness of transparent superficial layer, which appeared in the tested samples.

Testing conditions: pressure homogenizer was equipped with the conical valve, storage temperature was 22°C , glass bottles of 0.33 dm^3 capacity. Tested were samples homogenized under the pressures: $P= 0\text{MPa}$, $P= 4\text{MPa}$ and $P = 16\text{MPa}$. Emulsion breaking in samples of non-homogenized juice and homogenized under pressure 4MPa , appeared just after approximately 5 hours of storage. The samples of juice homogenized under 8MPa pressure had stable consistency and did not show emulsion breaking within the whole period of testing. In the samples of juice homogenized under pressure 12MPa , emulsion breaking appeared after 18 days (432h) and after 22 (528h) days of storage a transparent, superficial layer has been separated, 3mm thick. The sample of juice homogenized under 16MPa pressure demonstrated yet less stability. It started to delaminate after 10 days (240h) of storage. After 11 days (264h) of storage the value of the degree of separation S_R exceeded 3% ($h = 3\text{mm}$), and after 22 days (528 h) reached a stable level of 7.0 % (thickness of the transparent layer was $h = 10\text{mm}$).

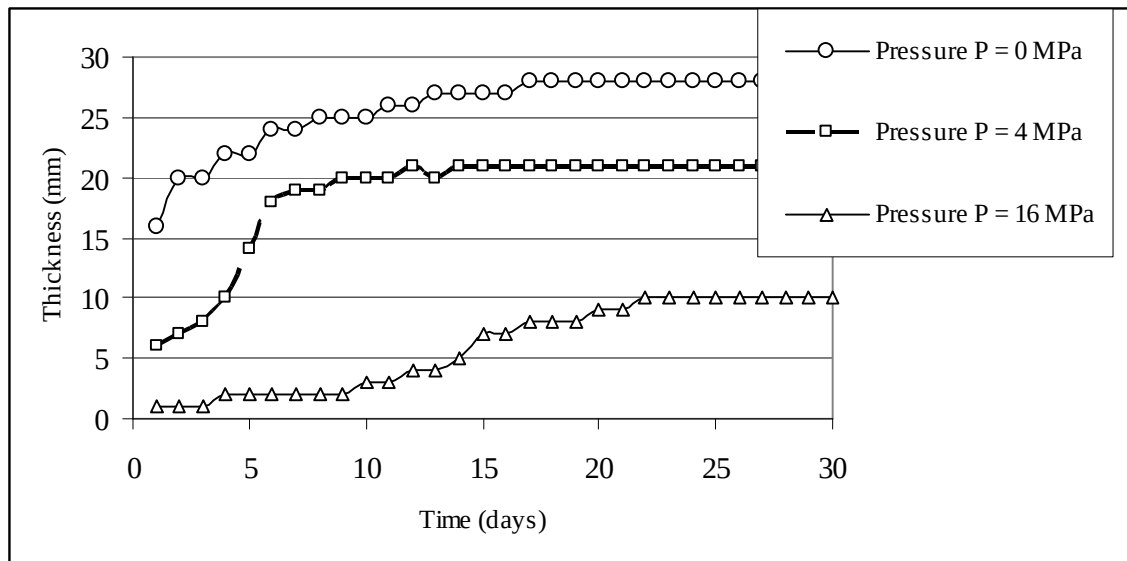


Fig. 2. Temporal changes in a thickness of the transparent, superficial layer, for various homogenization pressures P .

An analysis of flavor and smell has shown, that samples of juice homogenized under pressure were different from these homogenized in colloidal mill.

Pressure homogenized juice exhibited better homogeneity and intensity of a characteristic tomato flavor and smell, without others flavors and odorous. Carried out observations revealed that samples of juice, which were non-homogenized and homogenized under pressure $P = 4$ MPa, had light red color and visible bright inclusions. The samples homogenized under higher pressures had light red, intensive color with the orange shade.

Table 1 present the ranges of change in characteristic dimensions of dispersed phase particles depending on the design and operational parameters of the homogenizing device being investigated.

Table 1. The range of characteristic dimensions of dispersed phase particles

	Without disperser	Colloidal mill	Pressure homogenizer				
			Flat valve, pressure MPa	Conical value, pressure MPa			
			14.0	4.0	8.0	12.0	16.0
Characteristic dimension μm	1.1 - 26.0	1.0 - 6.1	0.8 - 3.01	1.1 - 21.2	0.9 - 10.7	0.9 - 10.2	0.8 - 6.9

The size of dispersed phase particles of a juice being investigated have been determined using a microscopic method according to the Polish Standard PN-75/A-86059.

3. Conclusions

The obtained results show usability of pressure homogenizers in processing pomaced tomato juices, together with the colloidal mills used hitherto.

Pressure homogenization causes increase in the degree of a product homogeneity, enrichment of flavor and smell, and significant extension in the period of storage of pomaced juices, without emulsion breaking.

The studies carried out yet have revealed, that the recommended value of pressure, for homogenization of pomaced tomato juices, averages 8 MPa.

References: 1. Friberg S. E., Larsson K. ed. 1997. Food emulsions. 3rd ed., rev. and expanded. Marcel Dekker, Inc. New York. 2. Groman, A. at al.: Wpływ podstawowych wyróżników konstrukcyjnych homogenizatorów ciśnieniowych na skuteczność homogenizacji soków przecierowych. Postępy techniki przetwórstwa spożywczego, 1993, 1, 33-45.(in polish). 3. Pijanowski, E. at al.: Technologia produktów owocowo-warzywnych. 1973, PWRiL, (in polish). 4. Popko, H. at al.: Badania zastosowania homogenizatorów ciśnieniowych do homogenizacji przecierowych soków owocowo-warzywnych. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. 1991, (in polish). 5. Rembowski, E.: Technologia kremogenów oraz przecierowych soków i napojów z owoców i warzyw. 1964, WPLiS Warszawa, (in polish). 6. Schubert H. 1997. Advances in the mechanical production of food emulsions. In Engineering & Food at ICEF 7 ed. by R. Jowitt. Part I. Sheffield Academic Press. Shieffield.

MODUŁOWOŚĆ I TECHNOLOGIE MODUŁOWE W RAMACH MONTAŻU ELASTYCZNEGO

Konefał B. (Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, POLSKA)

In article was presented assembly sequence on basis of a modular technology and methodology of elaboration of the modular technology. On the example of the B3A turbo-charger was extracted modules, which they were optimized and later was defined by the sequence of leading of installation. Main goal technology process was determined effect of a new assembly technology against traditional assembly method, which had been used so far.

Modułowość i technologie modułowe w obecnym czasie zyskują coraz większą rolę i zastosowanie w różnych dziedzinach produkcji. Dziś modułowość i techniki kojarzą się z sprzętem komputerowym, budownictwem, systemami produkcyjnymi, zarówno niezależnymi jak i zależnymi. Przykładem mogą być: samochody, maszyny wytwórcze, linie montażowe, moduły kształcenia, procesy technologiczne oraz technologie i produkty wykonywane według tej koncepcji. Produkty wykonywane według tej koncepcji można podzielić na:

- § moduły funkcjonalne – pozwalające na realizację funkcji składowych niezależnych lub wynikających z ich kombinacji,
- § moduły produkcyjne – projektowane niezależnie od funkcji albo zależnie od procesu technologicznego lub kolejności realizowanych operacji.

W przypadku modularyzacji wyrobów o wielu różnych funkcjach stosuje się w pierwszej kolejności podziału na moduły funkcjonalne, natomiast produkty o niewielkiej różnorodności funkcji najczęściej przyporządkowane są do modułów produkcyjnych.

Jak wiadomo, projektowanie produktu modułowego różni się od klasycznej metody wytwarzania i montażu. Różnice (tabl.1) pomiędzy tymi rodzajami produktów zauważa się na każdym etapie wytwarzania, a szczególnie na etapie projektowania i konstruowania produktów. Wprowadzona modułowość do produkcji pozwala przede wszystkim na racjonalizację i

projektowanie produktów. W przypadku produkcji wielu jednostek o różnych funkcjach w planach produkcyjnych pojawia się wielka liczba różniących się między sobą produktów różniących się nakładami konstrukcyjnymi i ekonomicznymi. Proces racjonalizacji wszystkie te trudności minimalizuje i zapewnia poprzez kombinacje utworzenie zespołów z gotowych podzespołów lub części.

Jednakże sam proces tu nie wystarcza, albowiem jest on tylko mechanizmem opracowywania i koncepcji, który musi być zweryfikowany z warunkami techniczno - ekonomicznymi. W szerszym zakresie powinien zapewnić poprawność pracy przy zamianach asortymentu produkcji, generując środki finansowe, o wiele niższe, niż przy tradycyjnych rozwiązaniach.

Rozwiązaniem całego problemu jest zastosowanie teorii grafów i wprowadzenie metodyki budowy modułowej technologii montażu.

Metodyka budowy optymalnych technologii modułowych przebiega następująco:

1. Przeprowadzenie wstępnej analizy danych początkowych według procesu technologicznego i wyposażenia montowanego.
2. Ustalenie czasu i obliczenie wydajności dla liczby strumieni i pozycji orientowania,
3. Wyznaczenie wszystkich wariantów struktury procesu i dobór kryteriów optymalnej struktury,
4. Opracowanie technologii modułowych na podstawie struktury automatycznej orientacji i ruchów orientujących,
5. Opracowanie modułowego kompletu zawierającego określoną liczbę TM umożliwiającego zakończenie automatycznego orientowania,
6. Opracowanie wariantów technologicznych rozmieszczeń i optymalnej technologii konfiguracji według macierzy
7. Wybór optymalnych konstrukcyjnych rozmieszczeń według kryterium, (optymalizacji struktury)
8. Określenie parametrów i charakterystyk oraz ich optymalizacja – optymalizacja parametryczna.

Tablica 1. Cechy charakterystyczne metody modułowej

Etapy analizy produktu	
Definiowanie (konceptja/ pomysł)	
Metoda konwencjonalna	Cechy produktu określone są przez klienta, badania rynku.
Metoda modułowa	Produkt jest bazą do wariantowania rozwiązań.
Projektowanie	
Metoda konwencjonalna	Zawiera funkcję głównie podlegającą podziałowi na komponenty i funkcje, ale bez podania powierzchni styku i zależności pomiędzy komponentami.
Metoda modułowa	Architektura produktu (technologii) jest w pełni określona i zapisana w postaci możliwości i ograniczeń decydujących o późniejszym rozwoju produktu.
Konstruowanie/wytwarzanie	
Metoda konwencjonalna	Konstruowanie i rozwój produktu przebiega według procesu kolejnych iteracji. Wygląd i ostateczna postać określona jest w końcowym etapie, jako efekt całego procesu projektowo – konstrukcyjnego.
Metoda modułowa	Realizacja procesu realizowana jest równolegle, automatycznie i przez różne zespoły/urządzenia.

W celu zobrazowania tematu, oto przykład opracowania procesu technologicznego w zakresie elastycznego montażu i technologii modułowej dla obiektu typu turbosprężarka B3A.

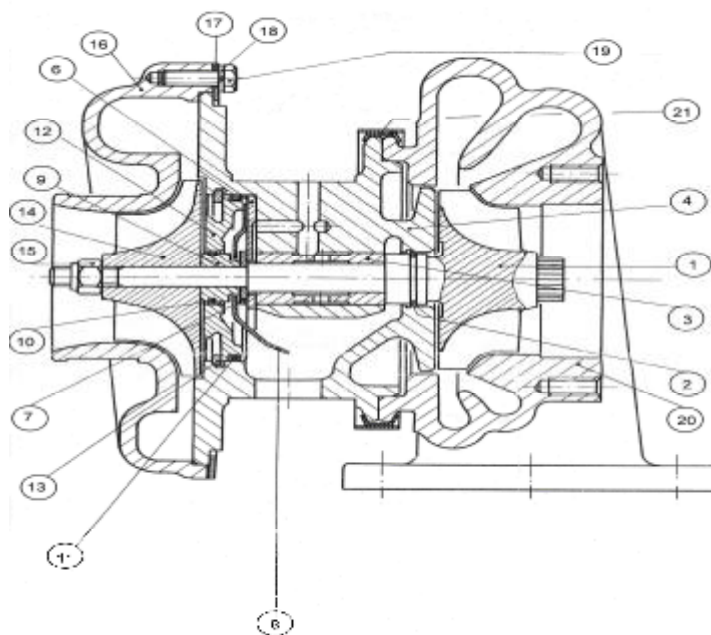
Obecnie turbosprężarka serii B3A (rys.1) produkowana jest w wielu wariantach różniących się parametrami technicznymi i gabarytami.

Analiza konstrukcyjno – technologiczna pozwoliła stwierdzić, że w wyrobie można wydzielić trzy następujące podzespoły: 1- podzespół kadłuba środkowego;; 2 - podzespół kadłuba wirnika; 3 - podzespół kadłuba sprężarki. Elementami bazowymi są: dla podzespołu 1 – wałek; podzespołu 2 – kadłub turbiny; podzespołu 3 – kadłub sprężarki.

Dla każdego z wydzielonych podzespołów zgodnie z opracowaną metodyką technologii modułowej ustalono kolejność montażu i wydzielono gotowe moduły.

Jednakże technologia modułowa wymaga szerszej analizy czynników stanowiących dane początkowe i późniejsze kryteria optymalizacji. Uwzględnienie tych czynników przebiega etapowo i zawsze w oparciu o element bazowy. Ważnym aspektem doboru jest podobieństwo czasów poszczególnych modułów. Zgodnie z przyjętymi kryteriami można ostatecznie wyróżnić 16 modułów z czasem realizacji i kosztami wytwarzania dla poszczególnych części.

Przyjęcie powyższych kryteriów umożliwia wydzielenie przedstawionych modułów, ale nie zabezpiecza nas przed niezauważalnymi błędami natury technicznej, które należy wyeliminować na drodze symulacji.



Rys.1. Rysunek konstrukcyjny złożeniowy turbosprężarki B3A

1 - Kadłub sprężarki, 2 - Koło sprężarki, 3 - Kadłub turbiny, 4 – Wirnik, 5 - Kadłub środkowy, 6 – Pierścień, 7 - Tuleja dystansowa, 8 – Łożysko, 9 - Płyta ściągająca, 10 - Łożysko oporowe, 11- Płyta sprężarki, 12 - Pierścień rozprężny, 13 - Pierścień uszczelniający, 14 – Obejma, 15 – Kołnierz, 16 – Deflator, 17 - Pierścień uszczelniający, 18 - Pierścień uszczelniający, 19 - Tabliczka znamionowa, 20 – Nakrętka, 21 - Tabliczka ostrzegawcza, 22 – Uszczelka, 23 – Uszczelka, 24 - Nit3×8, 25 – Śruba, 26 – Śruba, 27 - Podkładka sprężysta.

Moduły technologiczne dla przedstawionej serii produktu B3A mają postać (tabela.2) i zostały one określone i wydzielone na podstawie metodyki opracowania technologii modułowej. Dla zadanych warunków technicznych i organizacyjnych (koszt/technologiczność), ustalono optymalną kolejność operacji (rys.2), co może być podstawą do zaprojektowania stanowisk montażowych [3].

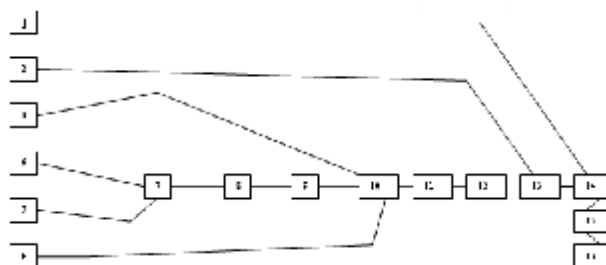
Ponieważ, technologia ta jest źródłem innowacji dla przedstawionego produktu kompletowanego klasyczną metodą montażu, należy określić wstępnie przybliżony efekt i współczynnik innowacyjności, przemawiający za lub odrzuceniem przedstawionej koncepcji dla jednostki wytwarzającej dany produkt.

Efekt dodatkowy technologii modułowej można określić według zależności [1];

$$E = P[(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] \quad (1)$$

gdzie:

$k=\{k_{11}, k_{12}, \dots, k_{3.12}\}$ – współczynnik wpływu czynników wyjścia na wejścia



Rys.2. Graf montażu modułów technologicznych dla turbosprężarki typu B3A

Tablica.2. Moduły technologiczne dla turbosprężarki typu B3A

Moduł I	Kadłub sprężarki Tablica znamionowa Nit 3×8	49.31.0009 49.31.00115 89.07.1411
Moduł II	Kadłub turbiny Tablica znamionowa Nit 3×8	49.31.0082 49.31.001115 89.07.1411
Moduł III	Płytkę sprężarki Pierścień uszczelniający	49.31.0024 49.31.0029
Moduł IV	Tuleja dystansowa Pierścień uszczelniający	49.31.0149 49.31.0034
Moduł V	Wał turbiny Pierścień uszczelniający	49.31.0010 49.31.0034
Moduł VI	Moduł III+ Moduł IV	
Moduł VII	Moduł V+ łożysko ślizgowe	49.31.0018
Moduł VIII	Podzespół kadłuba środkowego + Moduł VII	49.31.0020
Moduł IX	Łożysko oporowe + pierścień	49.31.0092 49.31.0026

	+ Deflator	49.31.0025
Moduł X	Moduł III + Moduł IV+ pierścień rozprężny	49.31.0023
Moduł XI	Koło sprężarki	49.31.0011
Moduł XII	Nakrętka	49.31.0151
Moduł XIII	Podzespół środkowy +Moduł II + obejma	49.31.0030
Moduł XIV	Podzespół środkowy + Moduł I	
Moduł XV	Podkładki środkujące +podkładki	89.06.0879 49.31.0018
Moduł XVI	Śruby	89.06.0275

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań wynika, że innowacyjność technologii modułowej dla badanego obiektu, pozwoliła na:

- § skrócenie czasu projektowania poprzez zastosowanie dokumentacji technologicznej wymaganej do projektowania modułu,
- § obniżenie kosztu całkowitego wyrobu,
- § skrócenie czasu montażu i dostaw między stanowiskami,
- § wzrost jakości produktu na każdym etapie wytwarzania (montażu), ponieważ podejście to pozwala skupienie swojej uwagi na zagadnieniach trwałości, niezawodności, funkcjonalności,
- § powtarzalność i wprowadzenie metody całkowitej zamienności montażu,
- § podniesienie efektywności montażu o 30% i 20% zmniejszenie kosztów.

Literatura: 1. Szabajkowicz W.: Opracowanie innowacyjnych technologii montażu. Technologia i Automatyzacja montażu, Nr. 1/1999, Warszawa. 2. Konefał B., Szabajkowicz W.: Technologia modułowa w środowisku Kompas 3D. Technologia i Automatyzacja montażu, Nr. 3/2005, Warszawa. 3. Łunarski J., Szabajkowicz W.: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn. WNT – Warszawa, 1993.

CALCULATION OF RUBBER COMPOUND DISTRIBUTION IN EXTRUSION CROSSHEAD

Lashmanov D. (R.T.U., Riga, Latvia)

A model is proposed that is an attempt to describe to some extent the principle of rubber compound flow in a roll covering crosshead.

A relatively simple software based on Microsoft Excel® sheet for the prediction of rubber compound flow behavior in a certain type of side-fed mandrel die (crosshead) is developed. The software allows estimating the velocity profile of a rubber compound across the outlet section of the die and corresponding pressure consumption.

Introduction.

When extruding elastomeric materials, the dimensions of products are essentially determined by the geometry of an extrusion die. When considering rheological point of view, the solution must be found, how should the dimension of the flow channel in the die be selected. In case of crossheads with annular exit cross section, that have been used for the production of rubber hoses and roll coverings, the most important points are the uniform melt distribution and keeping the pressure drop in reasonable limits. The conversion of the theoretical model into a software package allows for quality evaluation of the predictions.

The problem definition

The initial information needed for calculation is material data (Power Law values n and K , and compound density ρ), required mass throughput, as well as geometry conditions [1].

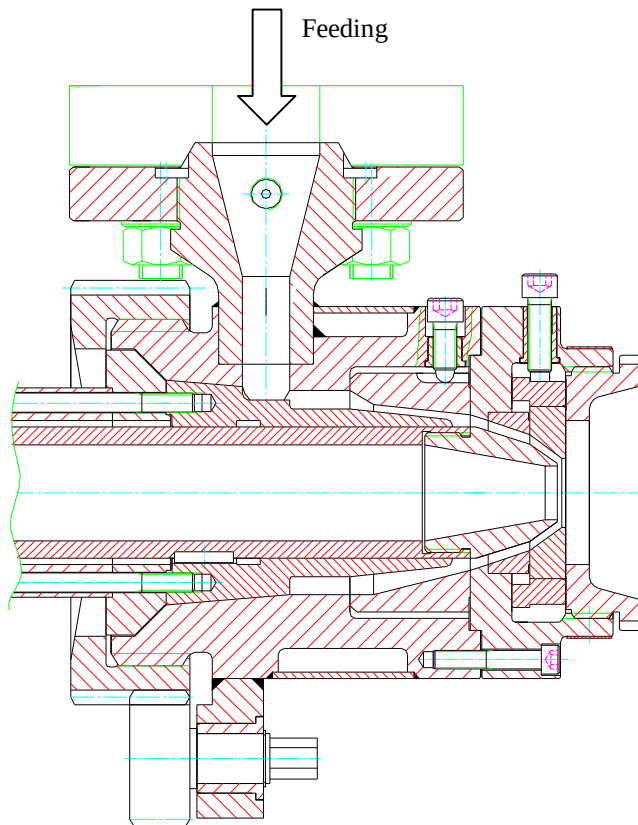


Fig. 1. Typical crosshead design

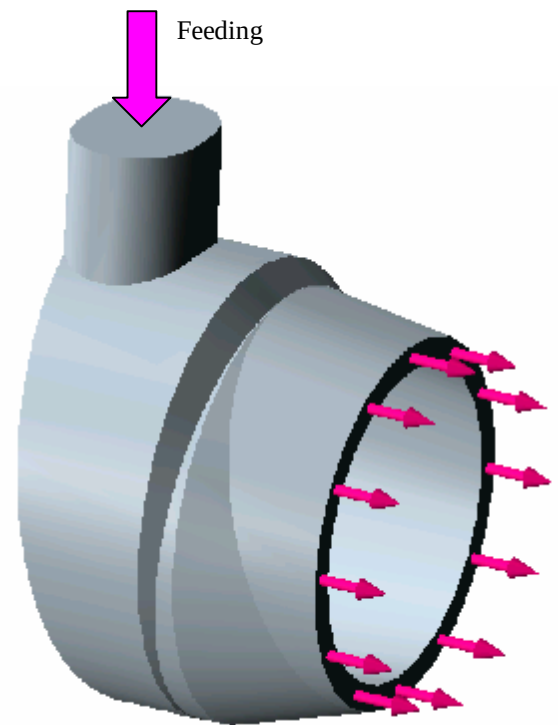


Fig. 2. Representation of rubber flow channel shape

Extrusion dies with annular exit cross-section can often be considered as wide-slit dies wrapped around an axis. Of course, the relation between the flow channel width

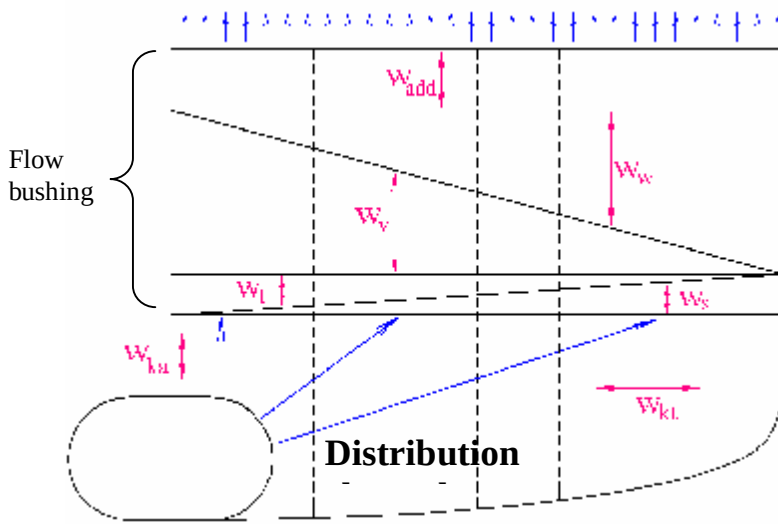


Fig. 3. Sketch of the unwrapped manifold

(perimeter of the circular slit) and the channel height B/H should be big enough. This condition is well satisfied in case the cross-head is of the given type (Fig. 1, 2).

Therefore, we may represent the side-fed manifold as a flat unwrapping. Owing to symmetry, only one half of the flow channel may be taken

The considered model assumes the existence of the following zones in the manifold

(Fig. 3):

- Distribution channel. It is assumed that a rubber compound flows in tangential direction in this zone only. During the flow, it meets the resistance w_{kt} , which causes pressure drop in the channel. Besides, the rubber flows in axial direction, as well. On that path, it feels the resistance w_{ka} . It results in the first part of the total pressure drop in the axial direction.
- The adjustable flow bushing. The geometry of the bushing consists of two pairs of intersecting cones (or a cylinder and a cone). This implies that there are four separate zones in the bushing. During the calculation of channel heights, the intersection of two cones because of its complexity has been turned into the intersection of a cone and a cylinder. Necessary corrections are made. The resistances in the four zones are respectively w_s, w_t, w_v, w_w .
- The last area where the rubber flow has been calculated is the additional resistance or a flat slit at the exit of the die. The additional pressure drop is caused by the resistance w_{add} .

The geometry of the die is divided into segments; the volumetric flow rates and pressure balances are done in each of them [2, 3].

The main steps of the algorithm are described below.

- 1) V_1 (the flow in the first slice in axial direction) has been iteratively assumed by the program user.
- 2) Starting from the V_1 and the initial data it is possible to find out the pressure drop in the first slice Δp_{a_1} :
$$\Delta p_{a_1} = \Delta p_{ka_1} + \Delta p_{S_1} + \Delta p_{T_1} + \Delta p_{V_1} + \Delta p_{W_1} + \Delta p_{add_1} \quad (1)$$

Each of the parts of this sum can be calculated as follows:

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V} \cdot 2(1+2n)}{n \cdot H^2 \cdot B} \right)^n \cdot \frac{2KL}{H}$$

Here: n and K – the parameters of the Power Law; $\dot{V}$ – the volume flow through the slit; H – the middle height of the lot; B – the width of the lot; L – the length of the lot.

- 3) The volume flow in the distribution channel V_{k_1} is calculated as the difference between the initial entering flow (one half of the full required flow) $V_{full}/2$ and V_1 :

$$V_{k_1} = \frac{V_{full}}{2} - V_1$$

- 4) From the known volume flow in the channel we can find the pressure drop in the channel between the centers of two neighboring slices with consideration of wall presence on one side of the channel:

$$\Delta p_{k_1} = \left(\frac{V_{k_1} \cdot 2(1+2n)}{n \cdot H^2 \cdot B} \right)^n \cdot \frac{2KL}{H} \cdot \frac{1}{F_p^n}$$

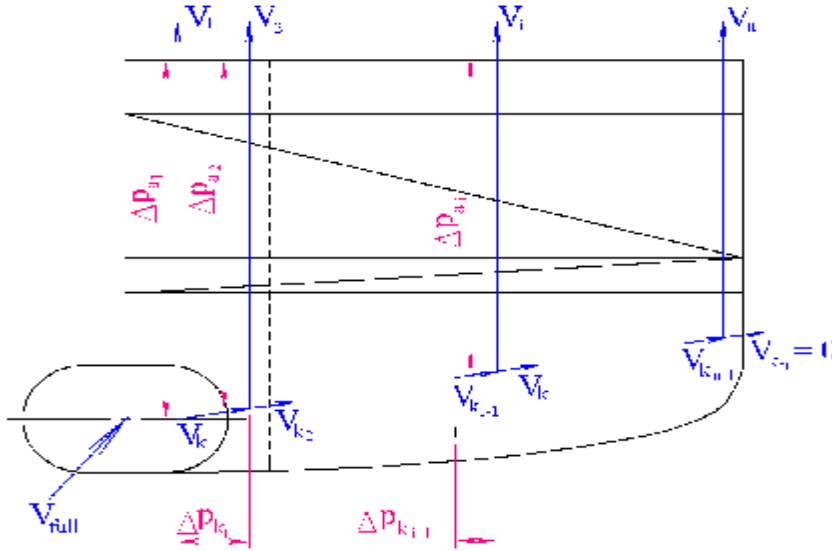


Fig. 4. Segmentation of the manifold for the calcula-

where F_p is the coefficient of shape:

$$F_p = 1,5766(H/B)^2 n^2 - 3,1156(H/B)^2 n + 1,6457(H/B)^2 - 1,9895(H/B)n^2 + 4,071(H/B)n - 2,7738(H/B) - 0,0211n^2 + 0,0394n + 0,9835$$

- 5) The pressure difference acting along the second slice is equal to the pressure drop along the first slice decreased by the pressure drop in the distribution channel between the first and the second slices: $\Delta p_{a_2} = \Delta p_{a_1} - \Delta p_{k_1}$

- 6) Now the problem is to find the volume flow through the second slice. Analogically with the equation (1) we have:

$$\Delta p_{a_2} = \Delta p_{ka_2} + \Delta p_{S_2} + \Delta p_{T_2} + \Delta p_{V_2} + \Delta p_{W_2} + \Delta p_{add_2} \quad (2)$$

Pressure drop on each of the sections can be described [7] as

$$\Delta p = K \cdot V^n \cdot w^n \quad (3)$$

where w is the channel resistance: $w = \left(\frac{2L}{H} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \frac{2 \cdot (1+2n)}{n \cdot B \cdot H^2}$

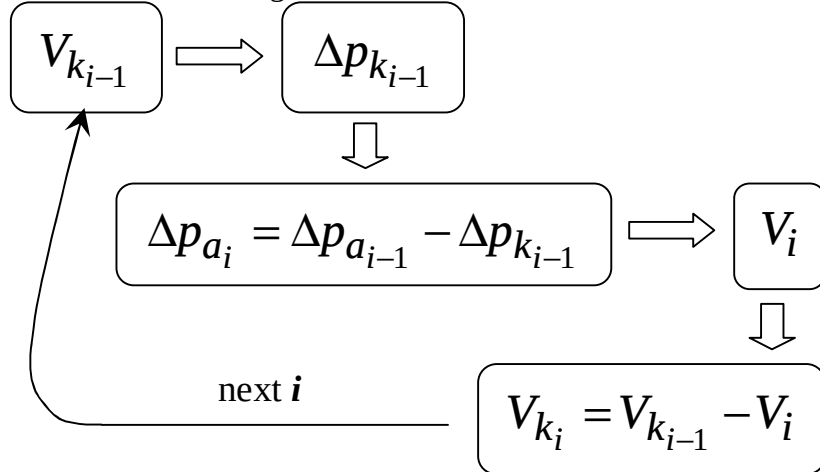
Substituting (3) for (2) we receive

$$V_2 = \left(\frac{\Delta p_{a_2}}{K \cdot (w_{ka_2}^n + w_{S_2}^n + w_{T_2}^n + w_{V_2}^n + w_{W_2}^n + w_{add_2}^n)} \right)^{\frac{1}{n}}$$

7) The following channel flow is

$$V_{k_2} = V_{k_1} - V_2$$

The calculation returns to step Nr. 4 and repeats consequently for all the slices. For the slice number i the algorithm can be written:



The control value of the program is the channel volume flow from the last slice. Obviously, this amount must be as close to zero as possible. In order to get this, user of the program should every time iteratively find an appropriate value of the assumed volume flow through the first slice V_1 .

Conclusions.

The main result of the calculation is the graph of the flow distribution at the exit from a crosshead (Fig. 5). It represents the relative volume flow distribution along the perimeter of the exit slit (0° - 180°) in comparison to theoretically even distribution.

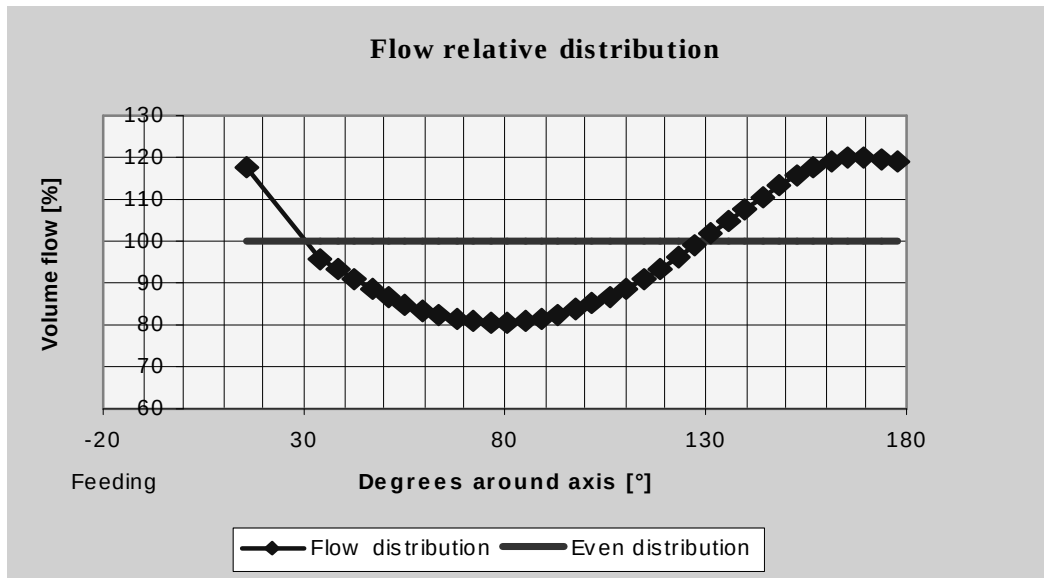


Fig. 5. Flow relative distribution

This work has been partly supported by the European Social Fund within the National Program "Support for the carrying out doctoral study programs and post-doctoral researches" project "Support for the development of doctoral studies at Riga Technical University".

References: 1. Walter Michaeli: Extrusion Dies for Plastics and Rubber. Design and Engineering Computations. Hanser Publ. 1992. 2. Standke, R.: Entwicklung eines Programms zur Simulation des Verteilverhaltens von Kleiderbügelverteiltern. Unpublished Studienarbeit at the IKV, Aachen 1988. 3. Schönewald, H.: Auslegung von Breitschlitzwerkzeugen für die Folien- und Plattenextrusion. Kunststoffe 68 (1978) 4, pp. 238-243.

TO THE QUESTION OF USING CORRELATOR FOR THE RESEARCH OF VEHICLE'S OPERATIONAL PROPERTIES

Leida K., Akopjan R.A. (Rzeszow University of Technology, Poland)

For the research of mass repeating phenomena wearing an element of chance, it is necessary to apply the apparatus of a mathematical statistician, in particular the correlation analysis permitting to learn and to meter a degree of complementarity of aleatory variables.

The complex researches of operational properties of vehicles allow to determine such correlation dependences between measurements of these properties, which one enable to forecast in predetermined thresholds of a value of one measurements on known values of other measurements.

One of the main gears in bus - laboratory is the correlator, intended for deriving autocorrelation functions and functions of mutual correlation of the ergodic stochastic processes. The application of correlator explains that at the statistical method of the estimation of operation properties it is necessary to allocate by a maximum quantity of the experimental material. And though the receiving of this material is not difficult, its application complicates by the hand-held handling of experimental data even at a given method of estimation.

The major requirement produced to the measuring instruments, which use for registration the processes in road conditions, is the necessity of saving of their work capacity during intensive jolting and vibration on roads of rough quality on high speeds of driving.

The correlators, which until recently were used for research the evocative stochastic processes, did not correspond to this requirement. Therefore orb of their application was restricted to laboratory conditions. The principal advantage of the offered correlator (correlation function is traced) is, that it enables to register investigated processes immediately during driving. It is ensured by application of the electronic scheme completely fulfilled on transistors.

For decreasing the negative effect of jolting and vibrations the installation of correlator on the cushion rack which is rigidly connected to the bus is stipulated.

The construction of the gear enables to conduct simultaneous record of six variable processes.

The functional scheme of correlator is showed in a Fig. 1.

displaces on 0,125 mm, that corresponds to the time step of delay 5 ms. Impulse counting devices are the triggers. As in the control system of the delay mechanisms there are five triggers, between two points of the correlation function the value of the delay steps make 5; 10; 20; 40; 80 ms. During changing the range of the delay 0...2,15 s and above named values of the delay steps are obtained accordingly 400; 200; 100; 50; 25 points of the correlation function. Write time of the registered processes 10; 30; 50; 70; 90 s.

It is possible to give the concrete guidelines at the choice of parameters of registering and countable devices of correlator, the write time T , the maximum delay t_{max} and step of delay Dt only on the base of wide usage the already available information of the investigated effect. The experimental data testify, that an overwhelming part of the spectral density of investigated magnitudes (relative displacement of the cushioning and unsprung masses, acceleration of the cushioning mass, effort in supporting members of the body and so further) is located in the frequencies interval of 1...10 Hz. For the registration the influence of higher and lowest spectrums components of the investigated stochastic processes the range of working frequencies of correlator is extended up to 0,5...20 Hz.

Taking into account a low-frequency spectrum component, we define maximum delay $t_{max} \approx 1/f_{min} = 1/0,5 = 2$ s; here t_{max} characterizes the point-cut of the correlation window.

It is supposed, thus, the highest frequency to evaluate by 5-10 points of references. At maximum frequency $f_{max} = 20$ Hz rendering considerable influence on the spectral density, $Dt_{min} = 5$ ms.

The definition of the frequency period component by 5-10 points of measurements represents precise enough. However processes components with the greater frequency will be present at the spectral density. Therefore, having defined maximum frequency as $f_{max} = 1/2 \times 1/Dt_{min} = 100$ Hz and with a sufficient foundation having supposed, that this frequency does not correspond some to noticeable power, it is possible to avoid superposition of frequencies. Accepted in the construction of the correlator delaying device five values of the delay steps of 5; 10; 20; 40; 80 ms ensure detection the highest of harmonics with frequency 100; 50; 25; 12,5; 6,25 Hz accordingly. Though in all cases, except for first, the superposition of frequencies is possible, nevertheless with increase of time delay step the influence of the process high-frequency components on the results of handling is diminished. Thus, from the analysis of correlation functions obtained at different values of time delay step, it is possible to extract the particular information about spectral components of the investigated process.

Shaped in the demodulator D_1 rectangular impulses of input frequency move on a RC-low-pass filter, and from there on the multiplier. The impulses shaping in the demodulator D_2 , move on the multiplier, passing a RC-low-pass filter. The multiplier represents the device of an impulse type, in which the impulses of the rectangular shape modulated on amplitude by voltage, being one of multiplicands are used. The second multiplicand express by duration of these impulses.

Shaped in the demodulator D_2 , the rectangular impulses with amplitude A_1 and fill factor k_3 , move on base of the transistor of the multiplier and define from expression

$$k_3 = t_u/T_u = B_1 k_{d2} k_m x(t), \quad (1)$$

where t_u - duration of impulse; T_u - period of repetition of impulse;

B_1 - scale conversion efficiency of investigated meters (stress loading, relative displacement, accelerations) in voltage,

V/Pa , V/mm , $V/s^2/g$; k_{d2} - an amplification factor of the demodulator D_2 ; k_m - an amplification factor of the modulator.

The collector of the transistor of the multiplier feeds output voltage of the channel I

$$U_1 = B_1 k_{d1} k_m x(t+t), \quad (2)$$

where k_{d1} - amplification factor of the demodulator D_1 .

The transistor is locked by any of impulses of the channel II. Thus on its collector the impulses are selected, the amplitude A_1 , which is defined with the initial voltage of the channel I:

$$A_1 = B_1^2 k_{d1} k_m k_y x(t+t), \quad (3)$$

where k_y – the amplification coefficient of the multiplier.

The averaged voltage on the exit of the multiplier we shall define from expression

$$U_1 = A_1 k_3 = B_1 k_{d1} k_m x(t+t) B_1 k_{d2} k_m x(t) = B_1^2 k_{d1} k_{d2} k_m^2 k_y x(t)x(t+t). \quad (4)$$

After handling the obtained signal with the help of the integrator the voltage proportional to the value of the correlation function is selected

$$U_{\Sigma} = B_1^2 k_m^2 k_{d1} k_{d2} k_y k_u \left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T x(t)x(t+\tau)dt, \quad (5)$$

which moves on the input of the recorder (k_u – the amplification coefficient of the integrator).

It is necessary to mark, that the expression (5) corresponds to the sample estimate of the correlation function

$$\psi(\tau) = \left(\frac{1}{T} \right) \int_0^{T-\tau} x(t)x(t+\tau)dt. \quad (6)$$

Alongside with this estimation in the correlation analysis also widely use the estimation as

$$\psi(\tau) = \left(\frac{1}{T-\tau} \right) \int_0^{T-\tau} x(t)x(t+\tau)dt. \quad (7)$$

The expectations of estimations (6) and (7) are defined by expressions:

$$E[y(t)] = g(t) \left(1 - \frac{t}{T} \right) \quad E[y'(t)] = g(t)$$

Correlation function received on an automatic recorder is defined by expression

$$\Psi(t) = B_1^2 B_2 B_3 k (1/T) \int_0^T x(t)x(t+t)dt \quad (8)$$

where B_2 - scale parameter of transformation of a voltage in a deviation of a feather of the registrar, mm/B^2 (here dimension of transformation " mm/B^2 " is entering artificially instead of dimension really received in the device " mm/B ". Mistakes in it are not present, as the average value of an output signal of the multiplier, though it is measured in volts, is a product of two impulses);

B_3 - scale parameter of transformation of a deviation of a feather of the registrar into units of measuring of correlation functions of researched processes, $N/sm^2/mm$; mm^2/mm ; $(m/s^2)^2/mm$; k - resulting multiplication factor by a voltage of correlator - the dimensionless value defined

as product of frequency factors of separate units

$$k = k_M^2 k_{d1} k_{d2} k_y k_u k_p. \quad (9)$$

here k_p - multiplication factor of the registrar.

Having defined by any way the first ordinate of correlation function $Y(0)$ (a dispersion of process) and processed the same realization of process on correlator, we shall receive factor μ_p which remains a constant and for other realizations of process at unchangeable adjustment of separate blocks of measuring devices. Value of the first ordinate of function $Y(0)$ can be found by human processing of recording of the same realization of casual process, which is processed on correlator. However such definition of $Y(0)$ is toilful and besides brings the element of an error caused by finiteness of an interval of processing. With decreasing a step and with increasing an interval of processing of a casual process accuracy is increased, but at the same time labouriousness of calculations grows also.

Scale of the curve correlation function, which is drawn on a paper tape of an automatic recorder, can be much easier defined by a processing on correlator any process described by the elementary function, dispersion of which is find analytically by the maximal value of this function. For getting of such process use the cam mechanisms providing uniformly accelerated, ramp (linearly - decreasing), trapezoidal and sinusoidal (cosine) laws of movement of a controlled link. We shall notice, that all without exception the listed laws easily allow to define a dispersion of process of accelerations changing (as it is known, by the law of movement of a controlled link of the mechanism is characterizing a process of accelerations changing).

In view of that, except the finding of a scale of correlation function of accelerations process, is supposed a definition of scale of correlation functions of processes of relative displacements and the voltages, linearly dependent on displacements, in calibration equipment is used the mechanism, which provides the sinusoidal law of movement of a controlled link and functional dependence of its move.

Literature: 1. Leida K., Akopjan R.A. The problems of modernisation and exploitation of buses and internal combustion engines. „Meta”: Lviv, 2001. – 410 p. 2. Akopjan R. The pneumatic suspension of the bus. „Meta”: Lviv, 2003. – 550 p.

ЭЛЕКТРЕТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИНЕРАЛЬНОГО КЛАССА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Lu Lude, Jang Xiao Xong, В.А. Струк, Е.В. Овчинников, Г.А.Костюкович, С.В. Авдейчик (Нанкинский университет науки и технологий, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Нанкин, г. Гродно, КНР, Беларусь)

During the lead examinations presence nanodisperse particles of the composite chemical composition containing in also metals in structure of ambers sets. Dispersion particles of ambers in independence of a view of an explored sample have developed morphology of surface layers.

Presence nanodisperse particles and developed morphology of surface layers is defined with the unique performances inherent in ambers. Formation quasicrystalline fields in structure of ambers sets as a result of inoculation nanoparticles a polymeric matrix.

В качестве модификаторов полимерных материалов широко используют органические и неорганические дисперсные частицы различного рода и происхождения. Одной из современных тенденций целенаправленного изменения структуры и свойств полимерных материалов является применение нанодисперсных частиц, обладающих собственным нескомпенсированным зарядом [1-3]. Наиболее широкое применение в промышленности нашли нанодисперсные частицы алмазосодержащих соединений, получаемых по бризантной технологии с отрицательным кислородным балансом.

Технология получения таких соединений отработана на достаточно высоком уровне, хорошо изучены структура и свойства алмазосодержащих наночастиц [3-9]. Недостатком данного класса наноматериалов является высокая стоимость конечного продукта (наночастиц алмаза), которая находится в области от 0,5\$ за один карат и выше. В последние годы было установлено, что наночастицы образуются и в силикатсодержащих материалах (слюда, кварц, глина, трепел и т.п.) при определенной технологической обработке [10-12]. Композиционные материалы, полученные с применением данных минералов, по своим физико-механическим характеристикам не уступали композициям, содержащим наночастицы алмазосодержащих продуктов, а в ряде случаев превосходили их [14-15]. Характерной особенностью алмазосодержащих наночастиц и силикатных наноматериалов являлось наличие собственного нескомпенсированного заряда, что проявлялось в наличие ЭПР-спектров и термостимулированных токов (ТСТ) и обуславливало их активность в полимерной матрице.

В виду того, что ряд вышеперечисленных наноматериалов принадлежат к классу неорганических материалов, то возникает вопрос о существовании такого наноэлектретного состояния в органических соединениях.

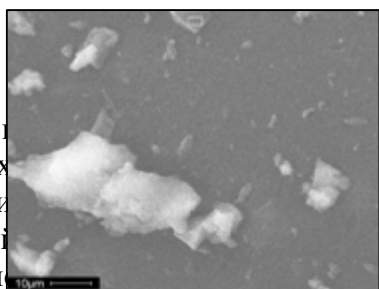
Цель работы – изучение структуры и свойств минерального класса органических соединений ископаемой смолы хвойных деревьев палеогенового периода для установления наличия наноэлектретных свойств в данных материалах.

В качестве объекта исследований был взят янтарь с месторождения Пальминкенское (Приморское). Для исследования использовались образцы, отличающиеся оптической плотностью в видимой части спектра электромагнитных волн: от полностью прозрачного до так называемого "поддельного янтаря" (bastard amber), черный янтарь – гагат.

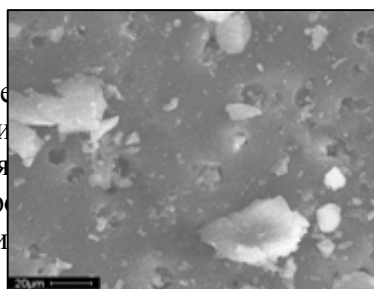
Исследования физико-химической свойств и структуры янтарей проводили традиционными методами рентгеноструктурного анализа, оптической, электронной просвечивающей и электронной растровой микроскопии, атомно-силовой микроскопии (АСМ), ИК- и ЭПР-спектроскопии, дериватографии по общепринятым методикам.

Янтарь – минерал класса органических соединений, ископаемая смола хвойных деревьев в основном палеогенового периода. Иногда термин "янтарь" неоправданно широко применяют к любым смолам, обладающим сходными качествами, но отличающиеся от янтаря по химическому строению. Согласно классическим представлениям, химический состав янтарей следующий: С – 76-81%; Н – 10-10,5%; 0,75-13% N и S-десятичные доли %. В ходе проведенных исследований методом рентгеновского спектрального микроанализа на растровом микроскопе JSM-6380LV были получены результаты, подтверждающие классические представления о химическом составе янтарей (рис. 1-3).

род, в
делах
разли
чений
мерн



отить наличие
торого, в зави
(рис. 1). В я
включения. Пр
случаев отли



ента, как кисло-
леблется в пре-
а, наблюдаются
лиз этих вклю-
оставу от поли-

Включения, содержащиеся в прозрачном янтаре (образец №1), не отличались химическим составом от основной матрицы (рис. 1 и 2), желтый прозрачный янтарь (образец №2) содержит помимо включений характерных для образца №1 (рис. 1), еще включения с дисперсностью 0,1-5 мкм темного типа. Изучение химического состава данных частиц показал, что помимо углерода, данные частицы состоят из алюминия ~3 масс.%; кремния ~9 масс.%; кальция ~3 масс.%; железа ~3масс.%.

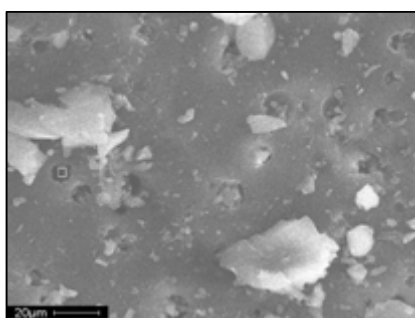
Дополнительные исследования больших белых образований содержащихся в янтаре (образец №5) показал, что в ряде случаев они различаются по химическому составу и содержат в себе дополнительно Sb 0,16 масс.%, P ~0,07-0,52 масс. %.

Наличие платины в результатах исследований обусловлено тем, что образцы предварительно декорировались данным металлом для получения качественного изображения методом РЭМ. Проведенные исследования с остальными образцами показали наличие нанодисперсных частиц размером до 3-5 мкм, содержащих в себе следующие химические элементы C ~87,7 масс.%; O ~6,41 масс. %; Na ~1,08 масс. %; Nb ~0,53 масс. %; Mo ~0,95 масс.%; Cl ~03,02 масс. %; P ~0,29 масс. %. Приведенные выше результаты подтверждаются данными исследований, полученными на рентгеновском флуоресцентном спектрометре. "Спектроскоп МАКС-G" подтверждает наличие в янтаре таких химических элементов, как Br, Zn, As, Fe, Hf (рис. 2). Эти результаты косвенно подтверждают данные, полученные методом рентгеновского спектрального микроанализа. Ультрамалые частицы янтара (рис. 3) содержащие или состоящие из частиц металла, должны обладать собственным некомпенсированным зарядом, т.к. известно, что высокодисперсные металлы (коллоидные), например, получаемые термолизом металл-содержащих соединений типа карбониллов, формиатов, оксаятов меди железа, свинца, цинка [15] являются активными модификаторами полимерных материалов обладают собственным некомпенсированным зарядом, что проявляется в наличие ЭПР-спектра или появление терморемонтируемых токов при изменении температуры [15]. Проведенные исследования показали, что частицы янтара обладают собственным ЭПР-спектром, что, по-видимому, обусловлено наличием в структуре янтара ультрамалых частиц, содержащих металлы (рис. 3).

Необходимо также отметить, что одной из причин обуславливающих уникальные характеристики янтара является наличие различных пор, ультрамалых частиц в объеме янтара.

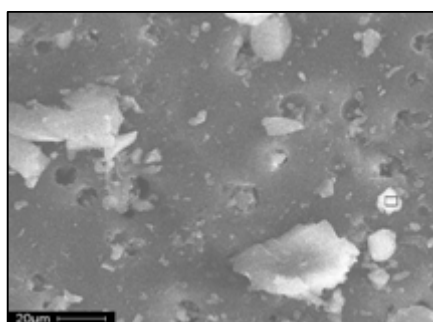
а)

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
C K	90.46	92.66
O K	09.54	07.34



б)

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
C K	94.91	96.31
O K	04.57	03.48
P K	00.52	00.21



<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
C K	76.29	91.31
AlK	03.02	01.61
SiK	09.03	04.62
PtM	04.84	00.36
K K	03.11	01.14
FeK	03.72	00.96

в)

г)

Рис. 1.

состав

<i>Element</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
C K	86.14	90.16
O K	12.19	09.58
P K	00.07	00.03
PtM	01.17	00.08
S K	00.23	00.09
ClK	00.20	00.07

Морфология и химический состав частиц янтарей.

а) образец №1; б) образец №2 сканирование химического состава по всему полю; в) образец №2, сканирование химического состава в точке I ; г) образец №2, сканирование химического состава в точке II.

Известно, что активным модификатором полимерных материалов являются полисульфоновые волокна, имеющие развитую морфологию поверхностных слоев (рис. 4), примерно такую же морфологию поверхностных слоев имеют и частицы янтаря. Данное предположение подтверждается результатами ЭПР-спектроскопии, которые показывают наличие ЭПР-сигнала у образцов №1 и №2, которые значительно слабее чем у образцов № 3, 4, 5, 6.

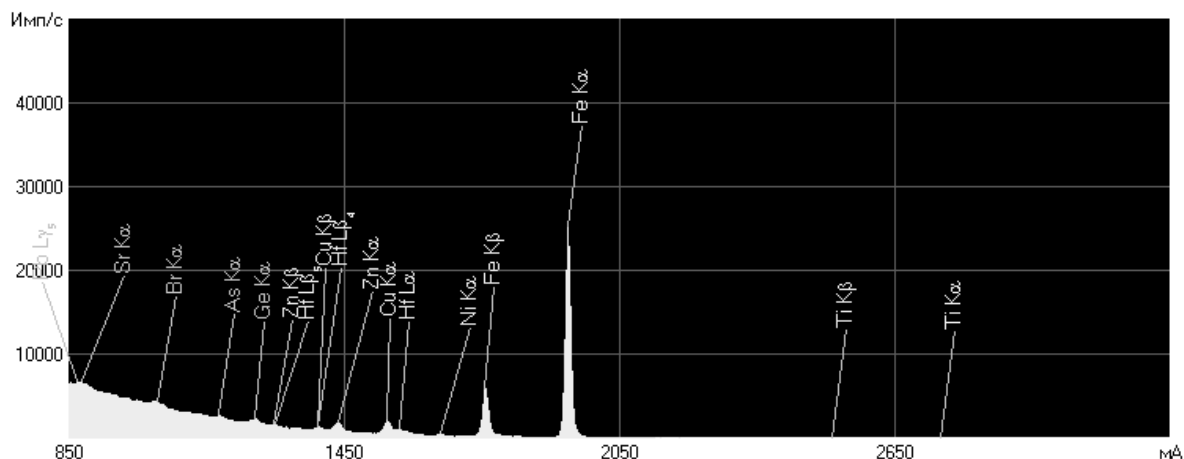


Рис. 2. Качественный анализ на содержание химических элементов в образце янтаря, проведенный методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии

Наличие ультрадисперсных частиц в янтаре приводит к изменению теплофизических свойств исследуемых образцов.

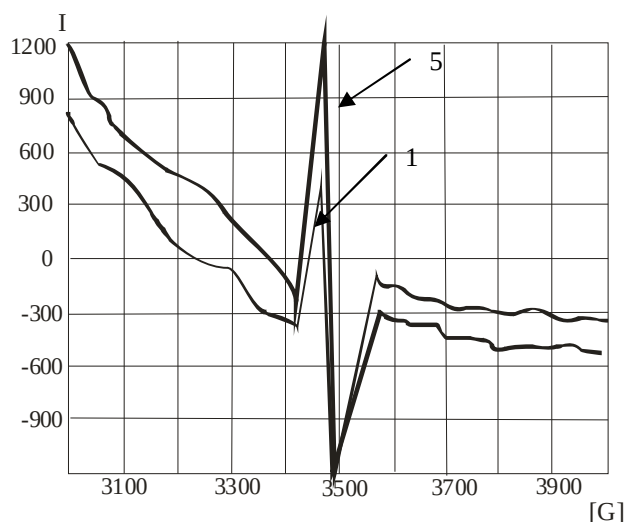


Рис. 3. ЭПР-спектры образцов янтарей №1 и №5, содержащих разное количество легирующих элементов.

Увеличение концентрации нанодисперсных частиц в янтаре приводит к смещению начала термоокислительной деструкции в исследуемых образцах в область более высоких температур, одновременно уменьшается степень окисления полимерной матрицы, что выражается в уменьшении площади под кривой соответствующей окислению янтаря и лежащей в области температур от 473 и до 723 К. Согласно классическим представлениям, янтарь относят к аморфным объектам, однако наличие в их структуре наноразмерных активных частиц должно приводить к образованию квазикристаллических образований в структуре минерала, данное предположение подтверждается данными рентгеноструктурного анализа.

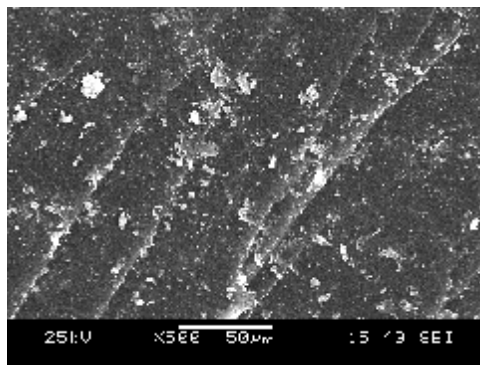
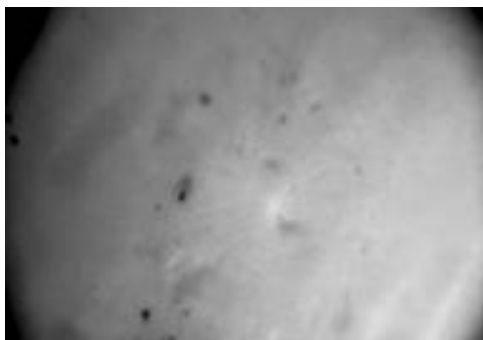


Рис. 4. Морфология сколов полимерных материалов

а) волокнообразный модификатор полисульфон – сечение моноволокна $\times 300$ (оптическая микроскопия), б) янтарь – образец №1 ≈ 300 (растровая электронная микроскопия).

В области дифракции рентгеновских лучей $2\Theta = 16^\circ 3'$ наблюдается интенсивный дифракционный максимум, что подтверждает предположение о наличии квазикристаллических областей в структуре янтаря, что дает возможность отнести данные соединения к классу частично кристаллических полимеров. Исходя из представленных данных, влияние наноразмерных частиц на структуру полимерной матрицы не одинаково в зависимости от вида исследуемого образца вследствие не одинакового химического строения нанодисперсных частиц и их количества в исследуемых образцах. Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено наличие нанодисперсных частиц сложного химического состава, содержащих в себе также металлы в структуре янтарей. Дисперсные частицы янтарей в независимости от вида исследуемого образца обладают развитой морфологией поверхностных слоев.

Наличие нанодисперсных частиц и развитая морфология поверхностных слоев определяют уникальные характеристики, присущие янтарям. Установлено образование квазикристаллических областей в структуре янтарей в результате модифицирования наночастицами полимерной матрицы.

Литература: 1. Низкоразмерные системы: Сб. науч. трудов/ Под ред. В.Ф. Стельмаха и А.К. Федотова.– М.: 2000 г. –100 с. 2. Чвалун С.Н. Полимерные наноконпозицы// Природа.– 2001.– № 1. –С. 1-12. 3. Витязь П.А. Перспективные нанофазные материалы на основе ультрадисперсных алмазов// Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. науч. трудов– Новополоцк, 2001. –С. 4-8. 4. Витязь П.А. Нанокристаллические алмазы и перспективы их использования// Наноструктурные материалы: получение и свойства.– Минск: НАНБ, 2000. –С. 8-20. 5. Струк В.А., Скаскевич А.А., М.М. Ревяко. Ультрадисперсные кластеры синтетического углерода как активный модификатор полимерных материалов// Доклады НАН Беларуси.– 1999.– Т. 43. №5. –С. 119-121. 6. Скаскевич А.А. Особенности применения ультрадисперсных частиц в качестве активных модификаторов полимерных материалов// Вестник ГрГУ. Серия 2.– 1999.– № 2. –С. 62-67. 7. Булдык Е.П., Ревяко М.М., Струк В.А. Структура и свойства полиолефинов, модифицированных кластерами синтетического углерода// Доклады НАН Б.– 1999.– Т. 43. № 6. –С. 111-113. 8. Скаскевич А.А. Структура и технология малонаполненных машиностроительных материалов на основе конструкционных термопластов, модифицированных углеродными нанокластерами: Автореф. дисс. ...канд. техн. наук.– Мн., 2000. –18 с. 9. Лиопо В.А.,

Перевертаев В.Д., Тимошенко Г.Т. Влияние кристаллов слюды на свойства водных пленок// ЖФК.– 1972.– Т. 46. –С. 2086-2089. **10.** Феномен кремня: Реальность и перспективы. Сб. тр. 1-ого республиканского научно-практического семинара.– Мн.: АНК «ИТМО им. А.В. Лыкова АНБ»,– 1993. –С. 126. **11.** Петрова П.А. Разработка машиностроительных материалов на основе политетрафторэтилена и природных цеолитов якутских месторождений: (машиностроение).– Гомель, 2002. –С. 125. **12.** С.В. Авдейчик, В.А. Лиопо, В.А. Струк. Кристаллохимические аспекты получения наномодификаторов полимерных материалов// Горная механика.– 2004.– %1-2. –С. 35-44. **13.** Особенности модифицирующего действия природных силикатов в полимерных композитах/ С.В. Авдейчик, Е.В. Овчинников, В.А. Лиопо, В.А. Струк и др.// Доклады НАН Беларуси.– 2004.– Т. 48, №3. –С. 113-116. **14.** К механизму действия минеральных ультрадисперстных модификаторов полимеров/ С.В. Авдейчик, Е.В. Овчинников, В.А. Лиопо, В.А. Струк и др.// Вестник ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 2, №1 (19).– 2003. –С. 52-62. **15.** Люты М. Пластичные смазочные композиционные материалы и покрытия с нанометровыми модификаторами.: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.01. –материаловедение (машиностроение).– Гродно. 2002. –156 с. **16.** К механизму модифицирующего действия наносиликатов в полимерных композитах/ С.В. Авдейчик, Е.В. Овчинников, В.А. Лиопо и др.// материалы, технологии, инструменты.–2004.

INFLUENCE DES PARAMETRES DU PROCESSUS DE SECHAGE DES GRIOTTES SUR LES VALEURS DES VITESSES DE SECHAGE

Lupașco A. S., Dicusar G. C., Cherecheș T* . D., Moșanu A. A.
(UTM, Chișinău, Moldova*ATM, București, România)

A base des données expérimentales et en utilisant les relations correspondantes de calcul ont été obtenues les valeurs maximales de la vitesse de séchage des griottes à toutes les températures, à tous les régimes d'oscillation et à tous les niveaux d'utilisation de la puissance du magnétron. Les valeurs maximales de la vitesse de séchage augmentent considérablement avec la croissance de niveau d'utilisation de la puissance de magnétron et avec l'intensification du régime d'oscillation.

Le choix de la méthode de séchage pour la griotte a été basé sur l'analyse complexe des procédés de rechange de masse et de chaleur pendant le séchage [1]. Les recherches expérimentales ont eu particulièrement pour objet l'évolution en temps du procédé de séchage de la griotte de sorte Șpanca par la méthode combinée (convection et micro-ondes en régime d'oscillation) au cinq régimes de température de l'agent de séchage dans les limites: 60 - 100 °C; au quatre niveaux de puissance du magnétron dans les limites: 25 - 100 %N; au six régimes d'oscillation exprimés par le coefficient d'oscillation τ qui représentent le rapport du temps de séchage par micro-ondes au temps de séchage rien que par convection et que a constitué: 0,2; 0,6; 1,0; 1,4; 1,8; 2,4.

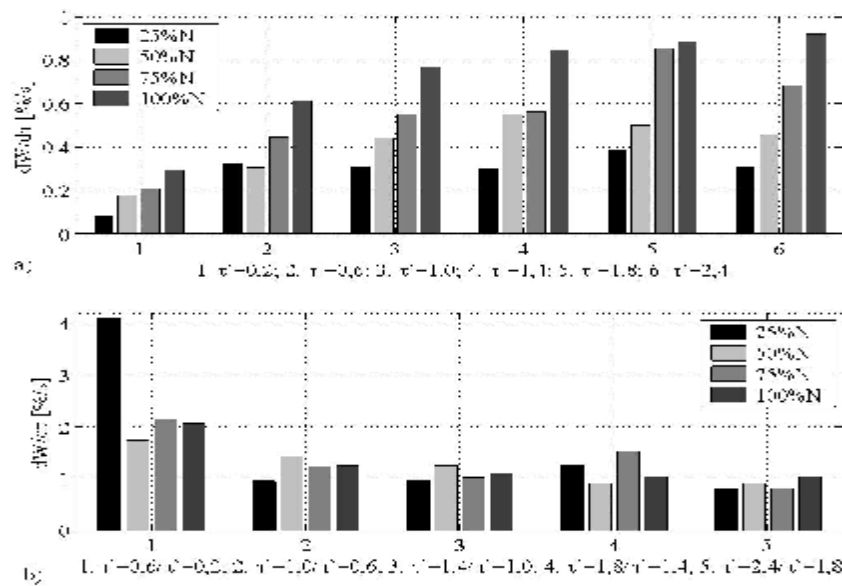


Fig. 1. a). Les valeurs maximales de la vitesse de séchage à toutes les températures
b). Le rapport entre les valeurs maximales de la vitesse de séchage à toutes les températures

A base des données expérimentales et en utilisant les relations correspondantes de calcul ont été obtenues les valeurs maximales de la vitesse de séchage et les sommes cumulées des vitesses de séchage à toutes les températures, pour chaque régime d'oscillation et de puissance du magnétron.

Dans la fig. 1 on a les valeurs maximales de la vitesse de séchage à toutes les températures, pour chaque régime d'oscillation et de force. On remarque le fait que les valeurs maximales de la vitesse de séchage augmentent avec la croissance de la puissance du magnétron et avec l'intensification du régime d'oscillation.

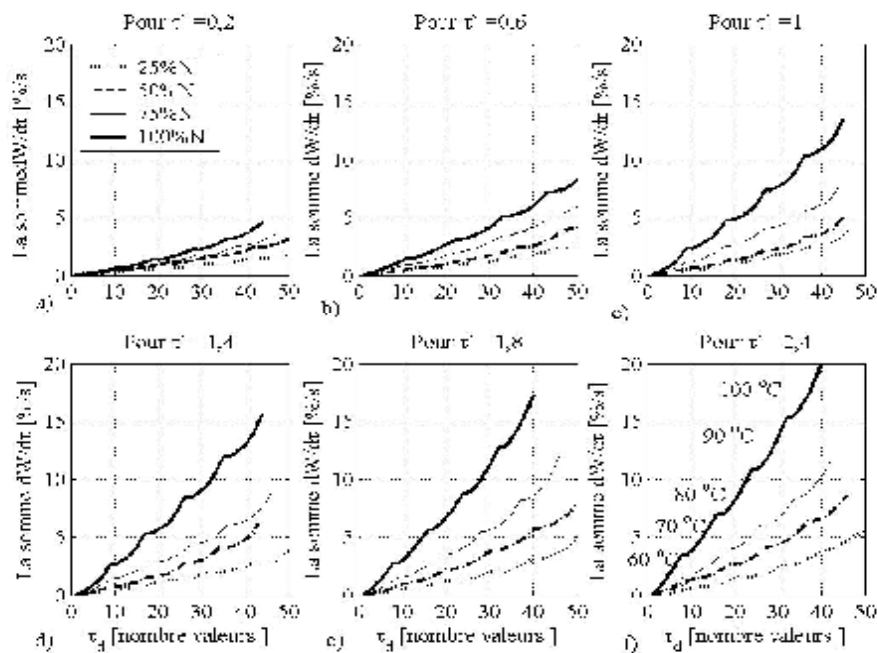


Fig. 2. Les sommes cumulées de la vitesse de séchage à toutes les températures

Comme on constate de la fig. 1b, où l'on présente les rapports relatifs de la vitesse maximales de séchage (en rapportant au régime d'oscillation immédiatement antérieur), les plus grandes augmentations de celle-ci sont pour $\tau'=0,6$ par rapport au $\tau'=0,2$ (ce qu'on peut comprendre et de la fig. 1,a); par ailleurs, le tout ensemble, les graphiques de la fig. 1 montrent une modification de l'augmentation de la vitesse maximales de séchage avec l'intensification du régime d'oscillation.

Si on vise toutes les valeurs de la vitesse de séchage (non seulement celles maximales comme dans la fig. 1), alors on obtient les graphiques de la fig. 2, représentés à la même échelle pour permettre des comparaisons. Ces graphiques contiennent les sommes cumulées des vitesse de séchage aux différents régimes d'oscillation et aux différents puissances du magnétrone, pour toutes les températures. Comme on remarque de la fig. 2f, les diverses températures sont saisies par des variations de la courbe, le segment AB donné comme exemple étant pour $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Comme on constate des graphiques, à la puissance 100 %N ont lieu les plus grandes augmentations de la vitesse de séchage, l'élvignement de la courbe correspondante par rapport à celle antérieure étant la plus grande.

Les graphiques confirment également l'augmentation de la vitesse de séchage avec l'augmentation de la vitesse de séchage avec l'amplification du régime d'oscillation. Mais la fig. 2 montre en même temps la diminution de cette augmentation avec l'intensification du régime d'oscillation (aspect très visible dans les graphiques inférieurs), c'est-à-dire qu'on confirme tout ce qu'on a mentionné antérieurement dans la fig.1 en ce qui concerne seulement les vitesses maximales de séchage.

L'effort effectué par l'intensification du régime d'oscillation aux valeurs $\tau' > 1$ n'est pas retrouvé intégralement dans le gain obtenu; par exemple, de la fig. 2c et de la fig. 2e on constate que l' amplification du régime d'oscillation de 2,4 fois mène à l' augmentation de la vitesse de séchage seulement de 1,5 fois environ à la température de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la puissance de 100 %N. Aux températures de l'agent thermique au-dessus de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ont lieu des augmentations significatives de la vitesse de séchage.

Références: 1. A.Lupaşco, G. Dicusar şi alţii. Influence du régime de la griotte par micro-ondes sur la consommation d'énergie. Actes du séminaire d'animation regionale."Qualité dans l'industrie alimentaire".- 2004.- Chişinău.-p.323-325.

RESARCHES UPON THE INFLUENCE VARIATION OF THE WORKING REGIME PARAMETERS ON THE MOSAIC BLOCKS DIMENSIONS IN THE STEEL COLD ROLLING PROCESS

Lupescu O., Pruteanu O.V., Baciuc C., Lupescu Ov. (TU "Gh. Asachi", Iassy, Roumania)

The determination of the mosaic blocks dimensions in the case of the SPD process by rolling steel at cold, in the condition of the regime parameters variation is presented in this paper. The method used in this purpose is the analysis through spectral diffractometry with α radiation of the samples due to this type of mechanical treatment of the surface.

1. Introduction

The answer of the metallic materials to mechanic (rolling), physic-chemical or thermic solicitations depends on the: interatomical connection, atoms structural arrangement in the crystalline edifice and also of the number and type of substructures presented in the metallic material. The knowing of the quality fundamental attributes is extremely very important, leading to the way determination in which, the process of mechanical treatment through cold superficial plastic deformation (SPD) influences the properties of the superficial deformed layer, especially by the modifications also produced at substructural level.

As a result of the fact that the deslocation create diffractometry effects Rx, the X ray topography method (the Berg-Barret variant, Lang or the double crystal method) permits to get a crystalline network deformation imagine arround of a network defect. The following, the control and the evaluation through diffractometry with α radiation of the fine structure parameters (mosaic blocks dimensions, dislocations density, tensions of the II degree, close order or stratified), using a sample of high purity, riped in vacuum at 1400°C during 4 hours and get cold with 5°C/min, allow:

- the optimisation of the technological processes of materials elaboration: pouring, forging, laminating, etc;
- the prognostication of the behavior of the metallic products subjected to different technological process or, to the action of mechanical, thermic or chimical degradation;
- the prognostication of the optimal function duration of the metal parts subjected to the friction and usage process;
- the optimisation of the mechanical treatment processe ,thermic, thermo-magnetic or ultrasonorous.

2. Method used

The determination of the structure elements including the mosaic blocks dimensions was made using the method with one radiation [1,3,4] and two diffraction lines, placed at the θ_1 angle to the (110) plan and θ_2 to the (211) plan, planes in which the density of the diffracted rays, for the solid solution α (Fe_α), are maximum. During the experiments were used the characteristics of a Merck-Fe sample with high purity.

Both the diffractogram sample, as well as, the diffractograms of the investigated samples were made possible by using the FeK_α radiation, having the $\text{K}_{\alpha 1}$ and $\text{K}_{\alpha 2}$ constituents with the wave lengths: $\lambda \text{K}_{\alpha 1} = 1,93604 \times 10^{-10} \text{ m}$; $\lambda \text{K}_{\alpha 2} = 1,93998 \times 10^{-10} \text{ m}$.

Table1. The calculated values of the substructure elements

Sample Param.	Witne ss sampl e	1	2	3	4	5	6	7
OL 37								
$\beta_{110}[\text{rad}]$	$4,31 \times 10^{-3}$	$6,10 \times 10^{-3}$	$6,40 \times 10^{-3}$	$7,02 \times 10^{-3}$	$6,44 \times 10^{-3}$	$5,33 \times 10^{-3}$	$6,39 \times 10^{-3}$	$5,74 \times 10^{-3}$
$\beta_{211}[\text{rad}]$	$7,03 \times 10^{-3}$	$9,98 \times 10^{-3}$	$10,63 \times 10^{-3}$	$11,80 \times 10^{-3}$	$10,79 \times 10^{-3}$	$8,87 \times 10^{-3}$	$10,9 \times 10^{-3}$	$9,62 \times 10^{-3}$
$\beta_{211} / \beta_{110}$	1,63	1,635	1,66	1,68	1,675	1,66	1,70	1,675
$M = m_{110} / \beta_{110}$	0,97	0,96	0,95	0,93	0,94	0,95	0,925	0,94
$m_{110} [\text{rad}]$	$4,18 \times 10^{-3}$	$5,85 \times 10^{-3}$	$6,08 \times 10^{-3}$	$6,53 \times 10^{-3}$	$6,05 \times 10^{-3}$	$5,06 \times 10^{-3}$	$5,92 \times 10^{-3}$	$5,39 \times 10^{-3}$
$N = n_{211} /$	0,1	0,12	0,14	0,17	0,16	0,14	0,17	0,165

β_{211}								
n_{211} [rad]	$0,7 \times 10^{-3}$	$1,27 \times 10^{-3}$	$1,52 \times 10^{-3}$	$2,02 \times 10^{-3}$	$1,74 \times 10^{-3}$	$1,24 \times 10^{-3}$	$1,85 \times 10^{-3}$	$1,57 \times 10^{-3}$
$\Delta a / a = n / (4 \tan \theta_2)$	$0,12 \times 10^{-3}$	$0,195 \times 10^{-3}$	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,31 \times 10^{-3}$	$0,27 \times 10^{-3}$	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$	$0,24 \times 10^{-3}$
$D = 0.94 \lambda / m_{110} \cos \theta_1$ [m]	$0,49 \times 10^{-7}$	$0,35 \times 10^{-7}$	$0,34 \times 10^{-7}$	$0,32 \times 10^{-7}$	$0,34 \times 10^{-7}$	$0,40 \times 10^{-7}$	$0,35 \times 10^{-7}$	$0,38 \times 10^{-7}$
OLC 25								
β_{110} [rad]	$4,38 \times 10^{-3}$	$6,75 \times 10^{-3}$	$7,31 \times 10^{-3}$	$8,18 \times 10^{-3}$	$7,84 \times 10^{-3}$	$7,04 \times 10^{-3}$	$7,55 \times 10^{-3}$	$6,79 \times 10^{-3}$
β_{211} [rad]	$7,23 \times 10^{-3}$	$11,21 \times 10^{-3}$	$12,25 \times 10^{-3}$	$13,82 \times 10^{-3}$	$13,09 \times 10^{-3}$	$11,62 \times 10^{-3}$	$12,8 \times 10^{-3}$	$11,63 \times 10^{-3}$
$\beta_{211} / \beta_{110}$	1,65	1,66	1,675	1,69	1,67	1,65	1,70	1,71
$M = m_{110} / \beta_{110}$	0,96	0,95	0,94	0,93	0,935	0,95	0,93	0,925
m_{110} [rad]	$4,13 \times 10^{-3}$	$6,41 \times 10^{-3}$	$6,87 \times 10^{-3}$	$7,60 \times 10^{-3}$	$7,33 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-3}$	$7,029 \times 10^{-3}$	$6,29 \times 10^{-3}$
$N = n_{211} / \beta_{211}$	0,13	0,14	0,16	0,175	0,155	0,13	0,175	0,17
n_{211} [rad]	$0,94 \times 10^{-3}$	$1,57 \times 10^{-3}$	$1,96 \times 10^{-3}$	$2,42 \times 10^{-3}$	$2,03 \times 10^{-3}$	$1,51 \times 10^{-3}$	$2,24 \times 10^{-3}$	$1,98 \times 10^{-3}$
$\Delta a / a = n / (4 \tan \theta_2)$	$0,15 \times 10^{-3}$	$0,24 \times 10^{-3}$	$0,3 \times 10^{-3}$	$0,37 \times 10^{-3}$	$0,31 \times 10^{-3}$	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,34 \times 10^{-3}$	$0,302 \times 10^{-3}$
$D = 0.94 \lambda / m_{110} \cos \theta_1$ [m]	$0,50 \times 10^{-7}$	$0,323 \times 10^{-7}$	$0,301 \times 10^{-7}$	$0,27 \times 10^{-7}$	$0,28 \times 10^{-7}$	$0,31 \times 10^{-7}$	$0,295 \times 10^{-7}$	$0,329 \times 10^{-7}$
55 VMoCrNi 17								
β_{110} [rad]	$4,52 \times 10^{-3}$	$7,81 \times 10^{-3}$	$8,329 \times 10^{-3}$	$9,038 \times 10^{-3}$	$8,69 \times 10^{-3}$	$8,16 \times 10^{-3}$	$8,35 \times 10^{-3}$	$8,70 \times 10^{-3}$
β_{211} [rad]	$7,59 \times 10^{-3}$	$13,90 \times 10^{-3}$	$15,07 \times 10^{-3}$	$16,63 \times 10^{-3}$	$15,89 \times 10^{-3}$	$14,69 \times 10^{-3}$	$15,20 \times 10^{-3}$	$15,93 \times 10^{-3}$
$\beta_{211} / \beta_{110}$	1,68	1,78	1,81	1,84	1,82	1,80	1,82	1,83
$M = m_{110} / \beta_{110}$	0,93	0,87	0,855	0,84	0,845	0,86	0,86	0,85
m_{110} [rad]	$4,2 \times 10^{-3}$	$6,79 \times 10^{-3}$	$7,12 \times 10^{-3}$	$7,59 \times 10^{-3}$	$7,35 \times 10^{-3}$	$7,01 \times 10^{-3}$	$7,18 \times 10^{-3}$	$7,40 \times 10^{-3}$
$N = n_{211} / \beta_{211}$	0,175	0,24	0,26	0,29	0,275	0,26	0,27	0,28
n_{211} [rad]	$1,328 \times 10^{-3}$	$3,336 \times 10^{-3}$	$3,92 \times 10^{-3}$	$4,823 \times 10^{-3}$	$4,37 \times 10^{-3}$	$3,82 \times 10^{-3}$	$4,104 \times 10^{-3}$	$4,46 \times 10^{-3}$
$\Delta a / a = n / (4 \tan \theta_2)$	$0,229 \times 10^{-3}$	$0,517 \times 10^{-3}$	$0,6 \times 10^{-3}$	$0,738 \times 10^{-3}$	$0,671 \times 10^{-3}$	$0,586 \times 10^{-3}$	$0,628 \times 10^{-3}$	$0,68 \times 10^{-3}$

θ_2)								
$D=0.94\lambda / m_{110} \cos\theta_1$ [m]	$0,429 \times 10^{-7}$	$0,305 \times 10^{-7}$	$0,291 \times 10^{-7}$	$0,273 \times 10^{-7}$	$0,282 \times 10^{-7}$	$0,295 \times 10^{-7}$	$0,289 \times 10^{-7}$	$0,280 \times 10^{-7}$

The methodology of determination on the investigated samples of the $D = 0.94\lambda / m_{110} \cos\theta_1$ [m] was made possible by having the approximations theory, as basic knowledge in keeping with the etapisation presented in [2].

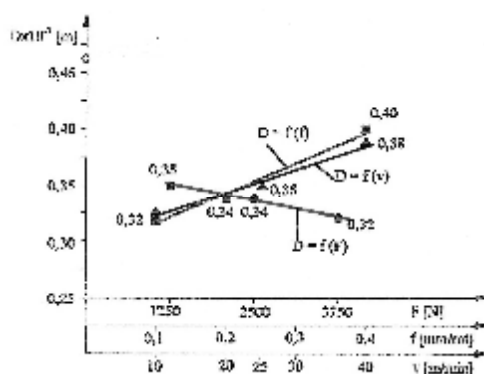
3. Results

From the whole of the researches made (tab.1) there are found the calculated values during each stage, and also, the mosaical blocks dimensions in the deformed layer by rolling at cold, of three different materials: OL37, OLC 25 and 55VMoCrNi 17; it is also presented (tab.2) a synthesis of these values obtained at the variation of the used regime parameters.

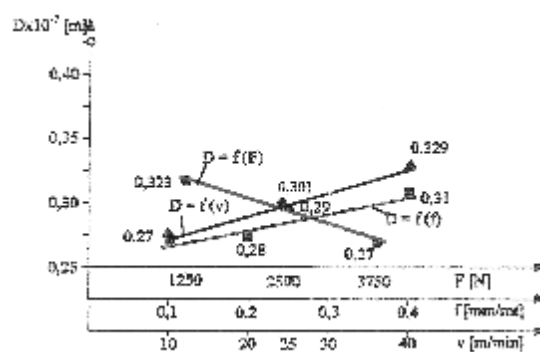
Tab. 2. The variations of the mosaic blocks dimensions with the regime parameters

Sample	$\beta_{(110)}$ [rad]	$\beta_{(211)}$ [rad]	D, [m]	F [N]	f [mm / rot]	v [m / min]
OL 37						
sample	$4,31 \times 10^{-3}$	$7,03 \times 10^{-3}$	$0,49 \times 10^{-7}$	---	---	---
1	$6,10 \times 10^{-3}$	$9,98 \times 10^{-3}$	7	1250	0,10	10
2	$6,40 \times 10^{-3}$	$10,63 \times 10^{-3}$	$0,35 \times 10^{-7}$	2500	0,10	10
3	$7,02 \times 10^{-3}$	$11,80 \times 10^{-3}$	7	3750	0,10	10
4	$6,44 \times 10^{-3}$	$10,79 \times 10^{-3}$	$0,34 \times 10^{-7}$	3750	0,20	10
5	$5,33 \times 10^{-3}$	$8,87 \times 10^{-3}$	7	3750	0,40	10
6	$6,39 \times 10^{-3}$	$10,9 \times 10^{-3}$	$0,32 \times 10^{-7}$	3750	0,20	25
7	$5,74 \times 10^{-3}$	$9,62 \times 10^{-3}$	7	3750	0,20	40
			$0,34 \times 10^{-7}$			
			$0,40 \times 10^{-7}$			
			$0,35 \times 10^{-7}$			
			$0,38 \times 10^{-7}$			
OLC 25						
sample	$4,38 \times 10^{-3}$	$7,23 \times 10^{-3}$	$0,50 \times 10^{-7}$	---	---	---
1	$6,75 \times 10^{-3}$	$11,21 \times 10^{-3}$	7	1250	0,20	10
2	$7,31 \times 10^{-3}$	$12,25 \times 10^{-3}$	$0,323 \times 10^{-7}$	2500	0,20	10
3	$8,18 \times 10^{-3}$	$13,82 \times 10^{-3}$	7	3750	0,10	10
4	$7,84 \times 10^{-3}$	$13,09 \times 10^{-3}$	$0,301 \times 10^{-7}$	3750	0,20	10
5	$7,04 \times 10^{-3}$	$11,62 \times 10^{-3}$	7	3750	0,40	10
6	$7,55 \times 10^{-3}$	$12,8 \times 10^{-3}$	$0,27 \times 10^{-7}$	3750	0,20	25
7	$6,79 \times 10^{-3}$	$11,63 \times 10^{-3}$	7	3750	0,20	40
			$0,28 \times 10^{-7}$			
			$0,31 \times 10^{-7}$			

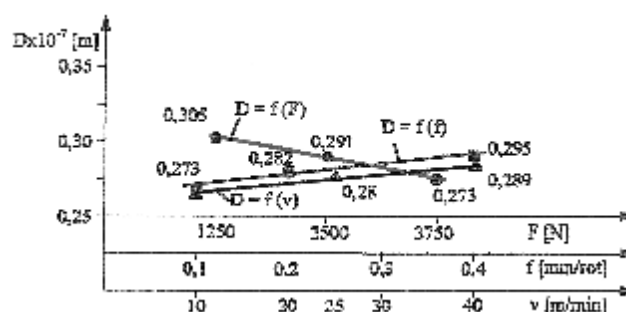
			$0,295 \times 10^{-7}$			
			$0,329 \times 10^{-7}$			
55 VMoCrNi17						
sample	$4,52 \times 10^{-3}$	$7,59 \times 10^{-3}$	$0,492 \times 10^{-7}$	---	---	---
1	$7,81 \times 10^{-3}$	$13,90 \times 10^{-3}$	$0,305 \times 10^{-7}$	1250	0,20	10
2	$8,329 \times 10^{-3}$	$15,07 \times 10^{-3}$	$0,291 \times 10^{-7}$	2500	0,20	10
3	$9,038 \times 10^{-3}$	$16,63 \times 10^{-3}$	$0,273 \times 10^{-7}$	3750	0,10	10
4	$8,69 \times 10^{-3}$	$15,89 \times 10^{-3}$	$0,282 \times 10^{-7}$	3750	0,20	10
5	$8,16 \times 10^{-3}$	$14,69 \times 10^{-3}$	$0,295 \times 10^{-7}$	3750	0,40	10
6	$8,70 \times 10^{-3}$	$15,93 \times 10^{-3}$	$0,280 \times 10^{-7}$	3750	0,20	25
7	$8,35 \times 10^{-3}$	$15,20 \times 10^{-3}$	$0,289 \times 10^{-7}$	3750	0,20	40



a)



b)



c)

Fig. 1. The medium dimensions variation of the mozaic blocks with the rolling regime parameters: a – OL37; b – OLC25; c – 55VMoCrNi 17

The graphical representation (fig.1.a,b,c) shows the correlation between the medium dimension variation of the mosaic blocks with the rolling regime parameters variation. On observe in this case a diminution (crushing) of the mosaic blocks cut out for growing the deformed rolls applied force during the process, more pronounced at the OL37 and OLC 25 steels, beside the alloy steel 55VMoCrNi17, as we aspected.

On remarks also the growing of this blocks, proportionally with the growing of the advance and the rolling speed. This growing is less more important to the alloy steel than the other too studied materials, due to his structural inequability instated of the presence of the alloy elements. The linear tendency of this dependences proves in this case that the phenomenos witch take place are on the I order, so they are elastically type.

4. Conclusions

Maintaining the contact between the grains at the plastic deformation of the polycrystalline materials necessitates the existence of a macroscopic and also, microscopic continuity. This is the reason for the dislocation which approach the grain limits exposed to forces which oppose to their movement, producing agglomerations (stage) of dislocations that are arranged at the limits of the mosaic blocks.

The tensions equilibrate themselves at the crystalline grain level, problem that is demonstrated also by the researches synthesized un the dependence graphics (fig.1.a,b, c).

References: 1. Gheorghieş C. Controlul structurii fine a metalelor cu radiații α ., Bucureşti, Editura Tehnică, ,1990 2. Klung H.P., Alexander I.E. X-ray Diffraction Procedures. J.Willey&Sons Inc.Ed. New York,1996 3. O. Lupescu, M. Baciuc, D. Nedelcu The influence of the rolling regime to some substructure elements to the cold SPD, Bul. Instit. Politehnic Iaşi, tom XLVIII (LII), supplim. I, secția V, Construcții de Maşini, 2002 4. Lupescu O.,Dodun O., Cărauşu C., Lupescu Ov. About structural modifications on the 55VMoCrNi 17 steel in the SPD process through rolling. In: Proceedings of the International Conference of Science and Engineering , Machine - Building and Technosphere of the XXI Century”, Universitatea Tehnică Națională Donetsk (Ed.), vol.4, pp.145-148, ISBN 966-7907-17-1, Sevastopol, 2004

SCHEMA RATIONNEL DE L'UTILISATION DES BATTITURES GRAISSEES DU LAMINAGE

Malachenkova A.V., Kliaguine G.S. (Université Nationale Technique de Donetsk)

L'élaboration et la mise en valeur des mesures sur l'utilisation des ressources matérielles de récupération avec la résolution des problèmes écologiques est une des directions les plus importantes de l'augmentation de l'efficacité de fonctionnement des entreprises métallurgiques modernes.

Il suit de là que la création de nouvelle sorte du produit à la base des battitures graissées et la détermination de la rationalité technique et économique de son utilisation aux stades différents d'affinage métallurgique est un problème actuel.

Les battitures graissées doivent être dégraissées avant d'utilisation pour éviter les problèmes créés par les huiles. Toutefois ce procédé est complexe et coûteux. Outre cela, il y a des problèmes liés avec l'utilisation des déchets du dégraissage chimique et thermique.

La technologie citée au-dessous permet l'utilisation combinée des battitures graissées des décanteurs secondaires et des battitures dégraissées thermiquement. Le schéma donné est élaboré pour les conditions SA «L'usine métallurgique de Makeyevka» sur la base des idées proposées par l'Université d'Etat économique et société d'Oural et par la firme de l'étude scientifique et technique "Eko-projet".

Dans ce schéma on prévoit l'utilisation des déchets ferriques du laminage qui ne sont pas captés et utilisés jusqu'à ce moment. Dans les ateliers de laminage № 1 et № 2 de l'usine métallurgique de Makeyevka il y a les déchets suivants: la poussière des laminoirs et la poussière de l'atelier de tours à cylindres. On propose de les surprendre, humidifier, accumuler dans la trémie spéciale et puis on peut les diriger au traitement ultérieur.

La technologie prévoit les stades suivants: la concentration, la déshumidification mécanique dans le filtre à bandes ayant la couche alluviale du mélange de filtrage, la dégraissage technique dans le four à tambour, l'activation mécanique, le mélange avec les liants pulvérulents, le mottage sur le disque de granulation, et ensuite la réalisation du procédé cyclique du durcissement des boulettes à l'étuveuse à vapeur.

Le schéma technologique principal de l'utilisation (voir la figure1) fonctionne comme le suit. Le dépôt des décanteurs secondaires se condense aux épaisseurs. Après il est filtré par la couche de la matière filtrant dans le filtre à bandes sous vide. Le mélange des battitures graissées et un des composants liant est appliquée comme la matière filtrant. C'est-à-dire, ce sont les composantes particulières du lit de fusion qui peuvent être utilisées comme la matière filtrant. Sa quantité fait 25-30% de la masse de dépôt filtré, tandis que la partie de scorie dans le mélange consiste près de 20 % de ce-lui. Le filtrat contient moins de 3-5 mg/l des substances suspendues et des huiles, il correspond aux impératifs pour l'eau technique.

Le mélange sec des battitures graissées et de la matière filtrant est dirigé pour le frittage à la température de 700⁰C, par exemple, dans les deux fours à couche de matière fluidisée. Le dépôt fritté comprend 80-85 % de particules de la classe moins de 53 microns. Il est mélangé avec 4 % de chaux et 4 % de scorie amenuisée. Le mélange est mis en morceaux. La chaux est broyée préalablement (jusqu'à la fraction de 13-0 mm) et puis elle est aussi amenuisée. Les études établissent que les utilisations de la scorie du cubilot et du laitier des hauts fourneaux sont équivalentes. Cependant le crasse du cubilot contient beaucoup moins de soufre (0,20%) en comparaison avec le laitier des hauts fourneaux (0,80%) et il a la teneur en fer métallique augmentée (jusqu'à 5 %). C'est pour cela la scorie du cubilot est plus préférable dans cette technologie. Le durcissement des boulettes est réalisé à deux stades. Au premier stade, les boulettes sont étuvées (la température fait 70-100⁰C). L'agent de transfert thermique est la vapeur à basse pression. La quantité de vapeur est 80-100kg/t de boulettes. La durée du premier stade fait 10 heures, l'humidité des boulettes fait 2-5%. Le deuxième stade de durcissement (le séchage) la température s'augmente jusqu'à 200-300⁰C et la l'humidité de milieu est diminuée jusqu'à niveau moins que 70 %. La durée du séchage est égale à 0,5-1,0 h. La source de la vapeur est la chaudière de récupération qui fonctionne à l'aide des gaz partant pendant le stade du frittage de la schlamme graissée. Une autre partie de ces gaz se dirige au séchage des boulettes étuvées. Les produits finis sont déchargés dans l'accumulateur spécial.

La technologie examinée au-dessus du durcissement accéléré des boulettes sans frittage se réalise dans l'installation à cuve pour le traitement à vapeur et de séchage à marche continue. Cet installation a la goulotte supérieure de chargement, le dispositif inférieure de déchargement et la cuve. D'après sa construction, cette dernière est divisée en

deux zones. Dans la zone supérieure on subit le régime de traitement par vapeur et dans la zone inférieure on subit le régime de séchage.

Selon la composition chimique les boulettes renforcées ne cèdent pas aux boulettes frittées métallurgiques pour la production dans le haut fourneau. L'ensemble de leurs caractéristiques mécaniques (la solidité pour le coup est égale à la valeur plus que 90% et l'abrasion fait plus que 5-8%) et caractéristiques thermique (le réductibilité est égale à 20%, la sortie de la classe plus que 10 mm est égale à 90% et de la classe moins que 0,5mm est égale à 2%) indique aussi que le produit non fritté granulé ne cède pas à la qualité aux meilleurs boulettes frittées.

Il faut remarquer que tout l'équipement nécessaire à la réalisation de la technologie est produit par l'industrie nationale en série.

En outre, les recherches ont montré les avantages essentiels de la mise en morceau sans frittage). On fixe la réduction des dépenses énergétiques totales de trois et à cinq fois. A la fois, la pollution de l'environnement par les rejets des poussières et des gaz est diminuée de trois et à cinq fois aussi.

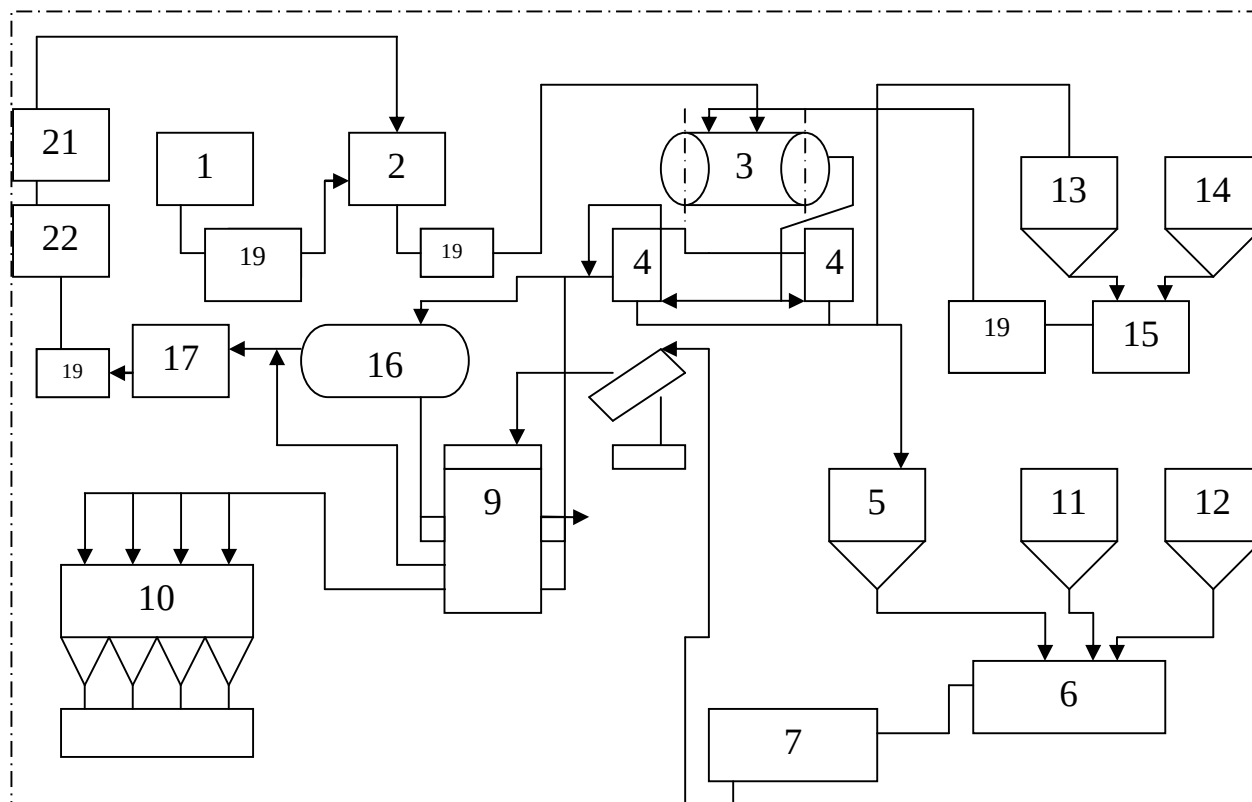
L'application de ce schéma permet d'utiliser pratiquement toutes les poussières formées pendant le laminage. Cela mène à l'augmentation de la sortie du métal, à la réduction du paiement lié avec la pollution de l'environnement. Le schéma donné permet d'augmenter l'effet économique et écologique concernant le laminage.

L'efficacité écologique et économique de l'utilisation des déchets à l'aide de la technologie donnée réunit l'effet de la réalisation du produit et l'effet obtenu de la suite de la prévention du préjudice qui est imposé à l'environnement. La comparaison des grandeurs d'effets économique et écologique montre que le deuxième effet excède considérablement le premier.

L'aspect social et économique consiste en ce que l'introduction en pratique des mesures données mènera à l'augmentation de la productivité de laminerie et permettra de lever la rentabilité de l'entreprise. C'est-à-dire, les recettes d'argent au budget de la ville sont augmentées pour le compte des impôts et des dotations aux besoins sociaux et économiques.

L'aspect écologique consiste en ce que la technologie proposée assure la réduction maxima de l'influence négative du laminage pour l'environnement, pour le compte de l'installation de l'équipement de dépoussiérage moderne. Cela assure la neutralisation des rejets gazeux jusqu'aux normes sanitaires demandées. En outre, on prévoit l'utilisation complète de tous les déchets de la production. Ce permettra d'économiser les ressources terrestres et de liquider les chantiers de déversement.

L'extraction de toutes ressources terrestres est liée à son influence sur l'environnement. Donc, nous réduisons aussi l'influence indirecte sur l'environnement, si les ressources primaires sont remplacées par les ressources secondaires (par exemple, les boulettes remplacent le produit ferrique).



Le fig.1. – Le schéma principal de l'installation de l'utilisation des déchets du laminage
 1 – le décanteur secondaire; 2 – l'épaississeur; 3 - le filtre à vide à bandes; 4 - le four à lit fluidisé; 5 - l'accumulateur des battitures graissées; 6 - le mélangeur; 7 - l'activateur; 8 – le disque de granulation; 9 – l'installation à cuve pour le traitement à vapeur et de séchage à marche continue; 10 – l'accumulateur spécial; 11 – le silo accumulateur de la scorie du cubilot et du laitier des hauts fourneaux; 12 – la trémie de chaux vive amenueillée; 13 – le silo accumulateur des battitures et de la matière filtrant; 14 – la trémie de la scorie amenueillée; 15 - les mélangeurs; 16 – la chaudière de récupération; 17 - l'électrofiltre; 18 – l'exhausteur; 19 - la pompe; 20 - la cheminée; 21 - dispositif d'humidification vibrante de la construction DonNTU; 22 – la trémie.

FINER THAN FINE

Marechal J.M., Marechal J.F. and Foucault G. (Broyeurs POITTEMILL, France)

Introduction

The necessity of fine grinding hard coal and petcoke has led to the development of specially adapted pendulum roller mills.

An increase of the grinding surface, the speed and the number of roller mills are the major modifications that have been made to meet these requirements.

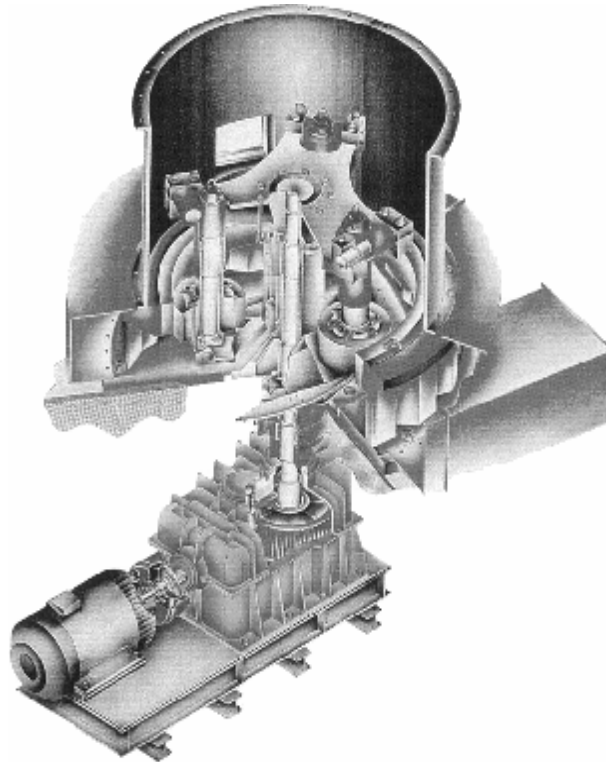
Demand for fine grinding

In the cement industry, the choice of combustibles is very important as far as cost and productivity is concerned.

As coal was not readily used in the 1970s and 1980s, it has created a high demand for grinding solid combustibles such as petcoke with HGI indices of 35, or even 30.

There are many varieties of petcoke, produced from different processes. A low rate of volatile material is one of their characteristics. Moreover, finenesses currently requested are really reduced to guarantee the most complete combustion. Plants are equipped with preheater towers, either with or without a hot point, have lower air temperatures than kilns, and require a faster combustion in the flame. If this is the case, then the lack of volatile material needs to be compensated by finer grinding.

These are the reasons why Poittemill have studied modifications to pendulum mills, and particularly for hard petcoke. This article explains the different upgrades that can be made.



Poittemill Pendulum mill.

The mill consists of a grinding chamber at the lower end and a classifier at the upper end. The pendulum mill can either have three to six rollers that work along the inner surface of a grinding ring, which is fitted on a horizontal plan. Rollers put pressure on the material bed due to its centrifugal strength.

The material bed between the roller and the ring is made of lifting tackles. The ground product is dispatched

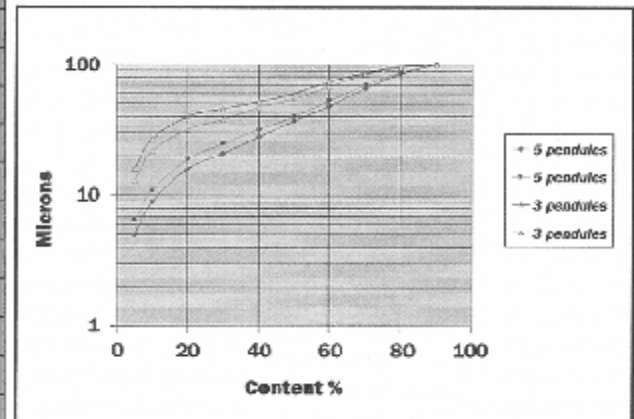
by a strong rising flow. Fine particles are carried towards the separator. Oversized material falls back to the base of the mill and follows the process again. This is how a complete grinding cycle is accomplished: compression, lump breaking, fine extraction, selection and internal circulation.

Grinding on a pendulum mill is carried out by the compression of a material bed, which has an average pressure of 3 t/cm² according to the physical characteristics of the product. At the beginning of the compression, the material bed includes numerous air pockets that reduce the contact between the particles. During comminution, the air is removed from the product and the particles are broken, which creates fines. Increasing the rate of the fines in the material bed causes contact between the

surfaces and reduces strains between particles. Compression testing shows that a maximum rate of fines is linked according to crushing pressure.

For products with a very low Hardgrove index (30 to 40), (in particular some coals and petcoke), the maximum output of fines has nearly been reached. These hard products can contain microstructures that are difficult to grind (possibly coming from the manufacturing process). To reduce the m, repeated compressions are necessary to reach the fineness requested. It is then necessary to adapt classical mills to those constraints. The strain of crushing must be increased, as well as the frequency of strains subjected by the materials bed, and even the grinding surfaces.

Table 1. Main dimensions		
Mill type		PM25
Number of rollers		3
Mill installed power		185 kWz
Classifier installed power		30 kW
Fan installed power		160 kW
Air flow		46 000 m ³ /h
Filter area		565 m ²
Hot gas generator		2000 tph
Performances		
	Coal	Coke
Raw moisture	12%	12%
Residual moisture	< 1%	< 1%
Production flow	10.50 tph	7.06 tph
Hardgrove index	50	33
Fineness	D87 = 90µm	D97 = 90µm
Top cut	D99.0 < 200µm	D99.9 < 200µm



Modification 1: Speed increase

The increase of the speed on a pendulum mill allows crushing strains to be enhanced by the growth in centrifugal strength. A constant and regular materials bed is maintained for the whole grinding zone due to the lifting tackles. The pendulum mill only works by crushing, whereas other vertical roller mills crush and, creating more wear.

The increase of speed also allows particles to move more readily between grinding parts. The operation can be easily realised on a pendulum mill as mechanical strains are imposed upon the horizontal plan, cancelling one another, and protecting the drives. The increase of speed is limited when the material bed does not have time to evacuate the air contained between particles. As a result, material bed compression becomes irregular and unstable, creating vibration and resonance.

Speed growth, to a certain extent, remains an interesting solution to increase the productivity of the pendulum mill with an average fineness of D90 = 751.µm.

There is an empirical formula that describes the variation of throughput to be linked with rotational speed and the number of pendulum (this must not be taken to its strict sense but is a often found):

$$Q = 2.927 \times 10^{-5} \times P \times f \times N^3 \times (D-d) \times D \times h \times n \times K_p \times K_f$$

Q being capacity in tph, P, pendulum weight in tons, f, correction factor of pendulum centre of gravity (0.75 in average), N, rotational speed in rpm, D, diameter of track in m, D, diameter of roller on m, h, height of track in m, n, number of pendulums, Kp, hardness coefficient of material and Kf, particle size of material coefficient.

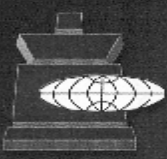
Modification of grinding surface

The increase of the grinding surface of a pendulum mill is obtained by changing grinding heights, and replacing the grinding ring and the rollers. This simple transformation can increase the production of a grinding plant and is generally carried out when quality and grinding capacity have been reduced. For example, when equipment is modified, its production can be from 8 up to 14 tph, with fineness 90 % < 50 μ m, on phosphate 75. For hard limestone, production is increased from 6 tph to 8 tph, with fineness 95% < 45 μ m with the same modification.

Modification 3: Increase in rollers

For a given product and a requested fineness, Bond defines the energy needed for grinding. The energy from the motor of a pendulum mill does not have an effect on the product when a three roller pendulum is used to produce material over a certain fineness. This can be explained because the fines that are in the product limit the effect of grinding and therefore productivity. In order to reduce fineness, it is possible to increase the number of rollers, and therefore the frequency of passage through the product. Then the total energy available at the motor can be used.

Convert your kilns to coal or petroleum coke

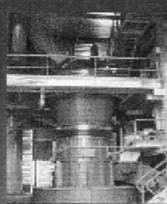


YOUR ONLY SOLUTION

POITTEMILL PM Pendulum Roller Mills with integrated dynamic classifier.

The guarantee of high performances with hard petroleum coke down to hardgrove Index 32.

- Less energy requirement,
- Less investment,
- Less maintenance,
- More flexibility,
- More reliability.





POITTEMILL
Technoparc Futura - BP 145 - 62403 Béthune Cedex
Tel : 33 (0)3 21 57 29 87 - Fax : 33 (0)3 21 57 28 20
<http://www.poitemill.com> - E-mail : poitemill@poitemill.com



This modification avoids an increase in the speed and pressure and allows the use of the same mill. It also avoids the risk of vibration and is also suitable for hard products (HGI < 40) or important fineness (090 = 40 I.Jm). As a consequence, the rate of ultra-fines in the finished product is raised, which is particularly interesting for hard combustibles such as coke or anthracite, which have a low volatile material rate. A fine rate < 50 I.Jm is utilised for good combustion. A fineness 050 = 35 I.Jm can be reached for petcoke.

Coke mill application

Vicat needed a new coal and petcoke grinding plant for its Saint-Egrève plant in France. This was ordered to feed the kiln with 100% solid fuel. For economical reasons, a very good hard petcoke was considered. After comparing various competitors, Vicat gave an order to Poitemill in January 2000 and commissioning took place in August 2000.

Due to its experience in milling and tests at a pilot station, Poittemill selected the best configuration for the pendulum mill and the classifier and dimensioned the system in accordance. This plant is also designed for coal grinding. The results are shown in Table 1.

To better combust the petcoke, the classifier was selected to increase the very fine part of the production (lower than 50 microns). The aim was to create approximately 50% lower than 35 μ m and was achieved using a "double whizzer" classifier.

Conclusion

It is always difficult to say what will be combustible in the future. In the majority of cases the Poittemill pendulum mill could be adapted to produce the following:

- Setting up a dynamic separator to filter coarse material over 100 μ m (10% production) more efficiently than a static separator
- An existing classical coal pendulum mill can be adapted to coke. Speed increase is simpler to achieve and improves production (10% additional production for 5% speed growth, if the installation allows it).
- Finally, for difficult products (HGI < 40), the frequency of passage must be raised by increasing the grinding surfaces or the number of rollers.

The amount of maintenance needed for Poittemill pendulum mills (replacement of spare parts, accessibility, dismantling) is very short, which makes the equipment more available. Pendulum mills can also reduce maintenance costs due to cheaper spare parts, and provides a long life.

THE ANALYZE OF HYDRODYNAMIC LUBRICATION OF SLIDING BEARINGS USING FINITE ELEMENTS METHOD

Marian Bunea (*Military Technical Academy, Bucharest, Romania*),
Petru Funar (*POLITEHNICA University, Bucharest, Romania*)

The paper presents a simulation procedure by finite elements for hydrodynamic lubrication of sliding bearings. This procedure are based on an finite elements analysis module of thermal distribution assimilated by a pressure distribution in sliding bearing lubricant film and include calculus subroutines for conversion, preparing input data and automatic analysis of output data. This research was realizing bases on the contract no. 2/2005, in CEEX Program.

1. Introduction

We present a simulation procedure by finite elements for hydrodynamic lubrication of sliding bearings. This procedure are based on an finite elements analysis module of thermal distribution assimilated by a pressure distribution in sliding bearing lubricant film and include calculus subroutines for conversion, preparing input data and automatic analysis of output data. These procedures are iterative applied for high precision.

The lubricant film particularities permitted to reduce the specific mathematical model for Newtonian fluids flow in solid space. Reynolds's equation represent the reduced of automaton for lubricant flow in sliding bearing and contains a few specifics simplifying hypothesis [1,2]:

- the lubricant film are very slim comparing the global dimensions of sliding bearing;
- the fluid inertia are negligible;
- the rounding of sliding bearing elements introduces negligible second order

mechanical effects.

For stationary work conditions and incompressible lubricant, the Reynolds's equation is [1,2]:

$$\frac{\partial}{R\partial\theta}\left(\frac{h^3}{\eta}\frac{\partial p}{R\partial\theta}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{h^3}{\eta}\frac{\partial p}{\partial z}\right)=6R\omega\frac{\partial h}{R\partial\theta}, \quad (1)$$

where:

p = lubricant film pressure;

R = average lubricant film radius;

h = lubricant viscosity;

w = relative angular speed pin-bearing;

h = lubricant film thickness.

The boundaries limits conditions associated to equation (1) are expressed as pressures on feed hole supply and the bearing ends, generally.

Under isothermal conditions viscosity is constant throughout the lubricant film. This condition presupposes a balance between the quantity of heat generated throughout the lubricant film and the heat absorbed and dissipated by the bearing elements.

2. Numerical simulation with finite elements for hydrodynamic lubrication of sliding bearings

The Reynolds's equation can be seeing like a thermal distribution in 2D space. The similarity of equation (1), including the boundary condition with thermal distribution permitted the numerical simulation with finite elements. We are considered the pressure distribution $p(q,z)$ like temperature. Similar, the thermal conductivity coefficients depend on lubricant film thickness and viscosity:

$$k_\theta = \frac{h^3}{\eta} \quad \text{and} \quad k_z = \frac{h^3}{\eta}. \quad (2)$$

The right member of equation (1) is a heat source equivalent. The simulation with 2D finite elements was realized on lubricant film median surface using deltoid element (SHELL) with 6 nodes (suitable for curved surfaces). We are obtained 3245 elements and 6652 nodes which constitute the lubricant film finite elements model.

The finite element model considered only one supply nozzle through which the lubricant is introduced into the bearing at absolute pressure.

For exemplification we present the solution of hydrodynamic lubrication of a sliding bearing with follow dimensions:

- bearing sizes: diameter, $D = 100$ mm; length, $L = 80$ mm; radial play, $J_0 = 0,2$ mm.
- working conditions: stationary, isothermal, steady load space fixed, $F = 25$ kN,
- lubricant viscosity: $\eta = 0.1$ Ns/m².

The analysis of slide bearings has been carried out for a series of angular velocity steps of the shaft, ranging between 10 s^{-1} and 500 s^{-1} (Fig. 1), with developments for the rating with angular velocity of 200 s^{-1} . This was considered proper operation.

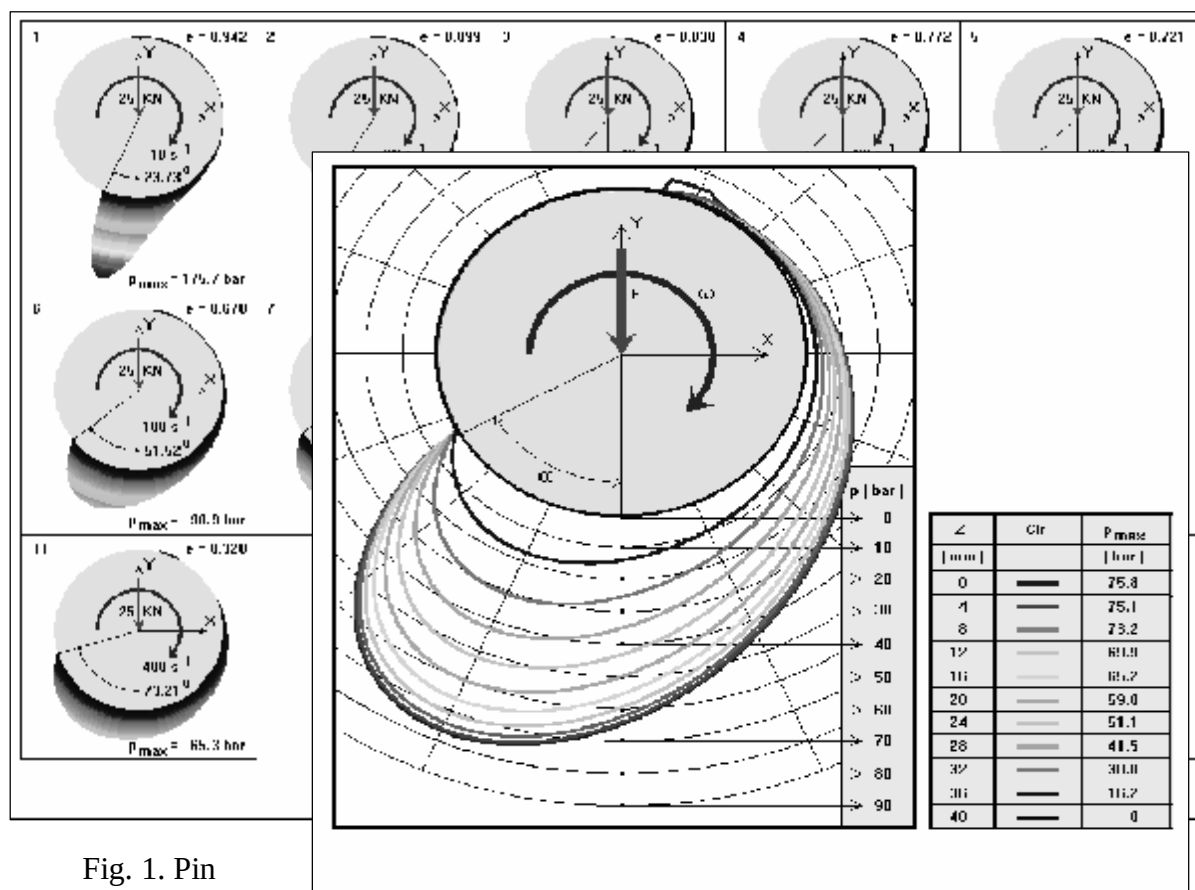


Fig. 1. Pin hydrodynamics

pressure distribution function of angular velocity of the shaft

Under stationary and isothermal operation, under the prescribed load, the pin occupies within the bearing position determined by eccentricity ε and the positioning angle α .

For each operation mode the solution is obtained iteratively, controlling the two parameters ε and α to reach the hoisting bearing capacity with a tolerance $\pm 0,5\%$.

The solved procedure is incorporated in an iteration loop, including 3 steps:

- **INPUT DATA preparing;**
- **Running thermal analysis module;**
- **OUTPUT DATA interpretation.**

The input data preparations was done using a calculus subroutine, which starting from the values reached by the parameters ε and α determine the average thickness of the lubricant film on the finite elements and than the material coefficients (2).

After the modification of the material properties the standard thermal analyses program is run, then the out put data are interpreted also using a calculus subroutine.

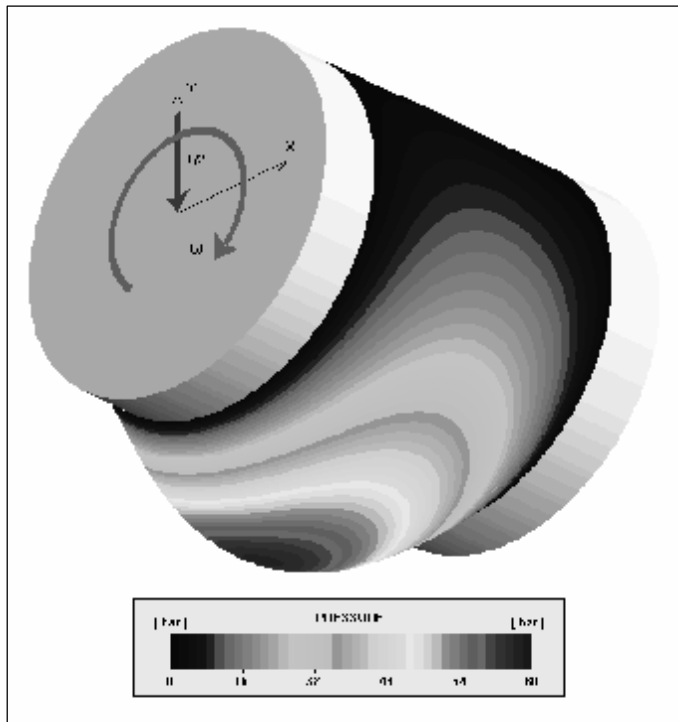
A part of the results using MEF in lubrication of sliding bearings are presented in figure 2 and fig. 3.

For numerical simulation we used COSMOS M .

Working conditions:

- ideal*;
 - stationary;
 - isothermal;
 - steady load space fixed
 $F = 25000 \text{ N}$
 - angular speed
 $\omega = 200 \text{ rad/s}$
 - eccentricity
 $\varepsilon = 0,0512 \text{ mm.}$
 - positioning angle
 $\alpha = 62,74^\circ$;
 - $p_{\max} = 75,8 \text{ bar}$
 - lubricant viscosity
 $\eta = 0,1 \text{ Ns/m}^2$
- *bearing and pin axis are parallel

Fig. 2. The pressure curves on axle journal in normal planes equidistant for the operation with the eccentricity $\varepsilon = 0,0512 \text{ mm.}$ and the angular speed $\omega = 200 \text{ s}^{-1}$.



Working conditions:

- ideal*;
- stationary;
- isothermal;
- steady load space fixed
 $F = 25000 \text{ N}^{**}$
- angular speed
 $\omega = 200 \text{ rad/s}$
- positioning angle
 $\alpha = 62,74^\circ$;
- $p_{\max} = 75,8 \text{ bar}$
- lubricant viscosity
 $\eta = 0,1 \text{ Ns/m}^2$

*bearing and pin axis are parallel

** equal distribution on pin

Fig. 3. Pin hydrodynamics pressure distribution.

3. Conclusion

The numerical simulation of slide bearings with hydrodynamic lubrication allows obtaining useful solutions in the research and design of mechanical systems. To make the presentation simpler we had in view stationary operation with fix load in space for which we used by similitude the simplified Reynolds equation (1).

The generalization of the simulation procedure through the generalized Reynolds equation, when time is a variable, allows the approach on stationary, dynamic phenomena taking place in the hydrodynamic slide bearings.

In the complete analysis of the insertion process is required where the real heat field developed in the bearing depends on time we have a complicated problem to solve which is associated with an effective thermal analysis problem. The proposed procedure is able of approaching the more general problem of hydrodynamic slide bearings irrespective of their shape, their operation on the lubricants properties.

References: 1. Constantinescu, V.N., Nica, A., Pascovici, M.D., *Lagare cu alunecare*, Editura Tehnica, Bucuresti, 1980; 2. Frêne, Jean: *Lubrification hydrodynamique. Paliers et Butée* - Collection de la Direction des Études et Recherches d'Électricité de France, Editions Eyrolles, Paris, 1990; 3. Hamrock, Bernard J. *Fundamentals of Fluid Film Lubrication* McGraw-Hill, Inc. 1994.

A COMPARATIVE STUDY REGARDING THE QUALITY OF THE VOLATILE OILS OBTAINED BY MEANS OF HYDRO DISTILLATION

Mosteanu D., Barsan Gh., Miclaus S. (LFA Sibiu, Romania)

This paper presents the analytic results of three volatile oil types obtained by means of two hydro distillation methods. The first case represents the classical hydro distillation with a Neo Clevenger type device, and the second one represents a hydro distillation with an experimental installation, its own concept of hydro distillation by means of microwave.

I. Introduction

In order to obtain the volatile oils, we use several methods and systems that are based on their feature of being carried over with water steams, as a result of the high temperature tension that characterizes them. Beside the volatile oils procedures the water steams carrying over was and still is the most frequently used method [1].

The carrying over process is preceded by a diffusion process of the oil from the vegetal cells that lasts more or less, depending on the volatile oil locations in the plant and on its nature [2]. This method, thought a simple one, and easy to accomplish, especially in the country-side, still has some disadvantages.

Therefore, on the inside wall of the vessel there may be some parts of the plant that can carbonize, these destroying the active principles. In the water certain substances can be solved, these one being distilled along with the volatile oils, due to the azeotrope systems forming.

Last but not least, an important disadvantage is that the process is a discontinuous the specific costs being increased.

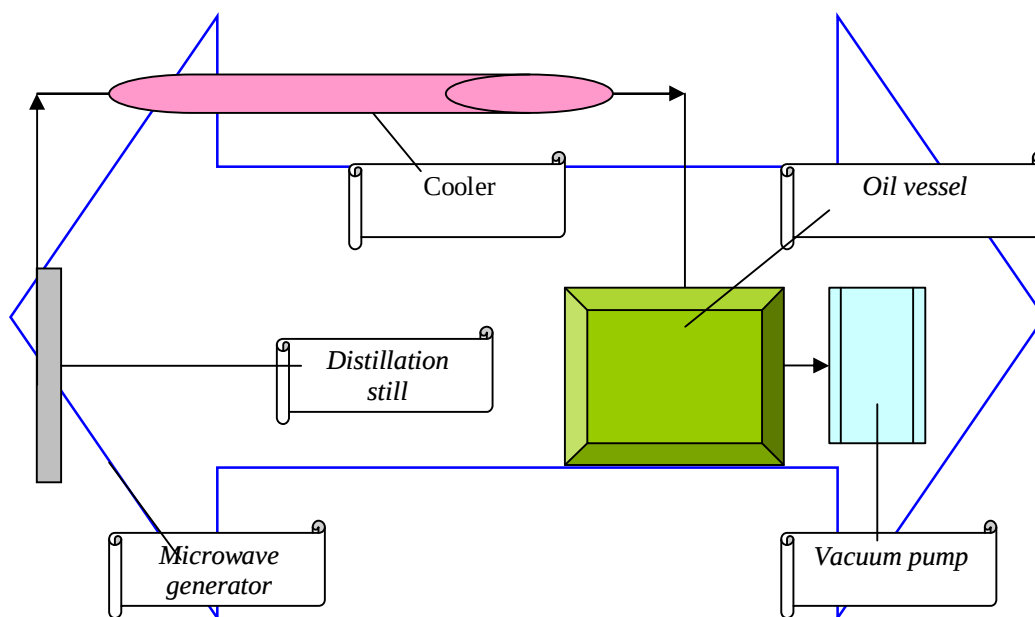


Fig.1. Experimental installation

The obtaining method:

- Classic hydro distillation Neo Clevenger device;
- Void space microwaves hydro distillation is our own concept and installation (figure

1)

Means of presenting and vegetal material: fresh and dry.

The vegetation period, the geographic areas:

- In this study, we used material from the field experience of the Aromatic and Medicine Plant Research Laboratory–Brasov 2004-2005, from the spontaneous vegetation from Crint area and Ocna hill.

The vegetal material was collected from the following species:

- Menthae folium – spearmint; - Pinus silvestris – pine;- Abies alba Mill. – fir.

The classic hydro distillation parameters were:

- $p = 1 \text{ atm.}$; - $T = 100^{\circ}\text{C}$; - Contact time = 3 h and 30 min.;- Distillated water
- Dry and grinded vegetal oil, grinded at $\Phi = 0.15\text{-}0.25 \text{ mm}$.

The void space microwave hydro distillation parameters were:

- $p = 1 \text{ atm.}$; - $T = 80\text{-}100^{\circ}\text{C}$; - Contact time = 30 min.;- Distillated water;
- Dry and grinded vegetal oil, grinded at $\Phi = 0.15\text{-}0.25 \text{ mm}$.

The Gas-Chromatographic analysis.

In the case of the Gas-Chromatographic analysis case, the drops identification was accomplished by means of time retention etalons for the working conditions mentioned, above and the quantitative composition was established according to the drops area.

The working features of the gas-chromatographic clutching – the mass analyzer (figure 2) (GC/MS) is:

- m** Type – SATURN 2100 T – ionic trap detector;
- m** Provider – VARIAN;
- m** Carrying gas – helium, flowing 1 ml/min., constant pressure;
- m** Injecting means – split ness, 2 min.;
- m** Column features – $L = 30 \text{ m}$, insider diameter = 0.25 mm, film = 0.25 $\mu\text{m.}$;

m Temperature programme – 40°C (2 minutes), 10°C/minute, 300°C (10 minutes).

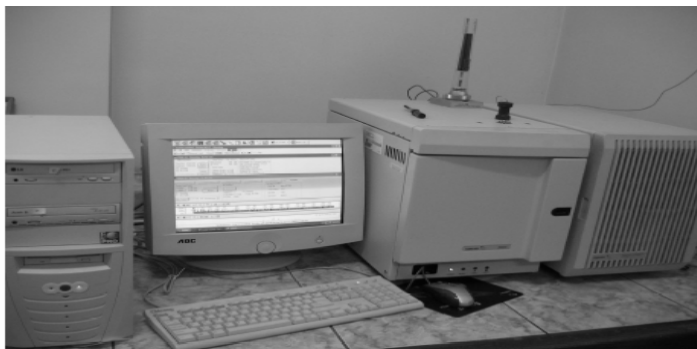


Fig. 2. Gas-chromatographic clutching – mass analyzer (GC/MS)

III. Results and discussions

We have obtained the following results (table 1, 2 and 3):

Table1. The gas-chromatographic and spectrometric analysis results for spearmint

Nr.	Component name	Spearmint 1 % mass.	Spearmint 2 (microwaves) % mass.
1	α -pinen	0.2	2.01
2	β -pinen	-	0.78
3	Cis-p-Metan-3-onă	9.5	10.53
4	Mentol	67.91	61.45
5	Pulegon	0.30	2.16
6	Piperiton	8.95	3.44
7	Isomentol acetat	8.34	3.74
8	β -burbanenă	0.35	1.72
9	Allo-Aromadendren	-	6.19
10	Aromadendren	-	0.87
11	Germacren	-	0.67
12	β -cardinen	-	0.57
13	p-mentan 8-tiol	0.37	-
14	Carotol	0.17	-
15	Other compunds	3.92	5.87

Table 2. The gas-chromatographic and spectrometric analysis results for pine

Nr.	Component name	Pine 1% mass.	Pine 2% mass.
1	α -pinen	17.61	8.25
2	Camfen	0.38	3.50
3	β -pinen	7.24	4.40
4	3-caren	7.70	-
5	α -limonen	14.46	10.27
6	γ -terpinen	0.22	0.19
7	Terpinolen	1.94	0.88

8	Terpenol	2.71	4.30
9	Bornil acetate	4.91	18.39
10	Longipinen	1.67	-
11	à-Gurjenen	19.60	27.76
12	Thujospen	7.21	3.63
13	Humulen	1.16	0.54
14	Aromadendren	0.76	0.25
15	à-Muurolen	1.12	0.80
16	ë-Cardinen	2.43	2.20
17	Caryofilen oxid	1.43	2.40
18	Juripen	0.75	2.25
19	Cembren	0.65	-
20	Other compounds	6.05	9.99

Table3. The gas-chromatographic and spectrometric analysis results for fir

Nr.	Component name	Fir 1 % mass.	Fir 2 % mass.
1	α -pinen	11.26	4.03
2	Camfen	1.40	3.25
3	β -pinen	2.33	2.83
4	3-Caren	0.10	-
5	α -limonen	4.70	3.81
6	β -linalol	0.66	-
7	p-menta 1, 7, 8- dien-2-ol	2.20	-
8	Terpenol	6.39	6.60
9	Antranilat de linalil	4.40	-
10	Bornil acetate	19.80	35.68
11	Longipinen	2.33	2.74
12	À-Gurjunen	3.42	2.97
13	Humulen	1.39	0.92
14	Aromadendren	1.10	0.83
15	Allo- Aromadendren	-	0.30
16	à-Muurolenă	2.69	2.22
17	ë-Cardinen	3.33	1.58
18	Cariofilen oxid	10.50	7.79
19	Juripen	5.60	1.76
20	Isopulegol acetate	-	1.70
21	3-isopropenil-1- cicloocten	-	1.80
22	Cembren	-	0.07
23	Other compounds	16.40	18.37

IV. Conclusions

© The results obtained in the gas-chromatographic analysis are according to the specialized literature data [3, 4];

© We have noticed, that by means of microwaves hydrodistillation, a greater percent increase of the main components which characterizes the volatile oil. Therefore, in the case of spearmint we notice an increase of the mint camphor of about 10% and a significant increase of the piperitone 260%, and of the izomint, 222%. It is also important, the vanishing of the p-mint 8-tiol, a product present only in the oil obtained by means of microwaves;

© In the case of pine oil, we notice that the quantity of α -pine is doubled, that the compound main α -limonen has increased with 40%. In the case of fir oil, we notice similar action, namely a three times greater quantity of α -pine oil main compound;

© We also notice the low content of some secondary-artifact products, in the case of hydro distillation with void space microwaves due to the relative short hydro distillation time only 20 minutes, compared to the one of 210 minutes in the case of classic hydro distillation and low temperature. As an example we use the significant decreasing of the component that is probably an artifact, of the bornil acetate; about 3.5 times, in the pine oil and about 2 times in the fir oil;

© The volatile oil efficiency is part of the data presented in the specialized literature; the efficiency was greater in two cases (pine and fir), and in the case of spearmint, the efficiency was lower.

References: 1. Fleurentin J., Cabalion P., Mazars G., Ethnopharmacologie – Sources, methodes, objectives, Editura Orstrom, Franța, 1990; 2. Cornillot P., Horay, P., Encyclopedie des medicines Naturelles, Editura Technique, Franța, 1991; 3. Papadopoulou K., Kaukos P., Variation of the essential oils the leaves, twigs and ones of Balkan pine in Greece, Journal of Essential Oil Research, v8, n5, Sept.-Oct. 1996, Thessaloniki, Greece, p. 499-502; 4. Ross J., Gagnon H., Girard D., Hachey J., Chemical composition of the bark oil of balsam fir Balsemea Abies, Journal of Essential Oil Research, v8, n4, July-Aug. 1996, Quebec, Canada, p. 343-346.

THE OPTIMIZING OF THE MICROWAVES HYDRO DISTILLATION PROCESS

Mosteanu D., Barsan Gh., Miclaus S. (LFA Sibiu, Romania)

This paper focuses on the hydrodistillation process efficiency fluctuation in order to optimize this process which depends two important parameters from the system: the power and the pressure. Therefore, we accomplished nine hydrodistillations with our own installation, using Folium Menthae vegetal material.

I. Introduction

Out of the volatile oils procedures the water steams carrying over was and still is the most frequent used method [1]. The procedure consists of the following operations: the raw material is brought together with the water in the distillation vessel, the bottom of the vessel is directly heated at the heating source, and the mixture of oil and water steams are collected, by means of condensation, in a cooling system [2].

Ten carrying overs have been accomplished for the microwaves hydrodistillation process. The oils obtained were mixed and the efficiency of the operation was the arithmetical mean of the above mentioned processes. In order to correctly interpret the process, we focused on the void space microwaves hydrodistillation, with variable parameters, which generate power and pressure from the system, the power is 700-800W and the pressure 0.05-0.1MPa [3].

II. Experimental Data

The efficiency of the hydrodistillation for all nine experiments, depending on the established working conditions is represented in table 1.

Table 1. The hydrodistillation efficiency which depends on the work conditions

Number of experiment	Volatile oil	η [%] Efficiency	P (W) Power	p (MPa) Pressure
1	Folium Menthae	1.30	800	0.100
2	Folium Menthae	1.24	750	0.100
3	Folium Menthae	1.20	700	0.100
4	Folium Menthae	1.38	800	0.075
5	Folium Menthae	1.34	750	0.075
6	Folium Menthae	1.28	700	0.075
7	Folium Menthae	1.50	800	0.050
8	Folium Menthae	1.45	750	0.050
9	Folium Menthae	1.40	700	0.050

By using Statistics programme, version 4.0. we have obtained the graphic in the variant 3D.

The equation for the surface obtained is:

$$z = f(x, y) = 0.898 + 0.001 \cdot x - 4.067 \cdot y \quad (1)$$

The graphic representation of the efficiency which depends on the pressure and the power is represented in fig. 1.

We have noticed that the more the power increases and the pressure decreases the more efficiency increases.

The values of $P = 886W$ and $p = 0.05MPa$ are the maximal accepted values for the value efficiency to be a maximum one.

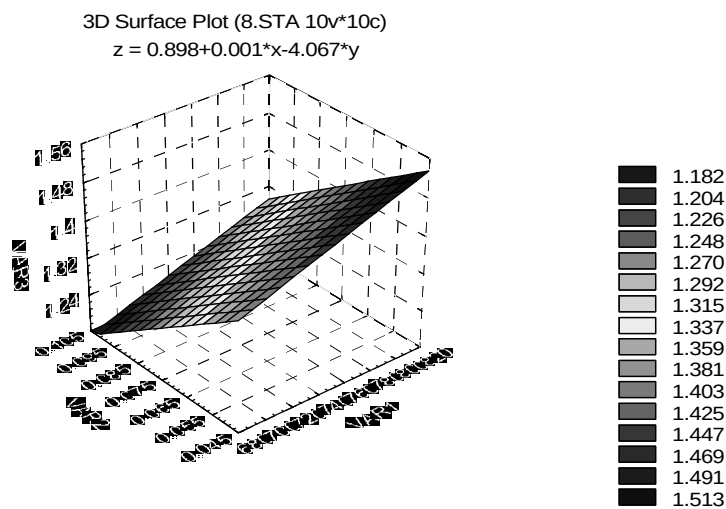


Fig.1. The extraction efficiency graphic which depends on the generator's power and the working pressure for these nine experiences.

II. Results and discussions.

From the above represented graphics notice that the hydrodistillation efficiency, if a parameter is constantly maintained is increased along with the decreasing of the pressure from the working place. We also notice that if we constantly maintain the other parameter, the pressure, the efficiency increases along with the increasing power [4].

Beside data mentioned above we notice that efficiency, is a function with two variables (pressure and power) which increases along with the increasing power and the decreasing pressure.

In order to optimize the process we focused on a mathematic model that minds the Polynomial Function of two variables of the kind

$$F(x, y) = a_1 x^2 y^2 + a_2 x^2 y + a_3 x y^2 + a_4 x^2 + a_5 y^2 + a_6 x y + a_7 x + a_8 y + a_9 \quad (2)$$

where function $F(x, y)$ is the microwaves hydrodistillation efficiency, x is the working pressure and y is the microwaves generator power. In order to solve the linear system with nine equations:

$$[M] \cdot \{X\} = \{v\} \quad (3)$$

we have used 2002 Profesional Matchad programme which generated a matrix of the following form:

$$[M] = \begin{bmatrix} 4.9 \cdot 10^3 & 7 & 4.9 \cdot 10^4 & 0.01 & 49 \cdot 10^4 & 70 & 0.1 & 700 & 1 \\ 5.6 \cdot 10^3 & 7.5 & 5.6 \cdot 10^4 & 0.01 & 56 \cdot 10^4 & 75 & 0.1 & 750 & 1 \\ 6.4 \cdot 10^3 & 8 & 6.4 \cdot 10^4 & 0.01 & 64 \cdot 10^4 & 80 & 0.1 & 800 & 1 \\ 2.8 \cdot 10^3 & 3.9 & 3.7 \cdot 10^4 & 0.05 & 49 \cdot 10^4 & 53 & 0.08 & 700 & 1 \\ 3.2 \cdot 10^3 & 4.2 & 4.2 \cdot 10^4 & 0.05 & 56 \cdot 10^4 & 56 & 0.08 & 750 & 1 \\ 3.6 \cdot 10^3 & 4.5 & 4.8 \cdot 10^4 & 0.05 & 64 \cdot 10^4 & 60 & 0.08 & 800 & 1 \\ 1.2 \cdot 10^3 & 1.8 & 2.5 \cdot 10^4 & 0.03 & 49 \cdot 10^4 & 35 & 0.05 & 700 & 1 \\ 1.4 \cdot 10^3 & 1.9 & 2.8 \cdot 10^4 & 0.03 & 56 \cdot 10^4 & 38 & 0.05 & 750 & 1 \\ 1.6 \cdot 10^3 & 2 & 3.2 \cdot 10^4 & 0.03 & 64 \cdot 10^4 & 40 & 0.05 & 800 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$[v]^t = [1.20 \quad 1.24 \quad 1.30 \quad 1.28 \quad 1.34 \quad 1.38 \quad 1.40 \quad 1.45 \quad 1.50] \quad (5)$$

The solution for the equations system (3) is:

$$\{X\} = \begin{Bmatrix} 8.571 \cdot 10^{-3} \\ -0.0127 \cdot 10^3 \\ -1.143 \cdot 10^{-3} \\ 4.723 \cdot 10^3 \\ 3.257 \cdot 10^{-5} \\ 1.694 \\ -0.632 \cdot 10^3 \\ -0.047 \\ 0.019 \cdot 10^3 \end{Bmatrix} \quad (6)$$

Replacing the obtained results, the function $F(x, y)$ in the relation (2) will be :

$$F(x, y) = 8.571 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 y^2 - 12.721 \cdot x^2 y - 1.143 \cdot 10^{-3} \cdot xy^2 + 4.723 \cdot 10^3 \cdot x^2 + 3.257 \cdot 10^{-5} \cdot y^2 + 1.694xy - 632.473x - 0.047y + 18.756 \quad (7)$$

In order to find out the minimum and the maximum point or stationary point, we derive function $F(x, y)$ according to x and to y :

$$\begin{aligned} \frac{jf}{jx} &= 0.017xy^2 - 25.442xy - 0.001y^2 + 9.446x + 1.694y - 632 = 0 \\ \frac{jf}{jy} &= 0.017x^2 y - 12.721x^2 - 0.002xy + 0.0001y + 1.694x - 0.047 = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

After having solved the equations (8), within 2002 Professional Mathcad programme, the solutions obtained are:

$$M(x_M, y_M) = (0.05; 885.3) \quad (9)$$

that represented a point that can be maximum, minimum or stationary point

In order to find out the nature of the point $M(x_M, y_M)$, we derive twice the function $F(x, y)$ according to x and to y :

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} &= 0.017y^2 - 25.442y + 9.446x = 357.5 \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} &= 0.017x^2 y - 25.442x + 9.446y = 0.043 \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} &= 0.017x^2 - 0.002x + 0.0001 = -8 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (10)$$

Now we calculate the Jacobian of the function:

$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 357.5 & 0.043 \\ 0.043 & -8 \cdot 10^{-6} \end{vmatrix} = -4.7 \cdot 10^{-3} < 0 \quad (11)$$

The relation (11) shows that $M(x_M, y_M)$ is a maximum point.

III. Conclusions

- The theoretically results established are that the point obtained is a maximal, and are according to the experimental results;
- The efficiency of the hydrodistillation is greater in the case of low pressure and greater power case, so the values of 0.05MPa and 886W are the maximal accepted values for the value efficiency to be a maximum one.
- This hydrodistillation was not experimented because of the impossibility regulation of the power parameter, at of the theoretically established value.

References: 1. Cornillot P., Horay P., “Encyclopedie des medicines Naturelles”, Editura Technique, Franța, 1991; 2. A. Mărculescu, “Cercetări biochimice privind valorificarea principiilor active din Chrisantema Balsamita”, Sesiune de comunicări științifice, Cluj Napoca, 1995; 3. Mosteanu D., “Teza de doctorat”, Universitatea „Lucian Blaga” Sibiu, Romania, 2005; 4. Mosteanu D, ”The optimizing whit spline interpolation of the microwaves hydrodistillation”, Acta Universitatis Cibiniensis Chemia, vol.9, nr.2, Editura Universității “Lucian Blaga”, Sibiu, 2005.

THE EFFECT OF AGING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES OF WROUGHT ALUMINIUM ALLOY

Mrówka-Nowotnik G, Sieniawski J., Nowotnik A.

(University of Technology, Department of Materials Science, Rzeszów, Poland)

Aluminium alloys containing Mg and Si as the major solutes are strengthened by precipitation of the metastable precursors of the equilibrium b (Mg_2Si) phase in one or more sequences. There are several particles that can form during aging: GP zones and intermediate metastable phase $a-b''$, b' and stable b phase [1-10]. Although the precipitation process in Al-Mg-Si alloys has been extensively studied, the understanding of the hardening process is still incomplete, since any change in composition, processing and aging practices etc. could affect the precipitation hardening behaviour [3-6,10]. In this paper differential scanning calorimetry (DSC), transmission electron microscopy (TEM), and hardness measurements have been utilized to study the effect of the precipitation hardening on the mechanical properties in aluminium alloy 6082.

Material and experimental: An alloy 6082 containing 0.78Mg, 1.2Si, 0.33Fe, 0.08Cu, 0.5Mn, 0.05Zn and 0.14Cr (wt.%) was cast in SAPA company. The test specimens were cut from the ingot parallel to the extrusion direction. To get different original microstructures, the following heat treatments were performed: the alloy was solution-treated at

570°C for 4 h, followed by a water quench; then the specimens were aged at 130, 190 and 220°C for 72, 42 and 48 h, respectively. The specimens were strained by tensile deformation on an Instron-type machine at room temperature. The hardness was measured with Brinell tester under 49.03 N load for 10 sec. TEM observations were conducted on a transmission electron microscope (Jeol JEM 2010 ARP) operated at 200 kV. DSC samples were investigated in SETARAM Setsys thermal analyzer.

Results and discussion: Fig. 1 shows thermogram of the 6082 alloy obtained at a heating rate of 10°C/min immediately after quenching from the solutionizing temperature. The DSC scan reveals that six exothermic effects occur during heating from room temperature to 630°C. The peaks can be observed at following temperatures: **I**-83, **II**-163, **III**-260, **IV**-310, **V**-475 and **VI**-533°C. With respect to the literature [4,5,9], the precipitation sequence during heating the aluminium alloy 6082 is as follows: α (sss) $\rightarrow$ GP zones $\rightarrow \beta'' \rightarrow \beta' \rightarrow \beta$; where α (sss) is the supersaturated solid solution, GP – Guinier-Prestone zones, β'' , β' – intermediate metastable phases. DSC results are quite similar to those observed previously by Broili [9] and Miao [7] and confirm above mentioned precipitation sequence. As can be observed in Fig. 1a, for 6082 alloy the first two exothermic peaks (I and II) correspond to the beginning of precipitation of GP zones while the other ones correspond to precipitation of metastable phases. Judging from the position of these peaks, the main precipitates in 260°C and 310°C aged alloys are metastable β'' and metastable β' , respectively. The peak at higher temperature is the strongest one (III-250°C) and corresponds to the precipitation of intermediate metastable β'' phase. Fig. 1b shows the effect of artificial aging time on hardness. It can readily be seen that the hardness of 6082 alloy effectively depends on the precipitation strengthening conditions. The plots indicate that, in all the cases except at an aging at 130°C, the hardness initially increases rapidly with the increase in aging time reaching the peak value, after which hardness almost returns toward its initial value. The examined alloy reached maximum hardness value of 127 HB after 4 hours of aging process. Similar hardness value to that observed for the highest aging temperature the alloy achieved at aging temperature of 130°C although after longer aging time – 70 h. It was affirmed that the higher aging temperature, the shorter time is needed to achieve the maximum hardness value.

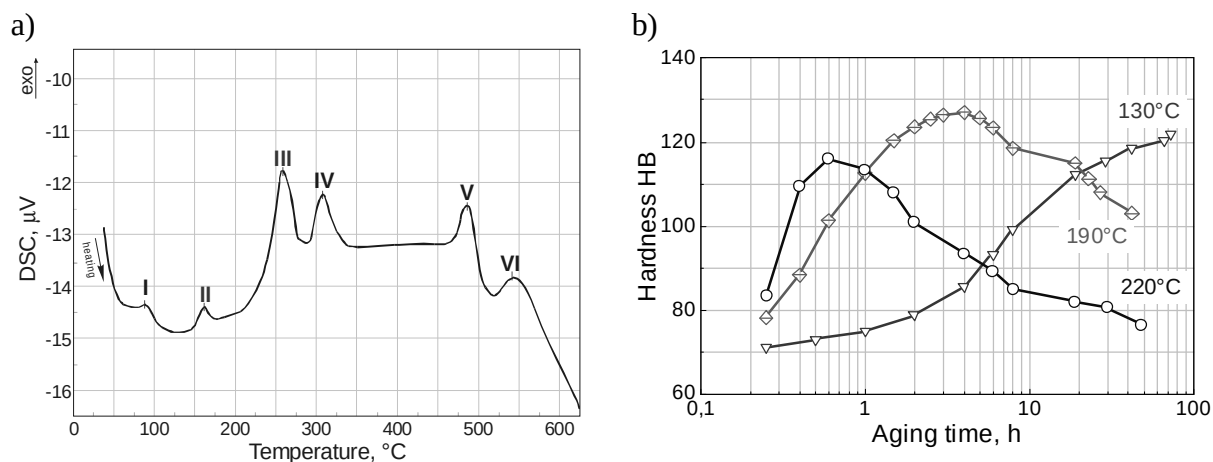


Fig. 1. a) DSC trace of an as-quenched sample taken at a scan rate of 10°C/min; b) variation of hardness with time during artificial aging

The observed changes in hardness in artificial aging may be essentially attributed to the precipitation process of β (Mg₂Si) particles. The obtained results have enabled to conclude

that the aging process for 6082 alloy at 130°C begins with the formation of GP zones which act as obstacles to dislocation motion and results in slight hardness increase. At the higher aging time, the GP zones are replaced initially by precipitation of metastable intermediate β'' and finally by precipitates of β' phases, hence more hardening and accelerated rate of aging process is noted. The hardness of the alloy increase as far as the equilibrium stable $\beta(\text{Mg}_2\text{Si})$ phases is formed. Observed a drop in hardness at prolonged aging times at 190 and 220°C could be attributed to the effect of the overaging of the alloy. Extended aging time and elevated temperature contribute to the formation of larger plate-shaped precipitates. TEM examination of microstructures in the samples after aging at 130 and 220°C confirms changes in precipitates size (Fig. 3). GP zones formation stage does not occur during aging at higher temperature. In this case, aging process start with precipitation of intermediate phases - β'' and β' . Thus the hardness peaks at aging curves appears after shorter time (at 190°C after 5 hours) that correlates with the presence in the microstructure of partially coherent non-equilibrium precipitates of β'' and β' phases. Application of higher aging temperature – 220°C results in reduction of time which is required for achieving the maximum hardness value.

The alloy achieves its maximum hardness at 220°C when aged for 1 h, thereafter, a decrease occurs as the time progresses. Drop in hardness observed at aging curve obtained for aging at the highest temperature – 220°C could be due to formation of equilibrium phase of $\beta(\text{Mg}_2\text{Si})$ followed by its growth to larger particles size (Fig. 3b). Further heat treatment at higher temperature and time may result in coalescence of $\beta(\text{Mg}_2\text{Si})$ phase precipitates. Fig. 3a shows a bright field TEM image representing the typical microstructure of the material solutionized and aged for 6 h at 160°C. The image shows small needle shaped β'' particles aligned in $\{001\}$ matrix direction and homogeneously distributed throughout the matrix. The presence of a large number of tiny dots represents the β'' needles viewed end-on. This indicates that β'' is the main strengthening phase.

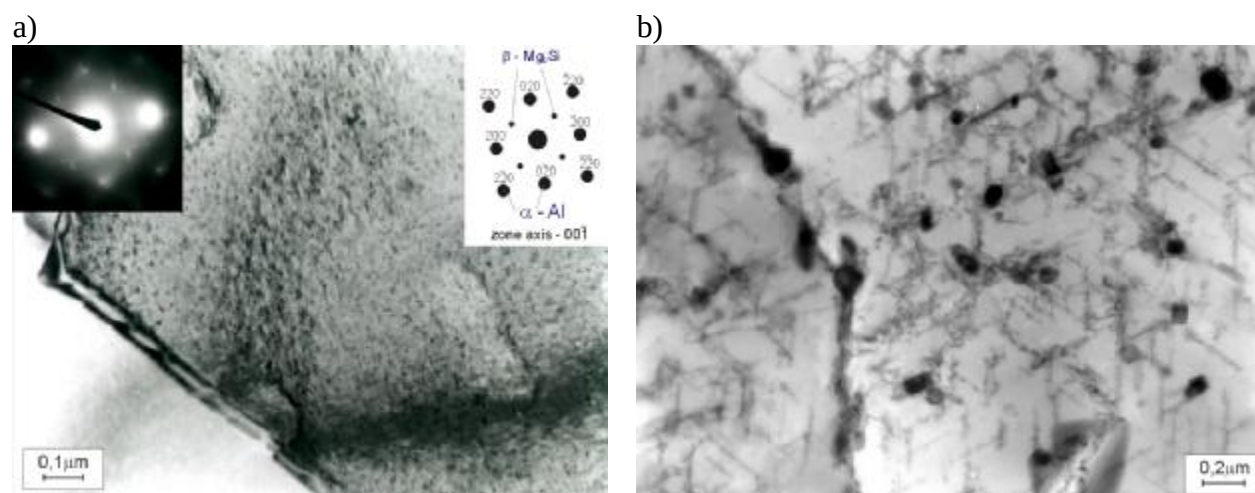


Fig. 3. TEM micrograph of 6082 alloy: a) aged at 160°C for 6 h showing uniform dispersion of fine needle shaped β'' particles; b) aged at 300°C for 20 h showing coarser needle-like β'' particles on dislocations as well as globular precipitates of $\alpha\text{-Al(FeMn)Si}$ phase

Fig. 3b shows the typical microstructure of the alloy aged for 20 h at 300°C. Upon prolonged aging, the β'' needles are similar to those observed in Fig. 3a, except they are larger. The β'' needles occupy, in a homogeneous way, the whole volume of the grains. Microstructure also contained non-uniform dispersion of intermetallic particles which were most

commonly spherical in shape. These large particles were analysed using a STEM and all of them were found to contain Al, Fe, Mn and Si suggesting that they were precipitates of α -Al(FeMn)Si phase.

The curves of R_m , $R_{p0.2}$ and A obtained at aging at higher temperature (190°C) are shown in Fig. 4. After heat treatment for the first few hours yield strength and tensile strength increases rapidly. The growing trend of strength continues and it reaches $R_m=440$ MPa after aging for 6 hours. Further extension of aging time results in insignificant variations of R_m and $R_{p0.2}$ values (Fig. 4a). The increment of alloy strength similarly to the observed increment in hardness can be treated as the effects of initial formation of GP zones followed by precipitation of metastable particles of β'' and β' phases. However in case of higher temperature of aging - 190°C the maximum of the strength properties is achieved after shorter time of exposing the alloy to an elevated temperature. On the other hand it was found that the aging temperature has a considerable stronger effect on the plastic properties of investigated alloy. It can be noticed that there is a greater reduction of plastic properties with the time when the alloy was aged at 190°C (Fig. 4a). Fig. 4b represents the curves obtained in tensile static tests for the alloy aged at 220°C. There can be noted roughly linear drop of both yield strength and tensile strength with aging time. For example, the yield strength decreases significantly from its maximum 395 MPa to a value of less than 300 MPa after 30 h of aging. The maximum $R_{p0.2}$ value was recorded after 1 h of aging. However, the plastic properties increases with increasing time. Initially a minimal deterioration of elongation value was observed but at higher aging time up 5 hours the elongation values increase steadily.

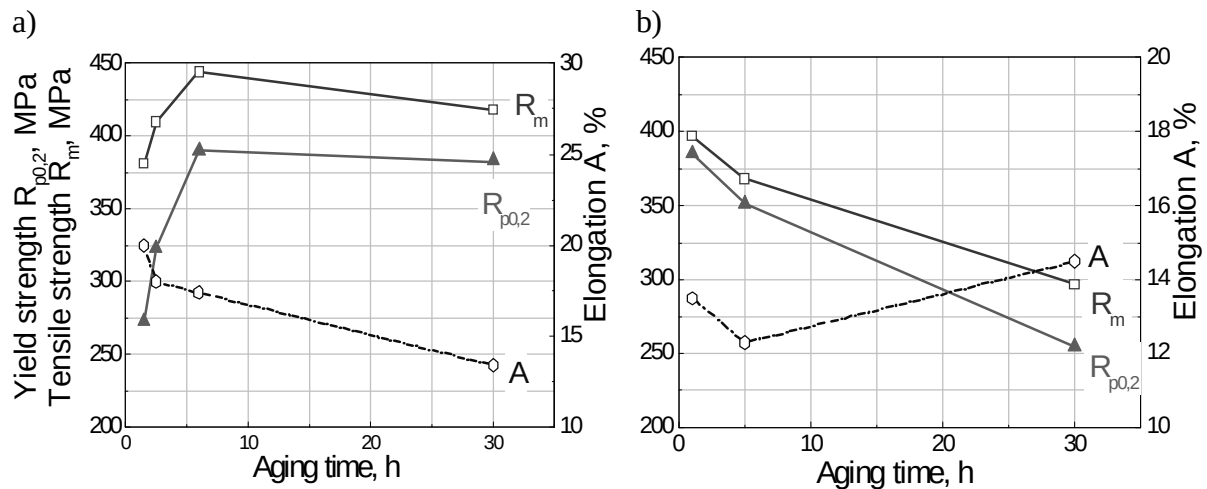


Fig. 4. Effect of time on tensile and yield strength of 6082 alloy aged at: a) 190 and b) 220°

Conclusions

The aging kinetics of 6082 Al-alloy was studied after performing aging at three different temperatures and for various time exposures. The experimental results show that the highest hardness and mechanical properties were obtained after aging at 190°C for 6 hours. In addition the plastic properties of the alloy aged at this temperature are much greater than the value obtained in the case of aging at the highest temperature. For the material aged at 130°C, the results are similar to those obtained at 190°C, especially if the short aging time was applied, with a difference of about 3% at 3 hours aging and about 7% at aging time above 10 hours in favour of the lower temperature aging. Thus the worst properties the alloy achieved after aging at the highest temperature 220°C. The initial increase in the HB and R_m , is due to initial precipitation of GP zones and then formation of very fine needle-shaped particles of

metastable phases - β'' and β' in under-aged and peak-aged conditions. These precipitates effectively interfere with the motion of dislocations. A decrease in the hardness and mechanical properties of the alloy in the over-aged conditions (increase in aging time and temperature) has occurred because of coalescence of the precipitates into larger particles of metastable β'' and β' phases.

Acknowledges: This work was carried out with the financial resources of U-6737/DS.

References: 1. Ravi C., Wolverton C.: Acta Mater. 52, 2004, 4213 p. 2. Gracio J.J., F. Barlat F., Rauch E.F., Jones P.T., Neto V.F., Lopes A.B.: Inter. J. Plast., 20, 2004, 427 p. 3. Kamat R. G., Butler J.F., Murtha S.J., Bovard F.S.: Mater. Sci. Forum, 396, 2002, 1591 p. 4. Gupta A.K., Lloyd D.J., Court S.A.: Mater. Sci. Eng., A316, 2001, 11 p. 5. Gupta A.K., Lloyd D.J., Court S.A.: Mater. Sci. Eng., A301, 2001, 140 p. 6. Edwards G.A., Stiller K., Dunlop G.L., Couper M.J.: Acta Mater., 46, 1998, 3893 p. 7. Miao W.F., Laughlin D.E.: Scripta Mater., 40, 1999, 873 p. 8. Zhen L., Kang S.B.: Mater. Let.: 37, 1998, 349 p. 9. Biroli G., Caglioti G., Martini L., Riontino G. Scripta Mater.: 39, 2, 1998, 197 p. 10. Murayama M., Hono K., Saga M., Kikuchi M.: Mater. Sci. Eng., A250, 1998, 127 p.

THE THEORETICAL COMPARATIVE STUDY OF THE NON-CONVENTIONAL MACHINING TECHNIQUES

Munteanu A, Dodun O., Apetrei L., Ilii S., Viacheslav M.
(TUI, DonNTU, Iasy, Donetsk, Romania, Ukraine)

When the classic methods reach there limit or have a dissatisfactory productivity, the use of the non-conventional methods imposes. This article is intended to sum the theoretical experience to make a general idea of the new requests in the non-conventional machining techniques. We analyzed the different type of non-conventional technologies emphasized there effects considering the workpiece.

1. Introduction

In general, nontraditional machining processes are characterized by higher power consumption as a function of material removal rate as compared with traditional machining processes. Usually we obtain a better quality of the workpiece surfaces and small residual tensions. The experience has shown that many of these nontraditional processes can successfully contribute to specific surface integrity, in the areas of surfaces roughness, maximum depth of plastic deformation, hardness alteration, cracks, residual stress, recrystallization, metallurgical transformation, heat-affected zones, etc. So that the non-conventional machining processes are employed when conventional methods are incapable, impractical or uneconomical because of special materials proprieties, workpiece complexities, or lack of inherent rigidity.

In my study I consider the following nontraditional machining processes: the electron beam machining, the laser beam machining, the electrical discharge machining, the ultrasonic machining, the plasma jet machining, the abrasive jet machining and the electrochemical discharge machining.

The electron beam machining (EBM), electrical discharge machining (EDM) and related processes, laser beam machining (LBM) and plasma jet machining (PAM) are nontraditional thermal machining processes which use thermal energy as the primary source of energy for metal removal.

The electron beam processing has as basic element the thermal effect which develops at the impact of the workpiece surface with a beam with high power lead and focused on the respective surfaces by the means of the electromagnetical and electrostatic systems [3, 6].

The electrical discharge machining, sometimes referred to as spark machining, is a nontraditional method of removing metal by a series of rapidly recurring electrical discharges between an electrode (the cutting tool) and the workpiece in the presence of a dielectric fluid. The laser beam machining is based on the conversion of electrical energy into light energy and then into thermal energy. Although several types of lasers exist, all lasers produce an intense, coherent, highly collimated beam of single wavelength light. In material processing applications, this narrow beam is focused by an optical lens to produce a small, intense spot of light on the workpiece surface.

In plasma jet machining, the plasma jet is generated by constricting an electric arc through a nozzle. Instead of diverging into an open arc, the nozzle constricts the arc into a small cross section.

The importance of ultrasonic applications is related with their small wave length. From this point of view the ultrasounds can be emitted and propagated as light rays like a fascicle, in contrast with usual sounds whose diffusion is not ordinate. Experimentally we can notice that if the wave length is smaller than the linear dimension of the source the rays will be propagated like a fascicle in straight line [7, 10].

The electrochemical discharge machining is a widely employed method of removing metal without the use of mechanical or thermal energy; the dissolved material is removed from the gap between the work and tool by the flow of electrolyte.

Abrasive jet machining (AJM) is specialized form of blasting for removing material by a high-speed stream of media particles carried from a nozzle by a gas, usually air. It is to cut, deburr, and clean hard brittle materials. Cutting rates are generally low. However, since the tool does not contact the workpiece, the process is inherently free from chatter and vibration problems. Also, the cutting action is cool because the carrier gas serves as a coolant. This cool action makes the method ideal for cutting materials that are sensitive to heat damage, as well as thin sections of hard materials that might chip easily.

2. The comparative study of seven types of non-conventional technologies

We can compare the non-conventional technologies regarding the following aspects: the physical parameters used, the geometrical forms which can be machined, the materials, the effects considering the workpiece etc.

Table 1. The physical parameters of the seven type of non-conventional technologies

Physical parameter	The electron beam machining	The laser beam machining	The electrical discharge machining	The ultrasonic machining	The plasma jet machining	The abrasive jet machining	The electrochemical discharge machining
Tension [V]	150000	4500	45	220	100	110	10
Intensity [A]	0.001 CC Pulsatory	-	60 CC Pulsatory	12	500 C	1.5	10000 CC
Power [w]	150	2	2700	2400	50000	250	100000
Work gap [mm]	102	152	0.03	0.25	7.5	0.75	0.2

The working medium	Vacuum	Air	Dielectric liquid	Abrasive granules in water	Argon in hydrogen	Abrasive granules in gas	Electrolytic liquid

The electron beam machining needs high tension and low intensity whereas the electrochemical discharge machining used small tension and higher power. In this case the process receives the energy by the electrons which strike the workpiece with high speed. So that, these two types of process have the higher rate of removal material speed. In fact, the plasma jet machining is most efficient unconventional technologies from the point of the removing volume of material taking in consideration the energy consumption.

In conformity with table 1, we can observe that the electrochemical discharge machining, the ultrasonic machining and the electrical discharge machining are processes with little interspaces, so that we can use them to obtain products of high precision. From the point of functional interspace the abrasive jet machining and the plasma jet machining have an intermediary values.

The capabilities on non-conventional technologies are comparatively presented in the table 2. Every process has its applicability area regarding the drilling process, the milling of some cavities, the cutting process etc. In general, for the hard materials and superior alloys the nontraditional machining processes are used with difficulty.

From the drilling machining point of view, the electron beam is used to make small diameter holes and the complex cavities can be made with ultrasonic processes.

According to the information included in table 2, we can process different types of materials, that so we can easily machine a varied range of metallic materials and alloys except the aluminium and refractory alloys. We can observe that are used the ultrasonic, abrasive jet and electron beam processes in case non-metallic materials machining.

The electrical and electrochemical discharge machining are possible only in the case of the metallic materials, for its electric conductivity.

Table 2. The machinability of two technologies for different type of material

The workpiece material		The ultra-sonic machining USM	The electron beam machining EBM	The laser beam machining LBM	The electrical discharge machining EDM	The plasma jet machining PAM	The abrasive jet machining AJM	The electro-chemical discharge machining ECM
Metals and alloys	Aluminium	C	B	B	B	A	B	B
	Steel	B	B	B	A	A	B	A
	High alloyed steel	C	B	B	A	A	A	A
	Titan	B	B	B	B	B	A	B
	Refractory alloys	A	A	C	B	C	B	B
Non-	Cerami	A	A	A	D	D	A	D

metallic material s	cs							
	Plastic	B	B	B	D	C	B	D
	Glass	A	B	B	D	D	A	D

Where: A=very easy to machine; B=easy to machine; C=small machinability; D=inapplicable

The effects about the workpiece are the main criteria witch restricts the applicability of these seven processes. The principal effects witch we took in consideration are the machining speed, dimensional precision, radius of curvature, surface roughness [2, 4, 9, 10, 11, 12].

The ultrasonic machining and the electrochemical discharge machining has an acceptable work speed, when are used for small pieces, with high precision, but it has strict limits from other points of view, while the electron beam machining has a small working speed, but its used in the special situations when there are not other possibility to machine that type of workpiece. Comparing the material removing efficiency, we can sow that the machining rate is bigger by using the ultrasonic machining that the one of the electron beam machining.

The dimensional accuracy (used like a criterion in table 3) reveals that the electron beam processes can produce pieces with a tolerance comparable with that of the classical milling. By the ultrasonic machining, we can usually obtain a 0.008 – 0,015 mm accuracy. Another considered parameter is the minimal curvature witch can be processed by different non-conventional technologies.

The drilled cavities having a minimal curvature can be well made using the ultrasonic machining, because this technology can generate curvatures up to 0,03 mm, in comparison with that of the electron beam machining, which is inadequate for this kind of application.

The ultrasonic machining can provide a surface roughness of 0,25 – 0,5 μm , comparable with the one obtained by grinding. On the other hand, by using the electron beam machining, for small dimensions gaps and holes, the tolerance is relatively big.

Table 3. The comparison of the non-conventional techniques taking into consideration the effects on the workpiece

The average effect about the work-piece	Ultra-sonic machin-ing	Electron beam machin-ing	The laser beam machin-ing	The electri-cal discharg e machini ng	The plasma jet machinin g	The abrasive jet machinin g	The electro-chemical discharg e machinin g	Turnin g
Machining rate (cm^3/h)	20	0.1	0.007	50-200	9000	1	980	4100
Dimensional accuracy (mm)	0.008	0.03	0.03	0.015-0.13	1.3	0.05	0.05	0.05
The minimal curvature (mm)	0.03	0.25	0.25	0.03-0.13	-	0.1	0.03	0.05

The obtained surface roughness Ra (μm)	0.3-0.5	0.5-2.5	0.5-1.3	2.5-38	commonly	0.2-1.5	0.1-2.5	0.5-5
The thickness of the defected layer (mm)	0.03	0.25	0.13	0.13-0.4	0.5	0.003	0.005	0.03

4. Conclusion

From the study of the specialty literature, we could conclude that there are some fields like microdrilling techniques, in which, because of their specific advantages, electron beam, laser beam, electrical discharge machining and ultrasounds machining are used. Even that these processes are less efficiently than the electrochemical discharge machining and plasma jet machining.

As we see in the table 3, the turning is most efficient than other unconventional technologies regarding the consumed power, if we analyzed this aspect from cost point of the view, this cost is relatively small comparative with the one of the cutting tools. So that, the necessity of non-conventional techniques is proper.

References: 1. McGeough, J. A., Advanced methods of machining, Chapman and Hall, London, 2000. 2. Nanu, A. et al., Non-Traditional Machining Handbook, vol. I, Augusta Publishing House, Timișoara, 2003. 3. Slătineanu, L., Finishing by electrophysical methods, Junimea Publishing House, Iassy, 1999. 4. Weller, J., Non-traditional machining processes. Dearborn (Michigan, U.S.A.), Society of Manufacturing Engineers, 1984, ISBN 0-87263-133-8. 5. * * * The National Research and Development Institute in Welding and Material Testing. Available at <http://www.isim.ro>, accessed: April 2005. 6. Lungu, G. Non-Conventional Machining Technologies, Iassy, Performantica Publishing House, 2004. 7. Marinescu, N. I., Gavrilaș, I., s.a., Non-conventional technologies in machine manufacturing, Vol. II, Bucharest, Tehnica Publishing House, 1993. 8. McGeough Joseph, Micromachining of Engineering Materials, New York and Basel: The University of Edinburg, Scotland, Marcel Dekker, Inc., 1991. 9. Nagîț, G., The un-conventional technologies, Technical University „Gh. Asachi” of Iassy,, Faculty of machine manufacturing, 1998. 10. Slatineanu, L., Non-conventional technologies in machine manufacturing, Chișinău, Tehnica Info, 2000. 11. Sommer Carl, Non-Traditional Machining Handbook, Houston: Advance Publishing. Inc., 2000. 12. Visconti, I. C., Bouchè, D., Tecnologie Di Produzione Meccanica, Tecnologie Avanzate Complementi Di Fronderia E Di Saldatura Controllo Della Qualità, Firenze: Editioni Cremonese, 1994.

A CAM TURNING MODEL BASED ON CAD REVOLVING FEATURES

Gavril Muscă, Elena Muscă

(Technical University Iassy, Institute of Computer Science Iassy, Romania)

This work presents the methods for feature recognition and their use in the turning manufacturing area, in order to apply those methods in product development, in design process and manufacturing processing systems. The aims of this work is to define the manufacturing systems, based on the constructive model entities developed in CAD, and to work out

the algorithms which will permit planning and grouping this models in order to achieve an automated projection of manufacturing processes.

1. Theoretical considerations

The need to manufacture mechanical products with high-quality and an economic price is essential for producers. Automated feature recognition is an essential requirement for integrated design and manufacturing systems. Most methods have been proposed to be used as input for a solid model which represents the purely geometric aspects of the design information. Many researches are currently in progress because a product model has CAD/CAM models and other lifecycle data. The presence in a CAD model of design feature data may facilitate the recognition of manufacturing features in the future. A lot of works has been reported on feature recognition from 2D drawings, which is the form of the majority design data.

Solid modelling is used for design process and for design of manufactured parts. Use of solid modelling-based feature helps the designer and offers interfaces to some applications of design and manufacturing. Geometric features used in solid model are used to characterize certain types of shapes or to refer to portions of a part model that may be important to the designer or to an application program.

Features are used in Computer Aided Design and Manufacturing because:

- geometric features provide a description of the parts and simplify design of technology and process planning in manufacturing, while facilitate the communication between designers and solid modelling systems.
- solid features provide a mechanism for attaching manufacturing information to specific parts of a geometric model.
- the projection based on solid model entities facilitates both the development of the product and his eventually modifications until the manufacturing stage.

Recognition of the solid entities from CAD models and establishing the correspondence between them and the machining methods represent an important step in CAPP. This work presents the concept of artificial intelligence and the methods used in the mechanical engineering area. It also analyses the impact that concept had in applying those methods in different stages of the product development in classical processing systems and in intelligence processing systems. Automated feature recognition is an essential requirement for integrated design and manufacturing systems. We consider that both volume and surface features are necessary for editing and volume representation of a surface feature for development of design process of manufacturing.

In this paper, we present a methodology for transforming a CAD model in to a set of features that make sense for machining applications such as process planning, Numeric Command (NC) part programming, fixture design and selection, and manufacturability evaluation. Our approach involves extracting alternative interpretations of the CAD model as collections of volumetric features that correspond to machining operations, and evaluating these interpretations to determine which one is optimal for the particular application.

2. The Basis concept of Solid Feature

A considerable benefit of this schema is that the 3D geometry generated in this way is well parameterized and dimension-driven. A feature may be generally described as a set of geometric entities (faces, edges etc.) which together define a specific topology and geometry. It is commonly found that different systems, depending on their emphasis, define different sets of features. From the designer's point of view, features can be used to define generic shapes or specific geometries associated with well known technical functionality (e.g. key

ways, gears). In most of the earlier research on the automation of process planning, the emphasis was clearly based around the area of CAM, with the feature-type definitions implicitly corresponding to manufacturing features. As already mentioned, there is an extensive literature for automated feature recognition, based on the use of a solid model for the part representation, although many features may be identified from drawings.

The essential observation concerning 2D drawings is that most simple manufacturing features such as pockets, holes or bosses are manifested in at least one view by closed loops of entities, as lines or circular arcs. In this case, the identification of feature is the basis of the feature-recognition process. It is necessary to find the sets of entities in each of the three views which relate to the same 3D feature. The nature of this feature can finally be inferred by applying pattern recognition to the three groups of entities and correlating the results.

A geometric feature is a collection of geometric elements (for example, faces or volumes) that form a subset of the part's exterior or interior, boundary, and / or its complement.

The creation of a geometric feature is necessarily accompanied by a modification of the volume occupied by the part and in practice always corresponds to either an addition or a subtraction of material. This transformation may be expressed as the union or difference between the part and the volume feature. Because the volume feature may be considered as a sophisticated parameterized primitive feature, this approach is particularly effective in dual modellers which derive a boundary representation from a CSG (Constructive Solid Geometry) tree.

The problems in machining design are to connect the area of generative process planning, which requires an algorithm for 'understanding' the part geometry. Machining processes operate via material removal. Most of these processes can be related to certain types of shape that they generate via the motion of the corresponding tool. If a part is defined in terms of the removal volumes for only one shape, the task of a process planner is simplified and it can look at local geometries to make decisions (e.g. process selection, cutter-path generation) rather than the entire part at once. This has therefore been the most popular form of input used by many researchers for developing automated process planners [2].

The primary aim of automated feature recognition from 2D drawings is to demonstrate the use of the generated feature model in process planning. The process-planning module use a translator which input consisted in defining parameters of the features of the part, and the output consist in codes corresponding to cycles on the machine.

Surface features. The volume features resulting from shape modifying operations do not always provide a sufficient set of abstraction tools for interacting with the model. Information provided by surface features may be sufficient for some applications, such as planning for surface finishing operations or to specify and analyze dimensions and tolerances.

3. Conclusions

The solid feature recognition adds surfaces to the manufacturing feature and their connectivity. The essence of 3-D recognition tries to solve the problem of finding a pattern of faces and edges that satisfy some geometry and topology properties. The following section discusses the first step in 3-D feature recognition from solid models.

A specific feature is recognized if the software can detect the faces of the part and its relationship to other faces in the part. So the recognizer can recognize only the features that can be defined with respect to one face, as the primary feature face is defined. The other faces of the feature are named secondary feature faces.

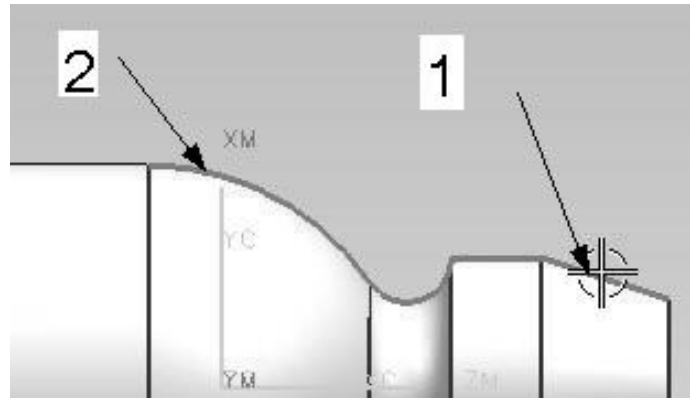


Fig. 1.

A primary feature face and a secondary feature face can be formally defined as follows:

- A Primary or Principal Feature Face is the face that characterizes the solid feature. In other words it is the one face with respect to which the topological and geometric relationships of all other feature faces are described.
- Secondary Feature Face is a face which comprises a feature but is not the principal feature face. Its topological and geometric relationships are described with respect to the principal feature face. A secondary feature face need not be adjacent to the primary feature face.

An important distinction has to be made between surface features, which are collections of faces of a part model (i.e., the walls and the floor of a slot), from volume features, that are full-dimensional point sets of the part or of its complement, such as bosses and holes.

Taking advantage of Unigraphics NX facilities, CAM models can be determined in a sequence as follows:

- Selection of surface type entities and determination of necessary refinement (fig.1);
- Evaluation of the required improvements
- Picking the tools
- Selection of tool's trajectory in order to removal the unnecessary material of brut part;
- Generating of tool's path, fig.2, and
- Obtaining the NC program.

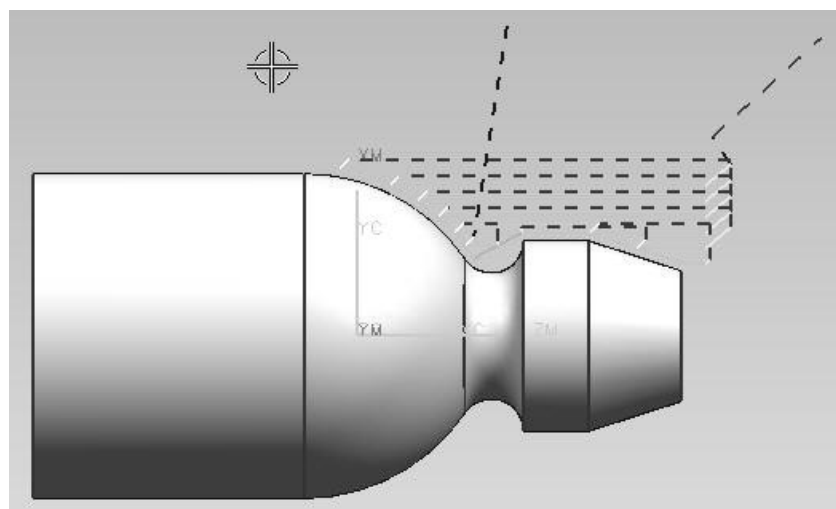


Fig. 2. Tools path and generating the NC program

One of the issues regarding the transformation of CAD models into CAM models is recognizing CAD models as constructional entities. Translating this type of models into CAM features, which represent the main methods of automatic data processing in 3D features models, require some specific utility programs.

References: 1. Rossignac, J.R., Issues on feature-based editing and interrogation of solid models, in Comput. & Graphics Vol 14, No 2, pp 149-172, 1990. 2. Zhiyang Yao, Satyandrak, Gupta, Cutter path generation for 2.5D milling by combining multiple different cutter path patterns, International Journal of Production Research., 01 June 2004, vol.42, no.11, p.2141–2161. 3. Gupta, S., a.a., Building MSEV Models for CAM Applications, in Advances in Engineering Software

SLIDING BEARING ALTERNATIVES TECHNOLOGIES

Nedelcu Roxana (*Military Technical Academy., Bucharest, Romania*)

In the paper we will present metal spraying protection and reconditioning methods of pins or bearing (rotary engine components).

Metal spraying technology, with powder or wire, using chemical, electrical or plasma energy consist in some main operations: cleaning and surface preparing, metal spraying, mechanical processing and control.

Sliding bearings are machinery elements which sustained other members, like spindles or cranked shafts, to send motions. By sliding surfaces, the bearings are taking over radial, axial and combined forces and in the same time, they allow the spindle to have rotary motions or oscillations. The relative motion between bearing and spindle is faced with a resistance due to friction, which the overcome necessitate energy input. Accordingly sliding bearings frictions, thermal effects is very important for practical applications. Special emphasis is also laid on bearing dynamics, stability and operation under variable loads and speeds.

We have distinguished two kinds of friction: *sliding friction*, when the surfaces glide one over the other, and *rolling friction*, when the surfaces effectuate a rolling around an axis, contained by the contact instantaneous plane. Due to these friction, in the couple bearing - spindle develop heat and wear, dignified by substance loss. When the thermal effect and the wear, exceed the calculate values, the sliding bearing is take out of service. The knowledge of friction processes, the couple materials selection, the contact surfaces qualities and form design, correct lubrication with appropriate lubricant, are the main and efficient solutions to disprove and diminish the friction and his destroyer results.

The elaboration of a new realization technology for sliding bearings, with superior performances, suppose to know theirs roles, materials, types of existing sliding bearings and working conditions. One of the promising ways to come down the costs and improve the dynamic characteristics is protection coating.

The efficiency of protection coatings is conditioned by [1]:

- Good compatibility between physical-chemical characteristics of layer and substratum;
- Layer chemical and mechanical stability;
- Good layer adherence;
- Exploitation medium.

After the coating processing, the connection to the interface of basis material and layer can be: mechanical adherence and metallurgical adherence [2], [6].

Mechanical adherence interfaces

Metal spraying technology, with powder or wire, using chemical, electrical or plasma energy, bring about mechanical adherence between basis material and coating layer (Fig.1, 2). The melted particles are transported with high speed to the support surface and adhere to this as a result of impact. A common thermal spraying coating characteristic is the lenticular or lamellar aspect.

Layer adherence is defined by American Society for Testing and Materials (ASTM): the state in which between two surfaces can exist valence forces, interlock forces or both [2].

The basic joint mechanism with metallic substrate can be group:

- Mechanic interlock or staying;
- Metal-metal or ceramics-metal joint;
- Chemical linkage (intermetallic compound with substrate).

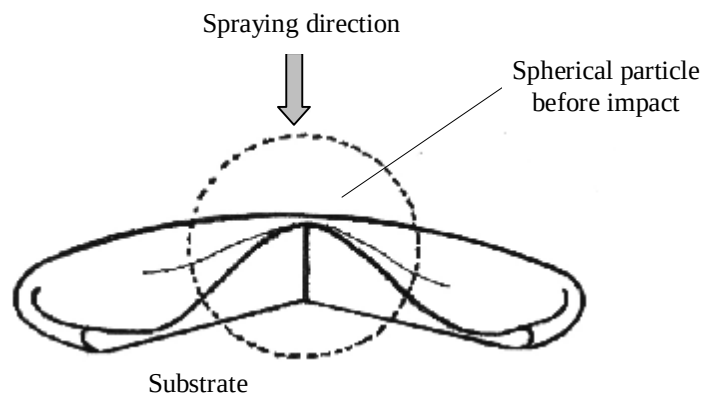


Fig. 1. Metal spraying – particle before and after impact with substrate

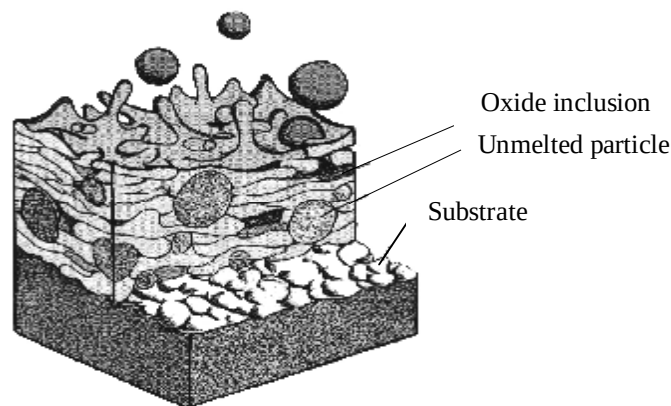


Fig. 2. Metal spraying coating layer section – particles form and interface aspect

Metallurgical adherence interfaces

Alloyed transition layer

In metal spraying coating by melting support, the connection coating layer-support is realized by an intermediary alloyed layer, formed by melting and blending the addition material with superficial support layer.

Diffusion interfaces

A coating technology with diffusion interfaces is pack-cementation. The support material is covered (with addition material), heat up and maintain at a temperature and sufficient atmosphere for diffusion. The most usual aluminium coatings are based on intermetallic compound b-NiAl .

The properties and durability of coating layer are influenced by interfaces system phenomenas. Depending coating technology, the interfaces can be by different nature and resistance.

The basic principle of metal spraying is: a metallic material is melted by energy and atomized and directed on a technical surface. Metal spraying procedures could be classified:

- Powder metal spraying;
- Wire metal spraying.

Powder metal spraying are using for loading powder metal materials with special granulation for faster melting. This procedure is more expensive because the powder technology is complicated and deposition equipment is costly. For addition material melting, deposition equipment use:

- Chemical energy, by fuel-air mixture (oxygen + acetylene or hydrogen, pit gas, propane) firing $\Rightarrow$ *oxyacetylene flame metal powders spraying*;
- Plasma energy $\Rightarrow$ *plasma-jet powders metal spraying*.

The second process is more expensive because the plasma gas generators are expensive.

The working principle for an oxyacetylene gas powders metal spraying is shown in Fig. 3. The used gases (oxygen and acetylene) are directed in perfect sealed circuits to the mixing chamber. The fuel-air mixture will fire up and supply the melt necessary energy. The powder (from powder tank) is introduced in oxygen circuit, then melted by oxyacetylene gas and air-stream atomized.

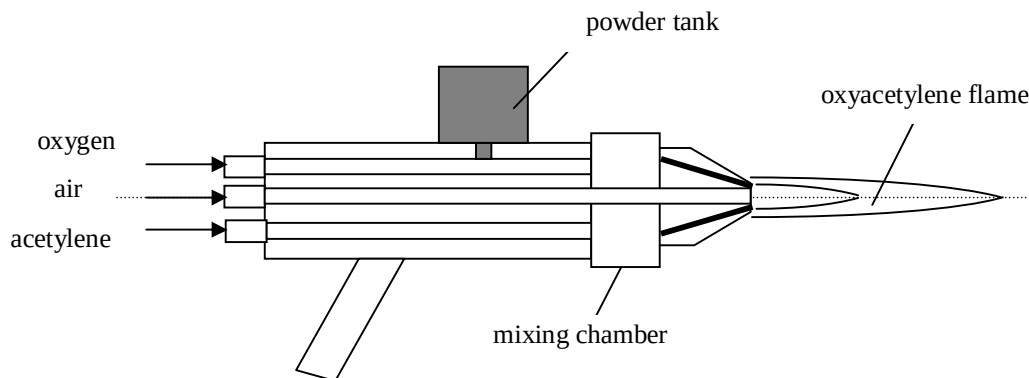


Fig. 3. The working principle for an oxyacetylene gas powders metal spraying

The wires metal spraying procedures are using the addition material like wires ($d < 3,5\text{mm}$). For melting wires, we can use:

- Chemical energy $\Rightarrow$ *oxyacetylene flame metal wires spraying* (Fig. 4);
- Electrical energy $\Rightarrow$ *electric arc metal wires spraying* (Fig. 5);
- Plasma energy $\Rightarrow$ *plasma-jet wires metal spraying*.

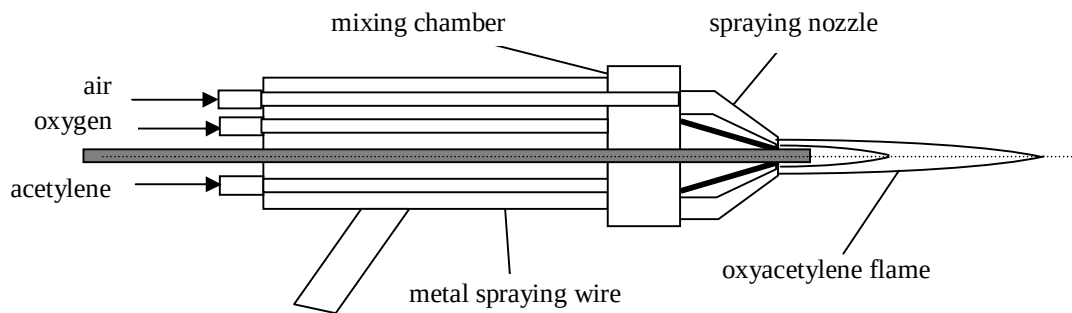


Fig.4. The working principle for an oxyacetylene gas wire metal spraying

The principle of electric arc metal wires spraying is: two wires between exist an electric potential, progress uniform until they make electric arc and melt. The melted metal bath is air-stream atomized and directed to support material.

Electric arc metal wires spraying have some main advantages:

- High temperature of electric arc than oxyacetylene flame is enable to melt every metallic material;
- Melted metal bath is more hot and fluid and could be air-stream atomized in smallest particles;
- The spraying layers have a good adherence by infinity of micro-welding points realized;
- This procedure avoid the work fragmentation with gases bottles changes and the gases stock and load;
- The metal spraying device is simple and easy to provide.

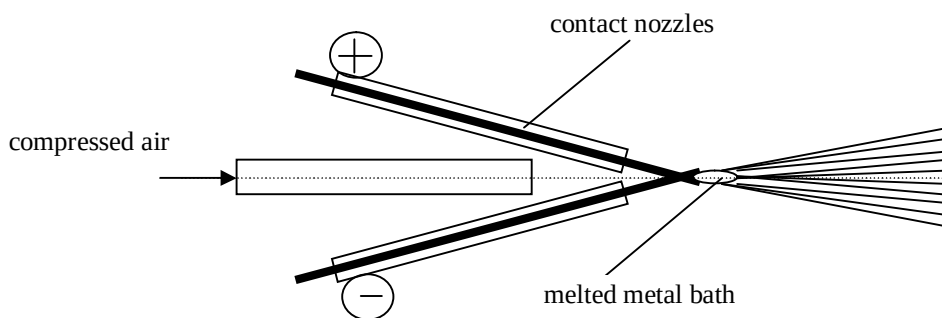


Fig. 5. Working principle for an electric arc wire metal spraying

Electric arc metal wires spraying have some main advantages:

- High temperature of electric arc than oxyacetylene flame is enable to melt every metallic material;
- Melted metal bath is more hot and fluid and could be air-stream atomized in smallest particles;
- The spraying layers have a good adherence by infinity of micro-welding points realized;

- This procedure avoid the work fragmentation with gases bottles changes and the gases stock and load;
- The metal spraying device is simple and easy to provide.

Conclusions

The technology of metal spraying has some important advantages: the possibility to lay down every metallic material which could be wiredrawing, the possibility to effectuate the layers without destroy or make any damage (include introducing the stress) to basis material and obtaining a very good adherence. There are also advantages: air-stream atomized in smallest particles, no explosion danger, no gases stock problems, we can realize or recondition sliding bearings from different materials, the work parameters being easy to settle.

A complete technology process includes the following steps:

1. Cleaning and degreased surfaces (for easier the control);
2. Control (visual, with magnifying glass, pervasive liquids, X-Rays);
3. Surfaces preparing for metal spraying (mechanic magnifying roughness);
4. Metal spraying;
5. Mechanic processing (by turning, rectification);
6. Final control.

References : 1. V.N. Constantinescu, A.Nica, M.D. Pascovici, s.a. Lagare cu alunecare, Bucuresti, Ed. Tehnica, 1980; 2. H.Herman and S.Sampath, Thermal Spray Coatings, The Thermal Spray Laboratory Department of Materials Science and Engineering, State University of New York, NY 11794-2275; 3. T. Abraham, A Cutting Edge in High-Performance Ceramic Coatings, Ceramic Bulletin, March 1999 pp. 69-71; 4. Gansert, Daren, Grenier, George, Substituting Thermal Spraying for Electroplating, 1989, Metal Waste Management Alternatives, Pasadena, C.A: Alternative Technology Section, Toxic Substances Control Division, California Department of Health Services; 5. Hamrock, Bernard J. Fundamentals of Fluid Film Lubrication McGraw-Hill, Inc. 1994; 6. L.Ratke Bearings for Car Engines Made from Immiscible Alloys Low G Forum 5 (1994).

USE OF BINOMIAL MODEL FOR RELIABILITY STUDIES IN ORDER TO GIVE EFFICIENCY TO CAR MAINTENANCE ACTIVITY

Nicolae V., BoroIU A., Dobrescu I., Rizea V. (UPIT, Romania)

For the car's components not subjected to critical faults, the maintenance system could be optimized on the basis of technical-economical efficiency principles. So, the periodicity of preventive works is determined for minimizing the maintenance cost, which comprises the cost of corrective works for the parts with faults before corrective action and the cost of maintenance preventive works calculated for the entire life cycle.

1. Introduction

For the car components whose faults didn't determine serious consequences, these faults being not critical, the maintenance system could be organized on technical-economical efficiency principles so it will comprise works with both preventive and corrective character, in such proportion to provide minimum costs.

In this situation, the periodicity of preventive works will be establish from the condition of minimizing the total cost, including here the cost of the parts that replace the fault ones and

the cost of preventive maintenance work (replace of technical fluids or worn parts, checks, adjustments etc.).

The scientific substantiation of adopting the optimum periodicity from the economic point of view supposes to extent the reliability studies with efficiency studies, based on discrete distribution laws, out of which the binomial law has a great applicability rank.

2. Use of binomial law in reliability studies

The discrete distribution laws are theoretical laws whose fortuitous variable has a discrete character, so is a numerable factor. For the reliability study, this factor could be the faults amount produced up to a given moment or the number of elements of a batch subjected to tests that offer a certain precision for reliability indicators estimation.

Among the most used discrete distribution laws in reliability is the binomial law (Bernoulli law), defined by the probability to extract of k times a ball of the same color from a urn with n balls, out of which $p\%$ are of the mentioned color, the ball being put in the urn after each extraction (with return).

So, the binomial distribution is applied when the process of faults apparition is characterized by the same probability in every of the experiments done.

As a result, within the reliability studies the binomial law has a good applicability in two situations:

- for part tests (truncated or censored) for a very great lot, even the fault elements are not replaced during the experiment, because it is considered that the lot volume remain constant;

- for the experiments within the fault parts are replaced or repaired, indifferently of the lot size or test type.

With these hypothesis, if R is the good running probability, F – the fault probability, N_0 – the amount of elements subjected to tests, k – the amount of possible faults during the N_0 tests (k could have only rounded values from 0 to N_0), then the probability of producing k faults is:

$$P_{k,N_0} = C_{N_0}^k F^k R^{N_0-k} = C_{N_0}^k F^k (1-F)^{N_0-k} \quad (1)$$

The expression (1) is the general term of binomial deployment.

$$(F + R)^{N_0} = C_{N_0}^0 F^0 R^{N_0} + C_{N_0}^1 F^1 R^{N_0-1} + \dots + C_{N_0}^k F^k R^{N_0-k} + \dots + C_{N_0}^{N_0} F^{N_0} R^0 \quad (2)$$

Taking into consideration the property known from the combinatory analyze:

$$C_{N_0}^k = C_{N_0}^{N_0-k} \quad (3)$$

we observe that if $R = F (= 0,5)$, the result is a symmetrical distribution, corresponding to normal distribution (Figure 1, a), in a contrary situation the distribution being asymmetric (Fig. 1, b).

Figure 1 present, for the situation when $N_0 = 10$ elements, the probability distributions for producing k faults, $P_{k,10}$, $k = 0, 1, 2, \dots, 10$, as histograms, in two situations:

- a) $R = F = 0,5$;
b) $R = 0,8$ and $F = 0,2$.

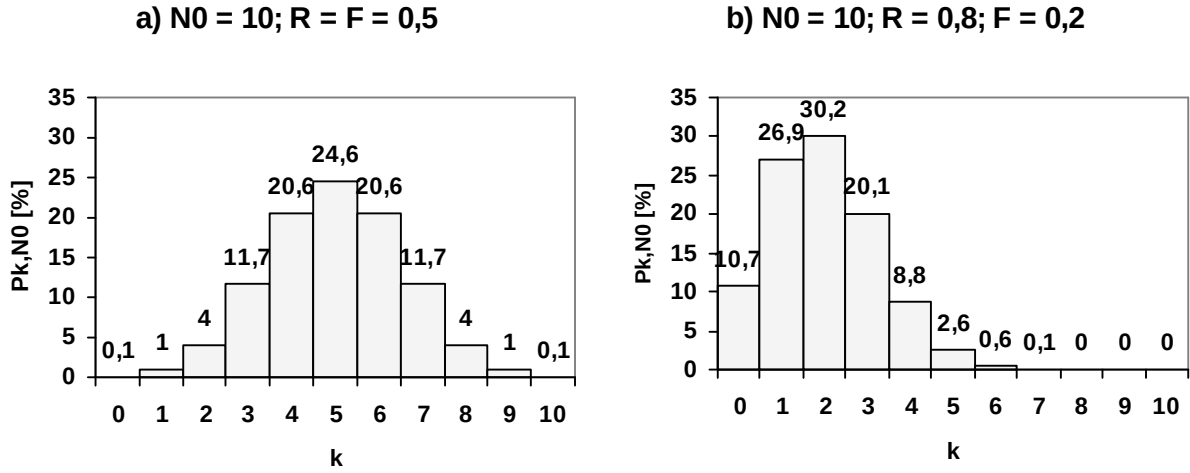


Fig. 1. Binomial distribution for $N_0 = 10$, $k = 0, \dots, 10$.
a) $R = F = 0,5$; b) $R = 0,8$ and $F = 0,2$.

Because $R + F = 1$, then $(R + F)^n = 1$, so the sum of the binomial deployment terms equals the unity:

$$\sum_{k=1}^{N_0} P_{k,N_0} = 1 \quad (4)$$

Depending of the value of the reliability R (or non-reliability F), could be determined other indicators of the binomial (Bernoulli) distribution for the amount of faults:

- Average number of faults:

$$M = N_0 \cdot F = N_0 \cdot (1 - R) \quad (5)$$

- Dispersion of number of faults:

$$D = N_0 \cdot F \cdot (1 - F) = N_0 \cdot (1 - R) \cdot R \quad (6)$$

- Average square deviation of the number of faults:

$$s = \sqrt{D} = \sqrt{N_0 \cdot F \cdot (1 - F)} = \sqrt{N_0 \cdot (1 - R) \cdot R} \quad (7)$$

We observe that, depending of the reliability value at the moment of doing the maintenance preventive work, the average number of fault parts (and replaced) varies.

This observation offers us the possibility to look for the optimum moment when the total maintenance cost (value of replaced parts and corresponding labor) is minimum.

3. Modeling the total maintenance cost

In a simple way, it could be considered that during the entire life cycle, the expression of the total maintenance cost for a reparable or replaceable component is:

$$C_{men} = C_{men,cor} + C_{men,prev} = (M \cdot P_u + C_{man,cor}) + C_{man,prev} \cdot \frac{T_{total}}{T_{per}} \quad (8)$$

with:

- C_{men} – total maintenance cost;
- $C_{men,cor}$ – corrective maintenance cost;
- $C_{man,cor}$ – preventive maintenance cost;
- M – average number of fault components (between 2 planned works);
- P_u – unity price of the component (including purchasing and administrative costs);
- $C_{man,cor}$ – corrective maintenance labor cost;
- $C_{man,prev}$ – preventive maintenance labor cost;
- T_{total} – life cycle time for the reparable component or for the assembly within which

the component is replaced;

- T_{per} – periodicity of the planned maintenance work.

We notice that there are two variables determining the size of total maintenance cost:

- M – average number of fault components;
- T_{per} – periodicity of the planned maintenance work.

But they are interrelated by the reliability function (modeled by Weibull law), in accordance with relation (5) and Figure 2, noticed that for different periodicities $T_1 < T_2$ correspond different values for reliability $R_1 > R_2$.

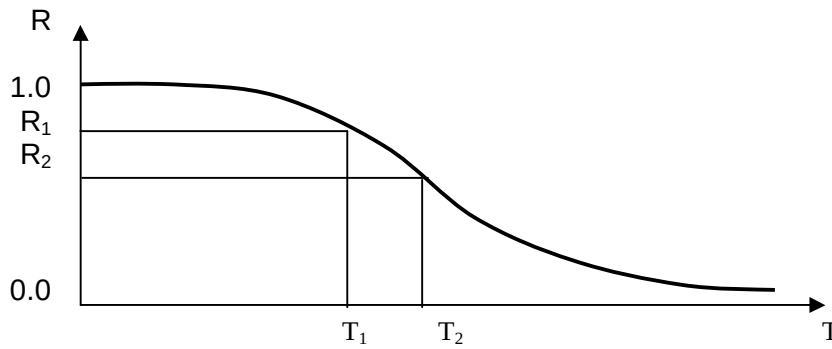


Fig. 2. Relation between the reliability level and the periodicity of maintenance works.

We noticed that by reducing the period between two preventive interventions it will provide a high reliability level, so a low number of fault parts that must be replaced, but this reduction becomes prohibited once because of increasing number of planned interventions, so because of preventive maintenance costs.

The result is the expression of the total maintenance cost, which could be expressed as a single variable function (reliability R or non-reliability F), as follows:

- average number of fault parts has an analytic expression:

$$M_1 = N_0 \cdot F_1 = N_0 \cdot (1 - R_1) \quad (8)$$

$$M_2 = N_0 \cdot F_2 = N_0 \cdot (1 - R_2) \quad (9)$$

- the periodicity is expressed in accordance with the reliability by Weibull law which modeled the reliability, or by a calculation special program, or by a graphical-analytic method that allows to draw the graph and then to read on the graph the value of the periodicity corresponding to a imposed reliability:

$$T_1 = f(R_1) \quad (10)$$

$$T_2 = f(R_2) \quad (11)$$

4. Conclusions

The method presented above permits to make an optimum calculation of the preventive maintenance works, on the basis of the average number of fault parts (determined with the help of binomial law) and of the amount of interventions during the entire life cycle (determined in correlation with the period necessary to provide an imposed reliability).

The mathematical model for the total maintenance cost could be developed in accordance with many parameters, but it is important that all these parameters could be expressed depending on the reliability level and that it is the possibility to find the optimum by minimizing the cost (corresponding to the value of which the first degree derivate vs. reliability is zero, for the case of a pure analytical modeling).

References: 1. Boroiu, A. – Fiabilitatea autovehiculelor, Ed. Univ. din Pitesti, 2003.
2. Popa, L. – Fiabilitatea automobilelor – expresie în timp a calității acestora, Referat I pentru teza de doctorat, Universitatea din Pitești, 2003.

MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF HOT-DEFORMED CARBON STEEL

Nowotnik A., Sieniawski J., Mrówka-Nowotnik G.

(University of Technology, Department of Materials Science, Rzeszów, Poland)

Introduction: During hot deformation of solution treated alloy at the temperature below a solvus temperature a dynamic precipitation is expected. It was reported that an interaction of deformation process and discontinuous transformation in Cu-Ti and CuNi alloys result in very strong flow localization that promote discontinuous phase transformation at shear bands [2-4]. It was concluded that discontinuous precipitation intensifies non-uniform deformation process. Since the discontinuous precipitation leads to similar microstructure of mentioned alloys and hypo-eutectoid carbon steel looks similar, one may expect that also austenite (A) to pearlite (P) transformation in steel can result in localized flow under hot deformation conditions. From structural point of view, eutectoidal transformation in carbon steel may leads to creation of similar structure containing discontinuous reaction product - colonies of pearlite - localized along shear bands as had been observed for Cu alloys [2-4]. One may presume therefore that the effect of the localized distribution of structural components can also develop in carbon steel hot deformed within the range of discontinuous transformation of A→P. The analysis of dynamic structural processes in carbon and alloyed steel [5,6] is focused on discussion of experiments carried out in the range of austenite or stable structure created in result of foregoing eutectoidal reaction. There is a lack of data, which are referred to specific features of the dynamic processes (recrystallization, dynamic precipitation) that can occur during discontinuous transformation [6]. Therefore, the presented work provides "supplementary" information on structural aspects of the hot deformation process that develops during austenite to ferrite (A→F) and austenite to pearlite (A→P) transformation. In order to intensify an interaction of phase transformation and deformation processes, hot compression tests were performed at constant cooling rate within the temperature range corresponding to start and finish of A→F+P transformation.

Material and experimental procedure: Investigation were carried out on commercial carbon steel containing of 0.156%C, 0.21%Si, 0.62%Mn, 0.014%P, 0.012S and 0.005%Al (%mas.). Phase transformation start and finish temperatures were detected due to dilatometer tests performed by means of Bähr DIL805A/D testing equipment. The cylindrical specimens of 5mm in diameter and 10mm in height were austenitized at 1473 K for 3 min and cooled down to room temperature with constant cooling rate of 0.2 - 300 K/s. Continuous cooling transformation (CCT) diagrams were constructed on the basis of received dilatation curves. The second set of cylindrical specimens was used for compression experiments. Hot compression tests were performed on a Bähr DIL805A/D dilatometer equipped with special deformation unit. The specimens were heated to 1473 K at rate of 3 K/s, annealed for 3 min and cooled with rate of 0.5, 1, 3, 5 and 10 K/s until A→P transformation finish temperature was reached. In order to execute fixed cooling rate of the sample, an automatically controlled argon or helium inflation was applied. Compression tests were performed at the strain rate of 0.004s^{-1} within the range of austenite to ferrite and pearlite transformation. Load and sample length were recorded by a computer during deformation, and converted to stress-true strain curves after testing.

Flat samples for structural observations were cut from the specimens along longitudinal axis. The sample surface was prepared using standard grinding and polishing procedure. Thin foils were examined by means of JEOL - JEM 2010 ARP transmission electron microscope at 200kV.

Results and discussion: On the basis of CCT diagram received, the deformation/temperature schedule for the following hot compression tests was elaborated. Details of heat treatment and following cooling and deformation parameters are shown in Fig. 1 a. Hot compression tests were performed at constant strain rate of 0.004 s^{-1} within the temperature range that is characteristic for the phase transformation of austenite (A) into ferrite (F) + pearlite (P). The cooling rate value and appropriate true strain was carefully calculated to fit the deformation time that began at the A/F start temperature and finished at the temperature corresponding to required step of the A→F+P phase transformation. The samples were cooled during deformation with controlled cooling rate: 1, 2, 3, 5 and 10 K/s and deformed with strain of 0.15, 0.2, 0.3 and 0.5 that depended on time of the passage thorough the transformation temperature range.

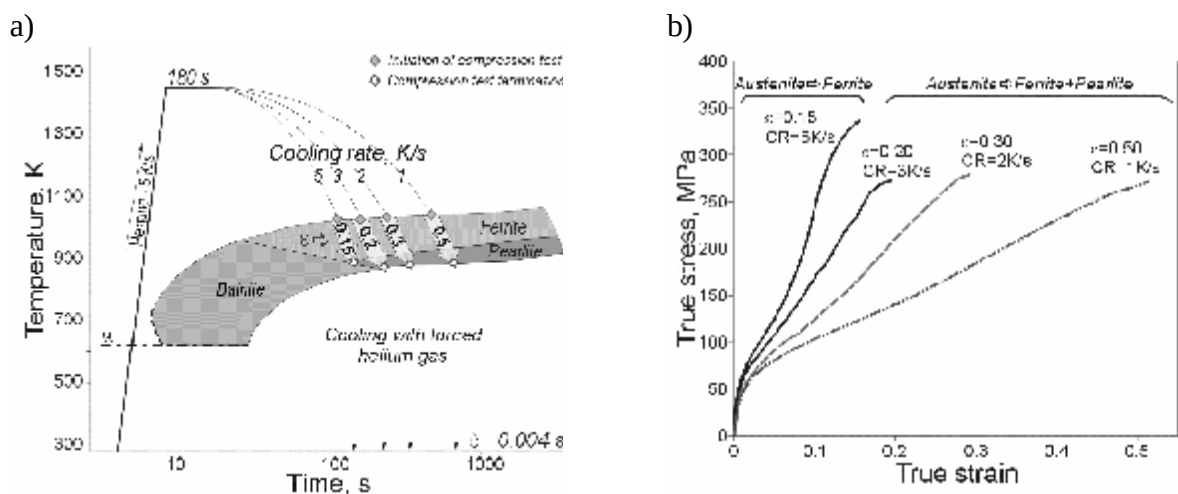


Fig. 1. Schematic diagram of laboratory processing schedules; b) true stress- true strain curves received for samples deformed at four cooling rates and strain rate of 0.004s^{-1} .

True stress - true strain curves obtained according to described compression schemes are shown in Fig. 1b. An increase of the flow stress value with used cooling rate result from reduction of dynamic recovery and the change of the material structure. Mechanical properties i.e. flow stress value was qualitatively consistent with the structure evolution induced by the various cooling conditions. Relatively large value of the strain hardening for the sample deformed at the smallest strain of 0.15 and largest cooling rate of 5K/s resulted from the bainite appearance that was observed in the microstructure of deformed sample. Even though the deformation process was finished at the end of austenite to ferrite transformation (Fig. 1a), one can suspect some overlapping of deformation and bainitic transformation processes. It is known that deformation process accelerates phase transformation and the compression test could finish after the bainite transformation start that caused significant growth of strain hardening at the end of compression test at cooling rate of 5 K/s.

Microstructure of the sample deformed during transformation at cooling rate of 1K/s and true strain rate of $0.004s^{-1}$ was shown in Fig. 2 (a) and (b). Microstructure observed in the central part of the sample was typical for deformed material. Elongated ferrite grains were accompanied by practically uniform distribution of pearlite. Some strain localization effects were observed. However, any specific distribution of pearlite colonies along shear bands, practically were not found (Fig. 2a). Fig. 2b represents characteristic structure observed in the upper part of the same sample. The area of observation was marked schematically on the picture. Within the structure observed at this part of the sample, columnar colonies of pearlite were found. However, the most probable reason of pearlite banding in the sample is related to some local enlargement of carbon contents resulting from the carbon segregation during casting. Furthermore, the localized inhomogenities of carbide distribution were then elongated during subsequent drawing process. The carbon micro-segregation was hard to be removed, as the austenitization procedure was not performed at high enough temperature.

According to TEM observations performed for the same sample and true strain of 0.5, did not practically result in any shear bands development that would provide preferential sites for nucleation of pearlite or ferrite grains. Lamellar pearlite structure observed between ferrite grains containing recovered dislocation substructure suggests an overlapping of pearlite growth and local recrystallization due to pearlite boundary migration (Fig. 3). However, microstructural components (F and P) were randomly distributed within the material.

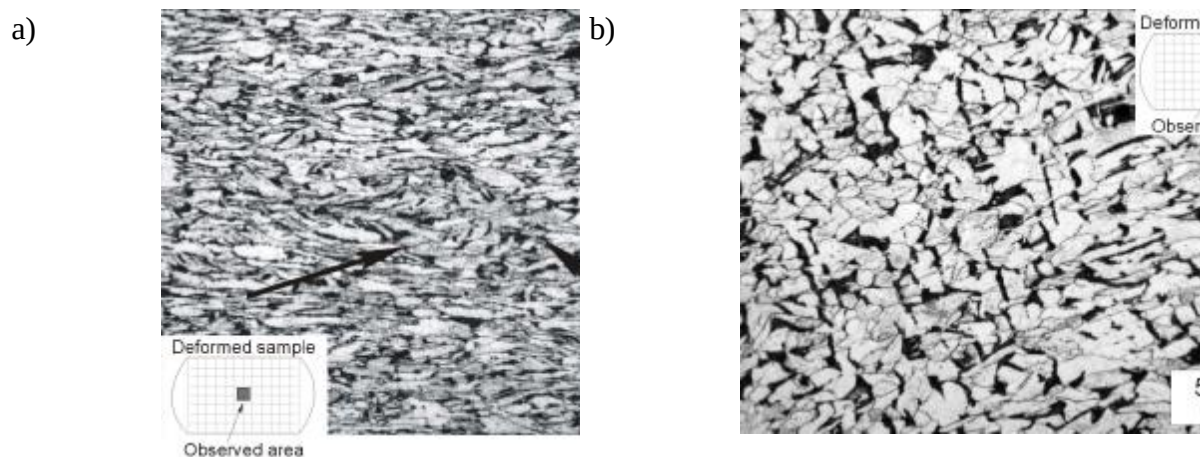


Fig. 2. Structure of the sample deformed $\epsilon_t = 0.5$ during transformation $A \rightarrow F+P$ at cooling rate of 1 K/s (the area of observation is marked on the figure).

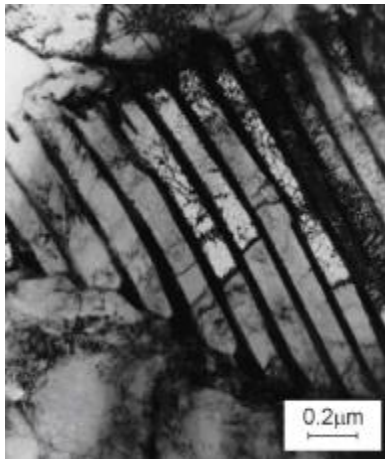


Fig. 3. TEM structure of the steel deformed at cooling rate of 1 K/s and strain rate of 0.004s^{-1} , $\epsilon_t=0.5$.

It was concluded that small cooling rate and suitably low strain rates did not cause any intensive localization of $A \rightarrow F+P$ phase transformation. For this reason one more attempt was made for increasing the cooling rate in order to amplify the intensity of structural processes.

TEM observations evidenced very few effects of structural components localization that might result from preliminary flow localization. TEM structure investigations performed on the sample deformed 0.3 during $A \rightarrow F+P$ transformation at cooling rate of 2 K/s revealed Fe_3C particles distributed along ferrite boundaries (Fig. 4 a). Elongated subboundaries are typical for localized flow area.

Nucleation of Fe_3C particles on ferrite grain boundaries was also frequently observed for the sample deformed at higher strain rate (0.014s^{-1}) and cooling rate (3 K/s) (Fig. 4 b and c). Basing upon a number of TEM observations, one may conclude that the effect described above is the most essential feature of the localized nucleation of cementite. It is worth to mention that dominating distribution of pearlite colonies and cementite particles was related to varied angle between the deformation direction and rows of particles. It seems reasonable to conclude that their alignment may partly result from local enlargement of carbon concentration.

However, the angle between the sample axis and aligned structural components (suspected shear bands or pearlite and Fe_3C particles) is not fixed at any particular value for samples deformed by compression. TEM examination of the sample structure also revealed dispersed precipitates within the ferrite grains. These precipitates, small in size and spheroidal in shape, were dispersed in a random manner.

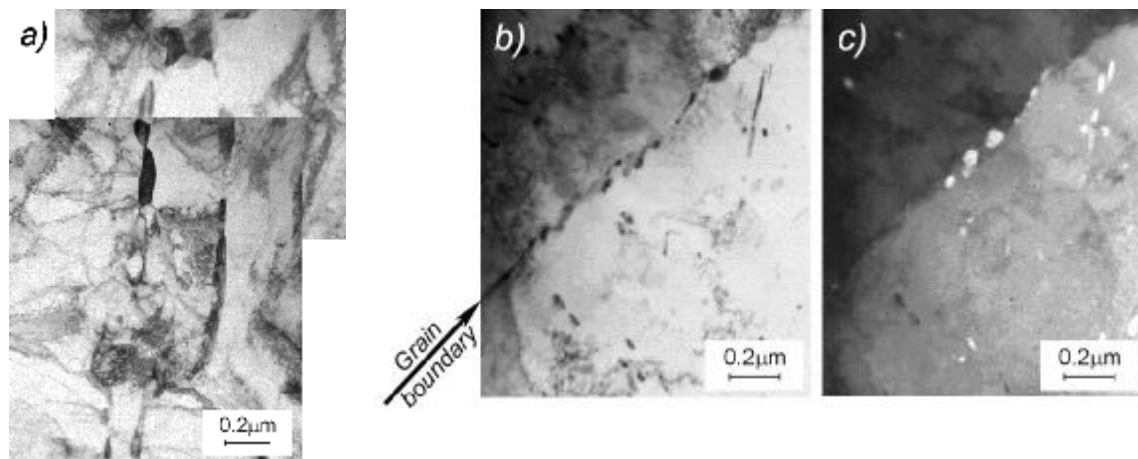


Fig. 4. Cementite particles at elongated ferrite grain boundaries: a) sample deformed 0.3 during transformation $A \rightarrow F+P$ at cooling rate of 2 K/s b) and c) sample deformed 0.15 during transformation $A \rightarrow F+P$ at cooling rate of 5 K/s

Conclusions:

1. Interaction of phase transformation $A \rightarrow F+P$ and deformation process during cooling at constant cooling rate resulted in practically uniform distribution of structural components. Development of linear distribution of pearlite colonies at some area of the material microstructure was ascribed to local variations of the carbon concentration caused by pre-existing carbon segregation.
2. Localization of cementite particles at elongated ferrite grain boundaries was observed for samples deformed during transformation of austenite to ferrite at cooling rate of 2 and 5 K/s. Elongated ferrite grains, decorated with Fe_3C particles, were considered to be the sole effect of preferential nucleation of carbides at localized flow bands.

References: 1. Christian J.W.: The theory of transformations in metals and alloys, Pergamon Press, Oxford Anglia, 1965. 2. Niewczas M., Evangelista E., Błaż L.: Scripta Metall., 27, 1992, 1735 p. 3. Hamed A.A., Błaż L.: Mater. Sci. Engineer., A254, 1998, 83 p. 4. Hamed A.A., Błaż L.: Scripta Mater., 12, 1997, 1987 p. 5. Jonas J. J., Weiss I.: Met. Sci., 13, 1979, 238 p. 6. Korbel A., Bochniak W., Ciura F., Dybiec H., Piela K.: Proceedings: Sessions and Symposia sponsored by the Extraction and Processing Division, held at the TMS Annual Meeting in Ontario, Florida USA, 1997, 301 p. 7. Korbel A., Bochniak W., Ciura F., Dybiec H., Piela K.: Mater. Proc. Technology 78, 1998, 104 p.

INFORMATIONAL AND LOGICAL PRINCIPLES OF THE PROCESS CONTROL IN MICRO-AND MACRO-STRUCTURES

Otkidach V.V., Dzhura S.G., Drachuck Y. Z. (DonNTU, Donetsk, Ukraine)

The current XXI century could be the century of fight of the mankind for its survival as, if to compare it with the past XX century when it was only a question of external and internal, collective and military safety, now it concerns economic, ecological demographic, informational, food and other safeties.

There is a necessity to develop new approaches in description of the new period phenomena and the safety model that meets modern requirements. The vitally important safety problem should be extended to the global noospheric level with the separate science trends being combined into a single science oriented on the mankind and human being's vital activity safety [1].

It was only in the XX century that it was discovered that the medal "for the science and technical progress" had its reverse "for the global ecological crisis". It proves the necessity to change the outlook related to the problem!

Now the first steps in this direction are being made, but the researchers should make their efforts more active as the problems worsens at the edge of the second millennium.

The science and technical progress which concentrates the energy threatens by the global emergency situations.

The constant energy exchange which is the base of all processes makes us think both of its dispersion and source.

The theoretical platform –energy and informational concept – was being formed at the second half of the XX century. Researchers began to understand that the boundary between the "alive" and "dead" substance is rather relative. Perception is a special function of substance reflection in general rather than that of the brain.

According to V. I. Vernadsky [2] the development of the human being's thinking and its growing influence on the environment – by means of technologies created by it- is the natural phenomenon. These processes formed the technosphere created by the human being. Different experts pay attention to the interrelations of the biosphere and technosphere as the ecological crisis threatens the Earth.

The latest discoveries demonstrate that the maximum staying of the human being at the Earth depends on the adequacy between the principles and laws of the activity of the society and those of the natural world.

All the activity of the Universe which is the unique and mysterious super-system is under the influence of the natural forces, energy, substance and information modification.

The fact that the Universe is cooled when it is widened has been theoretically and practically proved. It destroys the symmetry of its structures under the influence of this phenomenon and creates the new ones, more complicated and well-ordered that meet the requirements of the forces [3].

The processes of the system destruction are various. There are three main trends which the processes of the entropy increase within the system follow:

- thermal - when the system reduces the efficiency of functioning and does not change its structure and quality of the functions it fulfills, when the energy consumption to fulfil the work unit is increased;
- structural – when the structure is broken, the system structural construction is changed, the system loses a part of its functions or the quality of their fulfillment is worsened;
- informational – when the system structure is preserved but the relations between its links are broken. The quality of the functions fulfilled by the system separate sub-systems is worsened.

Any system development (only open stationary systems can develop) is made with the help of the feedback mechanisms of two types – the negative and positive [6].

The negative feedback mechanism supports the system stable dynamic balance that provides the steady substance-energy-information exchange between the system and the environment. The system can't exist without it.

The mechanism of the positive feedback rebuilds the system hemostasis and exchange process nature.

The entropy is the state function, that is any state can be compared to a certain entropy value (to within the constant).

As a result the entropy increases whatever we do. Thus any actions of ours increase the chaos and moves “the end of the world” closer.

Any system, despite of its nature, has physical laws that identify internal cause-consequent relationships. It also concerns the system “the human being – manufacturing – environment” [4]. This system is open and complex.

The analysis of the regularities of accidents and traumatism in the system of “the human being – manufacturing – environment” interprets the danger with the help of inherent characteristics of the human being's every day activity. These are processes related to the energy, substance and information consumption.

The energy concentration increase potentially threatens by the extreme situations including those of the global scale.

As there is the interconnection between the substance and the energy the system could be said to produce the entropy during its evolution. This entropy, however, is not accumulated in it, but is removed and dispersed in the environment. Instead the fresh energy comes from the environment. It is because of this continuous exchange that the system entropy doesn't

increase but is stable and even reduces. Accidents such as explosions, fires, and those related to the mechanical, electric and other phenomena lead to the energy diffusion, the thermal in particular, into the environment and destruction of the objects, that is to the increase of the chaos, disorder, the entropy growth.

This approach to the problem can't be the universal one and thus can't explain the implementation of the phases of initiating of a number of extreme situations. Thus the influence of toxins on the environment and the human being is not related to the complete emission of the internal energy made by them that can be transformed only for work and heat. In this case it is appropriate to speak about the change of chemical potential. It means that not the energy itself but the energy potentials such as chemical, electric, the movement quantity moment etc. are destructive parametres.

Besides, the entropy growth is related only to the independent process. If it is forced at the expense of the external factors the entropy can be reduced. As the danger can be implemented in any process it can be related to both the growth and reduction of the entropy [4].

Thus, the danger exists in the space and time and is implemented as the flows of energy substance, and information. The danger doesn't act selectively. They influence all material substances of the environment. Thus the high sensitivity to the initial conditions that leads to the chaotic and unpredictable behaviour in time is not the exception, but a typical characteristic of many systems.

A number of circumstances which cause the loss of the system stability can be the reason for the chaos. These circumstances are as follows:

- external disturbances, disturbing factors;
- a great number of the freedom degrees which the system has during its functioning; in this case it can realize absolutely accidental sequences;
- rather complicated system organization.

Since the second thermodynamic law was discovered the problem of coordination of the entropy (uncertainty, chaos) growth in time in the closed system and the process of self-organization in alive and dead nature that takes place in the open systems has arisen.

At present the concept of the entropy concerns not only thermodynamics but different branches of natural science as well and is of significance for investigations of different by their nature systems and phenomena.

The entropy in science is the measure of natural turn of the heat energy for dispersion. With time the entropy gained a double physical meaning: the measure of the energy devaluation and the index of the chaos stern growth [5].

The information is the world's fundamental principle [8]. It's the substance characteristic the main idea of which lies in the fact that there is a certain correspondence among the object states as a result of their interaction. The stronger this correspondence is the more complete the reflection of one object's state made by that of the other is, the more information on one object the other one contains. As it is mentioned in the paper [2] "the information is the indication of the contents obtained from the environment during the process of our adaptation to it". It means that some other definition could be given [6], namely: the information is the algorithm of construction of the system that provides reproduction of this information and is functionally connected to the environment of its location. The information reproduction is the significant and necessary attribute of any informational system. The system that doesn't meet this requirement leaves the field, and the coding information is destroyed and disappears without leaving a trace. It disappears but not transfers to something different. The information is not substance or energy, so the laws of conservation do not apply them [5].

In synergy science the information is the system organization measure. The system good order measure is the condition under which its components are coordinated that causes the part self-organization and system entropy reduction and leads to the system regulating in general.

According to the academician A. I. Arnoldov [9] the information is the science and technical progress great engine. It will have to be the leading material and spiritual force of the new civilization, the source of its constant development. Informatiology is a new science [8]. Informatiology is the science of the highest generalization level. The academician I. I. Yuzvishin, the first president of the International Academy of Informatizing, characterizes it as "the fundamental generalizingly common science that studies self-relations, conformal self-reflections and correlation of zero-material points, subjects, organisms, objects, nature processes and phenomena in vacuum and materialized spheres of the Universe proceeding from the fundamental principle of the informatiological approach.

The informatiological approach principle has a vivid advantage if to be compared with the system, probabilistic, linear- determined, materialistic and other approaches which are particular cases of the universal informatiological approach.

The concept of the casual object indefiniteness for which the quantity measure called entropy is introduced is the first specific concept in the information theory.

The entropy characterizes the missing information. At present the information is considered to be the substance fundamental characteristic [4].

The informational, entropy, logical, and conceptual characteristics obey the same basic laws as the reality of our being does.

To make proper decisions the reliable information is needed. It is impossible to provide safety to people and manufacturing without it. The entropy is of great significance because it is related to very profound and fundamental characteristics of accidental processes.

Taking into account the fact that the accidental processes are the adequate signal model and that some types of continuous signals admit discrete representation that makes the task easier and reduces it to random quantity examination we have a chance to use the results and a powerful theory of random processes [6].

The science and practice have widely used the system approach for many years. This approach required strict frameworks within which the networks, target plans, complex analytical target functions, models, etc. were created that caused big unjustified and unproductive costs. The informatiological approach to research reduces the time and expenses necessary to make experiments and simplifies scientific and research structures.

The problem of doing research with the application of the informatiology has not been discussed in any scientific publications so far. The informatiological approach is of great importance for the world science and practice as it is based on one of the main goals of any investigation – getting of the final results which have practical application [4].

Studying and investigation of phenomena, events, and facts of the nature is done from a single informatiological point of view.

The informatiological approach principle consists in making analysis and synthesis of not of the characteristics of objects or their elements but of relations inside them and with the outside world. After classification of the characteristic inner relations and their outside relations made on the characteristics of the latter the properties are analyzed and synthesized on the informational basis.

As people are the bearers of the information highest form the informatiological approach principle is the concept of modern highly developed informational and tessellated community which plans

- studying of the system, that is of that we notice at the first sight;
- identifying of the changes of the system or object depending on changes of the environmental conditions;
- identifying of the element structure of the object or system.

The principle of the informatiological approach has a vivid advantage compared to the system, linear determined, probabilistic, synthetic, materialistic and other approaches which are special cases of the common informatiological approach [4].

Informatiology as the science that discovered the regularities of informational processes and technologies in micro-and macro-structures can be considered the general science of sciences by right. Creation of the methodology of studying of the informational relations, comparisons, analysis and synthesis of the single informatiological point of view makes it possible to discover new ways of investigation and knowledge [4].

The mysteries of nature are in relations. Everything comes from correlation the inter-generative basics of which is the informational unity of all types and forms of the Universe.

According to the academician I. I. Yuzvishin [6] taking into account the informatiology basics we can state that everything that comes to our world and leaves it goes through the information, that is has the informational fundamental principle.

Great number of theories and sciences are successfully synthesized into a single science picture of the world and don't make us surprised by new discoveries. But it's high time for us to imagine the world as a single ecologically harmonious and economical system.

The problem of the environment preservation is the indispensable condition of the normal existence of people on our planet and it has worried the mankind for a long time.

The Universe is sure to be the bearer of the system combination of the nature forces and its spirit that act within the space and time and define effective purposeful transforming of the alive and dead on all level of construction through their direct and reverse links.

The mankind could be saved and its lifecycle prolonged under the interaction with the Universe structures if the sufficient level of deliberate Collective Mentality of the planetary community ready to transfer its vital activity to the principles of ecological harmony and the objective world is reached [3].

Nobody is able to resist these forces. We should reasonably follow the aims and laws of the natural self-organization.

References: 1. V. I. Yarochkin Ярочкин. Securitology as the Science of the Vital Activity Safety. M.: "Os-89", 2000. —400p. 2. V. I. Vernadsky. The Biosphere and Noosphere. M., M., "Nauka", 1989. 3. B. V. Prytkin. The Global Economics as the Key to the Self-preservation. Activity of the Ecological and Economic Systems. M. "YUNITI".- 2003. 4. V. V. Otkidach, V. D. Martovitsky. Entropy-Energetic Concept of the Risk Nature of the System "The Human-being – Manufacturing – Environment", Journ. TECHNOPOLYS, Dnepropetrovsk, January 2002, p. 26-27. 5. A. A. Silin. Entropy, Probability, Information.// Vestnik RAN, vol. 64, num. 6, "Nauka", M. –1994. 6. V. I. Korogodin, V. L. Korogodina. Information as the Life Basics. "Centre FENIKS", Dubna, 2000, - 208 p. 7. The Academician V. I. Arnold: Travelling in Chaos.- <http://nauka.relis.ru/01/0012/01012002.htm> 8. I. I. Yuzvishin. Informatiology Basics. Manual. The Second Edition.- M.: International Publishing House "Informatiology", "Vyshaya Shkola" , 2000. 517 p. 9. L. G. Melnik. The Development Fundamental Basics. – Sumy: ITD "Universitetskaya Kniga", 2003.- 288 p.

PRODUKCJA MASOWA A LEAN PRODUCTION

Andrzej PACANA ,Barbara Rzeźnik (Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)

The paper some main assumptions of Lean Production are presented. Typical characteristic of LP and mass production are comprised. Main benefits as a result of LP system application have shorn too.

Wprowadzenie Od czasu pojawienia się pojęcia masowej produkcji mija blisko 100 lat. Należy sobie jednak zadać pytanie: Jaki jest cel masowej produkcji? Zaczyna się charakteryzować ona coraz większą złożonością, przeciążeniem, nadmierną liczbę pracowników, rosnącymi zapasami, zmniejszającą się identyfikacją poszczególnych operacji technologicznych, niezliczoną liczbą odpadów, coraz większym rozdzwieniem pomiędzy kadrą zarządzającą a pracownikami, zaburzeniami komunikacji wewnątrz organizacji.[4].

Chociaż produkcja masowa odgrywa znaczącą rolę w tym co my, jako ludzie, osiągnęliśmy do tej pory, są pewne jej aspekty które można poddać pod wątpliwość. Frustrującym jest fakt, że pomimo chęci dokonania pozytywnych zmian w swoim miejscu pracy niemożliwym jest wzruszenie masywnej (czyt. masowej), zbyt złożonej i nie reagującej na zmiany biurokratycznej skały. Ta sytuacja ma również zastosowanie na płaszczyźnie wytwarzania. Jest ona jedynym systemem operacyjnym produkcji „wielko-ilościowej”. Dlatego też nie trudno zrozumieć, że produkcja masowa jest zbyt złożona, przeciążona, przeładowana, nieruchoma i niepodatna na zmiany. Firmy są niezdolne do autorefleksji ponieważ nie mają żadnego innego systemu do którego mogłyby się odnieść w swoim dążeniu do doskonałości oprócz innych masowych producentów.

Obecnie, znalazł się jeden sprawdzony już system, który można porównać z masową produkcją, to Lean Production czyli odchudzona, szczupła produkcja. Koncepcja Lean Production jest jak do tej pory najbardziej efektywnym systemem produkcji wielko-ilościowej. Jest kluczem do wzrostu produktywności, redukcji zapasów, zaangażowania pracowników w sprawy firmy i podniesienia zysków.[6]

Lean Production wymaga ciągłego ulepszania dla utrzymania założonego poziomu rozwoju. Te ciągłe zmiany są akceptowane przez „Szczupłych Producentów“, którzy rozumieją, że ciągłe doskonalenie ma na celu ograniczenie strat we wszystkich obszarach przedsiębiorstwa.

Pojęcie Lean Production zostało utworzone przez Toyota Production System ponieważ oznacza mniej wszystkiego: mniej zapasów, mniej odpadów, mniej wysiłku potrzebnego do wyprodukowania większej ilości wyrobów, krótsze czasy przebiegów i nastaw, jednoczący łańcuch dostaw i mniejsza powierzchnia produkcyjna.

Masowa produkcja zgodna z koncepcją Lean może mieć kolosalną przewagę pozwalającą działać przedsiębiorstwu w czasie rzeczywistym, a nie na zapas.

Należy zdać sobie sprawę , że nie ma nic trudniejszego, nic bardziej niepewnego, nic bardziej niebezpiecznego niż rozpoczęcie zmian. Reformator nie znajdzie wrogów wśród czerpiących profity ze starego porządku rzeczy,ale wśród zagorzałych obrońców tego co przyniesie profity z nowego porządku.[1].

Istnieje wiele różnych składników systemu Lean Production zależnych od sposobu jego wdrażania. Przez wiele lat wierzono, że Lean Production było japońskim fenomenem nieodpowiednim dla amerykańskich korporacji. Pojęcie to upadło w momencie podjęcia współpracy joint venture przez General Motors i Toyotę w fabryce NUMMI w Kalifornii. Od tego czasu rozpoczęło się nieustające pasmo sukcesów wykorzystania amerykańskich pracowników do realizacji japońskich idei. Kluczem do sukcesu amerykańskich spółek było

właściwe wdrożenie systemu lean, poparte całkowitym zaangażowaniem kierownictwa wyższego szczebla, które przejęło inicjatywę.

Podstawowe założenia i elementy Lean Production. Lean Production jest systemem który może być stosowany jedynie w całości. Czynniki uniemożliwiające właściwe wdrożenie koncepcji Lean to głównie: brak widocznego zaangażowania ze strony kierownictwa wyższego szczebla, niedostateczne delegowanie uprawnień i jak wspomniano wcześniej wyrywkowe wdrażanie Lean Production.

Począwszy od najmniejszego elementu procesu do najbardziej złożonego działania firmy, wzmacnianie i ulepszanie procesu krok po kroku prowadzi do osiągnięcia „szczupłości” i doskonałości“. Ten „ sekret ” może być zastosowany do każdej gałęzi przemysłu, do każdego przedsiębiorstwa bez względu na jego sytuację czy kulturę państwa.

Dlatego też można powiedzieć, że podstawowymi elementami lean production są [2]:

1. *Eliminacja odpadów* rozumianych jako wszystko co zajmuje materiał lub pracownika, a co nie przynosi wartości produktowi,
2. *Niezawodność wyposażenia maszyny* są angażowane w proces produkcji tylko wtedy gdy produkcja tego wymaga tj. gdy nastąpi zlecenie produkcyjne,
3. *Niezawodność obróbki* wszystkie wytwarzane części są dobre (zero braków),
4. *Jednostrumieniowy przepływ* materiał przepływa po jednej szlaku zamiast partiami,
5. *Redukcja zapasów w toku* redukcja magazynów surowców, magazynów przystankowych, magazynu wyrobów gotowych,
6. *Redukcja braków*,
7. *Redukcja czasu realizacji serii produkcyjnej* przyspieszenie czasu dostaw,
8. *Korekta błędów* sposoby zapobiegania niewłaściwej obróbce materiału,
9. *System Kanban* - to system ssący ; materiały są „zasysane“ przez proces produkcyjny na zlecenie klienta tj.
produkowana liczba wyrobów dostosowana jest dokładnie do ilości zamówionej przez klienta (nic na zapas);
kanban używa kart umożliwiających przepływ materiału przez łańcuch tworzenia wartości,
10. *Standaryzacja pracy* to system organizacji poszczególnych elementów procesu, usystematyzowania i udokumentowania tychże elementów; standaryzacji dokonuje lider zespołu,
11. *Wizualizacja prac* pracownik uczy się nowych zadań poprzez bezpośredni wgląd w realizację danego zadania,
12. *Stanowiskowy proces kontroli* na każdym stanowisku pracy znajdują się informacje i wyposażenie pozwalające pracownikowi na kontrolę i produkcję wyrobu odpowiedniej jakości
13. *Poziom produkcji* dostosowany do potrzeb klienta,
14. *Takt produkcji* - czas potrzebny na realizację produktu dzielony przez liczbę wyrobów jaką chce nabyć klient,
15. *Krótki czas przebrojeń*,
16. *Kolokacja wyposażenia* - strategia minimalizacji operacji transportowych pomiędzy stanowiskami, której celem jest redukcja prac w toku oraz wzrost wydajności,
17. *Outsourcing* - z ang. out - na zewnątrz, source - źródło; oddanie na zewnątrz zadań nie związanych bezpośrednio z podstawową działalnością firmy.

Początkowo wydaje się, że transformacja organizacji zgodnie z koncepcją Lean wymaga radykalnych zmian. Jednak z właściwie przygotowanym planem wdrożenia zmiana przychodzi szybko, a zwrot kosztów jest niemal natychmiastowy. Ludzie wciąż mają obawy

przed zmianami bez względu na ich formę czy charakter. Zmiana nie musi być bolesnym doświadczeniem, a firmy uczą się jak być elastycznymi i reagować na szybko zmieniający się rynek światowy [5].

Przedsiębiorstwa rozpoczynające program wdrożenia Lean w krótkim czasie osiągają imponujące efekty, rozpoczęły wewnętrzną metamorfozę. Zmiana, choć często oczekiwana z lękiem nie ma być bolesna. Doświadczenie zmian zależy całkowicie od nastawienia do niej. To właśnie nastawienie do zmian powoduje często chaos i paraliż.

Porównanie obszarów działania w produkcji masowej i Lean Production. Strategia produkcji masowej oparta jest na ekonomii skali, której podstawą jest zmniejszenie jednostkowych kosztów produkcji poprzez wzrost wielkości produkcji. Produkcja masowa jak gdyby wyparła produkcję jednostkową umożliwiając realizację tego samego, identycznego wyrobu na większą skalę. Logika strategii masowej polega na tym, że im wyższa jakość tym wyższa cena. Trudno zaprzeczyć sprawności systemu lean albowiem poparta jest ona szeregiem danych doświadczalnych. System Lean Production może zmniejszyć koszty ogólne szczególnie koszty pośrednie utrzymując jednocześnie standardy jakości i zmniejszając czas trwania cyklu produkcyjnego a głównie poprzez skrócenie przerw-międzyoperacyjnych. Przedsiębiorstwa Lean są w stanie wytworzyć dwa razy więcej wyrobów o dwukrotnie wyższej jakości w połowie czasu i przestrzeni produkcyjnej za połowę kosztów [3].

W tab. 1 porównano charakterystyki podstawowych obszarów działania w produkcji masowej i w Lean Production .

Tab. 1. Porównanie obszarów działania w produkcji masowej i Lean Production [2]

Obszar działania	System produkcji masowej	System Lean Production
produkcja	długie cykle produkcyjne	produkcja potokowa
zapasy	duża ilość zapasów	zero zapasów
struktura	struktura funkcjonalna	struktura komórkowa
kwalifikacje pracowników	minimalne kwalifikacje	wysokie kwalifikacje
kierowanie	przez nakazy i przymus	Przez „wizje” i współuczestnictwo
wykonywanie zadań	indywidualizm	zespoły zadaniowe
kultura	lojalność i posłuszeństwo, wyobcowanie i bunt	harmonijna współpraca oparta na długoterminowym rozwoju zasobów ludzkich
informacja	zawężona, oparta na raportach wygenerowanych przez i dla kierownictwa	szeroka, oparta na kontroli systemu dokonywanej przez wszystkich pracowników
rozwój produktu	wyizolowany z małym wpływem klientów, niezależny od rzeczywistości produkcyjnej	model zespołowy, rozwój produktu i procesu produkcyjnego zgodny z wymaganiami klienta
utrzymanie ruchu	przez specjalistów ds. utrzymania ruchu	zarządzanie wyposażeniem poprzez projektowanie, produkcję i konserwację
klient	uzależniony od oferowanego produktu o dopuszczalnym poziomie jakości;	zakupów dokonuje często na wyprzedzających nadprodukcji produkt dostosowany do wymagań klienta, o wysokiej jakości, w ilościach zgodnych z zapotrzebowaniem rynku

Literatura przedmiotu [1,4,5] podaje również korzyści zastosowania Lean Production zamiast masowej produkcji:

- redukcja zapasów nawet o 90%
- wzrost rocznej produktywności o 25% do 50%
- redukcja powierzchni produkcyjnej o ok. 50%
- redukcja liczby braków i poprawek do 90%
- redukcja długości cyklu produkcyjnego z miesięcy do dni
- redukcja czasów przebrojeń z godzin do minut

Przedstawione porównanie produkcji masowej i Lean Production wskazuje na całkowity brak logiki produkcji masowej. Dlatego też konieczna jest transformacja systemu produkcji. Choć w wielu przypadkach wydaje się niemożliwa przemiana produkcji masowej. Wiele firm opiera swą decyzję na wyborze bólu czy przyjemności oznaczającą, że zmiana może być zbyt bolesna by jej dokonać, nawet gdyby jej brak oznaczał powolną śmierć. Oczywiście producenci masowi zauważyli, że zmiana jest konieczna i podjęli odpowiednie środki

przyjmując nowe paradygmaty i kreując nowe realia dla swych organizacji. Ta inicjatywa musi pochodzić od naczelnego kierownictwa i być w pełni zaakceptowana przez całe kierownictwo, tak by możliwe stało się zakorzenienie koncepcji Lean w przedsiębiorstwie.

Podsumowanie. Przedsiębiorstwa Lean robią niewiarygodne postępy nie tylko z powodu redukcji zbędnych nakładów, ale również z powodu zmiany w sposobie myślenia. Posiadają umiejętność kontrolowania, zapanowania nad zmianą, bycia innowacyjnym, elastycznym i gotowym na nowe wyzwania. To całkowicie dezorientuje konkurencję, która nie potrafi nie tylko dostrzec zmiany ale i zrozumieć jej znaczenia. Przyczyną tej dezorientacji jest przeszkoda zwana mentalnością.

W konsekwencji trudno dostrzec wartość podstaw na których oparta jest koncepcja Lean. Transformacja organizacji zgodnie z koncepcją Lean wymaga rezygnacji z dotychczasowego sposobu myślenia i otwarcia się na zmiany. Jest to jedyna droga umożliwiająca akceptację nowych paradygmatów i ich zrozumienie. Nowe paradygmaty są podstawą realizacji Lean Production. Transformacja Lean ma za zadanie stworzyć organizację otwartą, czułą, nie bojącą się zmian, elastyczną, zaangażowaną, ufną w stosunku do zasobów materialnych.

Literatura: 1. Cappelli, Peter and Rogovsky, Nikolai. Mastering Management, Part 5: What do New Systems Demand of Employees The Financial Post, 1996. 2. Thomas Jim, President of Lean Masters Consulting Group, Inc, USA 3. Jackson, Thomas. Implementing a Lean Management System. Productivity Press, 1996. 4. Ireneusz Durlak. Inżynieria zarządzania: strategie organizacji i zarządzania produkcją. PWE, Warszawa 2004. 5. Joanna Czerska. Lean Production – konieczność czy możliwość. Manager 2/2000 6. Joanna Czerska. Lean Production – jak rozpocząć zmiany. Manager 4/2000. 7. <http://www.zie.pg.gda.pl/~jcz/Lean%20Production%20PL.pdf>.

ANALIZA METODYKI CERTYFIKACJI PROCESÓW

Pacana A., Wedman B., Tadla T. (Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)

The stages of initiation of the processes' certification were introduced in the work. These questions are particularly significant from the point the view of products' quality's improvement. They have influence on the customer's satisfaction who becomes exacting foreign consumer.

Wprowadzenie. W obecnej sytuacji, jaka panuje na rynku światowym certyfikacja procesów odgrywa coraz ważniejszą rolę. Przy światowym uznaniu norm ISO i wykorzystaniu we wszystkich krajach przemysłowych, certyfikacja jest dla firm istotnym czynnikiem dla podniesienia swojej pozycji na rynku. Certyfikacja procesów stawia sobie za pierwszorzędny cel zwiększenie poprawę jakości produktów, obniżenie kosztów jakości oraz wpływa pozytywnie na wzrost zadowolenia klientów. Przedsiębiorstwo udowadnia poprzez certyfikację procesów, że jakość jego wyrobów została sprawdzona i potwierdzona. Zaufanie do przedsiębiorstw, które wprowadziły procesy certyfikowane staje się coraz większe. Dla firm jest to bardzo ważny czynnik, gdyż w obecnych czasach walka o klienta staje się coraz trudniejsza. Powtarzające się audyty pomagają w ciągłym wdrażaniu działań doskonalących na podstawie osiągniętego stanu. [1, 2]

Certyfikacja procesów jest inicjatywą opracowaną po to by pomóc firmom w spełnianiu wymagań stawianych przez klienta. Certyfikacja została stworzona w celu

uzyskania wzrostu wydajności oraz zdolności jakościowych procesów, które wpływają na jakość produktów. To wszystko jest związane również z dostawcami i poddostawcami.

Dane wejściowe wchodzące do procesów wpływają na procesy wyjściowe, które jest niezbędne w celu osiągnięcia Certyfikacji Procesu. Głównym dążeniem jest uzyskanie produkcji perfekcyjnych części. Taki produkt musi pochodzić z kontrolowanych i zdolnych procesów, które zawierają zdefiniowane i dobrze zrozumiane zbiory kluczowych danych wejściowych procesu, kluczowych parametrów procesu.

Certyfikowany proces to taki, który jest kontrolowany i zdolny z powodu identyfikacji i kontroli ze strony kluczowych danych wejściowych procesu. Skuteczna kontrola tych danych prowadzi do kluczowych danych wyjściowych, czyli charakterystyk kluczowych, które posiadają na wyjściu minimalne zmienności (wahania) i są celem na optymalnym poziomie. Kluczowe dane wyjściowe procesów, czyli charakterystyki kluczowe są charakterystykami części, które są w sposób ciągły mierzalne i mogą to być np: średnica, wysokość, grubość, promień, gęstość itp. Proces można nazwać certyfikowanym, gdy jest pod statystyczną kontrolą. Proces certyfikowany musi być możliwy do przewidzenia, jak również stabilny i powtarzalny. Certyfikowany proces nazywamy zdolnym pod względem spełnienia statystycznych standardów wtedy gdy obraz graficzny danych wejściowych mieści się przeważnie w 75% tolerancji oraz jest on centryczny. [3]

Etap certyfikacji procesów. Wdrażanie certyfikacji procesu wymaga działań które można przedstawić w sześciu podstawowych krokach, należy podążać tymi krokami poczynając od pierwszego. Przejście do następnego kroku jest możliwe dopiero, gdy warunki poprzedniego kroku zostaną spełnione.

Poszczególne etapy certyfikacji procesu wyglądają następująco:

1. Powołanie zespołu do certyfikacji procesu

Pierwszym i podstawowym krokiem w certyfikacji procesu jest powołanie zespołu. Praca zespołu jest o wiele bardziej efektywna niż wysiłki poszczególnych ludzi. Skład zespołu powinien być zróżnicowany. Wybranie właściwych uczestników na kluczowe znaczenie. Wybór poszczególnych członków zespołu powinien skupiać się na ich wiedzy. Członkami zespołu muszą być osoby, które są bezpośrednio związani z wybranymi procesami, nie mogą to być ludzie przypadkowi.

Skład zespołu powinien uwzględniać: Operatora – współtwórca procesu; Technologa – współwłaściciela procesu; Reprezentanta działu jakości / Mistrza; Konstruktora / Inżyniera; Innych osób. Zespół ten musi zostać przeszkolony w zakresie stosowania technik certyfikacji i narzędzi jakościowych.

Kluczowymi działaniami grupy są: Wybór Lidera zespołu; Ustalenie norm postępowania; Zdefiniowanie zadań; Wyznaczenie kluczowych charakterystyk procesu; Wyznaczenie harmonogramów; Przedstawienie rezultatów

Najważniejsze zadania w grupie powołanej do certyfikacji procesu spoczywają na Liderze. Zadaniem Lidera jest stworzenie odpowiedniego środowiska w celu osiągnięcia pełnego sukcesu certyfikacji oraz zmian jakie będą następować podczas jej realizacji. Lidera musi sprecyzować cele do realizacji, dostarczyć niezbędnych zasobów do przedsięwzięcia oraz nadzorować działania

2. Zdefiniowanie procesu

Główne etapy definiowania procesu to: Zidentyfikowanie procesów do certyfikacji, Określenie kluczowych danych wejściowych procesu (dane te mogą są przyczyną zmienności w procesie), Określenie kluczowych danych wejściowych wybranego procesu (dane takie służą do wyznaczenia charakterystyk kluczowych).

Aby prawidłowo zdefiniować charakterystyki kluczowe w procesie, stosuje się

narzędzia takie jak: analiza przyczynowo – skutkowa, arkusze kontrolne, histogram, burza mózgów, diagram Pareto, FMEA, diagram Ishikawy.

Proces jest to kombinacja różnych systemów wzajemnie ze sobą powiązanych: ludzi, maszyn, narzędzi, materiałów, metod, środowiska i pomiarów, które wytwarzają czynniki wyjściowe z procesu. Jest ważne, aby odróżnić dane wejściowe procesu od danych wyjściowych procesu. Kluczem do jakościowego kontrolowania wszystkich części jest całkowite skupienie się na danych wejściowych, czyli tych, które w znaczący sposób wpływają na zmienność procesu. Wymaga to zrozumienia i zależności, jak dany proces tworzy dane wyjściowe. Efektywna kontrola produktu jest osiągana przez właściwą kontrolę danych wejściowych do procesu. Gdy mamy wybrany proces do certyfikacji wówczas identyfikujemy charakterystyki kluczowe. Członkowie zespołu powinni być zaangażowani w proces wyboru kluczowych charakterystyk i procesów, tak aby były one odpowiednio wyselekcjonowane. Kluczowe charakterystyki muszą być identyfikowane dla operatorów poprzez instrukcje stanowiskowe. Wszystkie charakterystyki powinny być mierzone i opisane jako dane mierzalne wszędzie tam gdzie się to da. Dane atrybutowe mogą być wymienione tylko, jeśli zmienność danych nie może być ustalona.

3. Przegląd i ocena procesu. Na tym etapie certyfikacji procesu weryfikowane są metody zbierania danych oraz same dane. W kroku tym określa się zależności pomiędzy charakterystykami kluczowymi a danymi wejściowymi do procesu, są one bowiem potencjalnymi źródłami zmienności procesu. Zmienności jakie występują w danych wejściowych wpływają na zmienności charakterystyk kluczowych. Źródła przyczyn zmienności procesu mogą być zidentyfikowane poprzez badanie wszystkich procesów, które mogą mieć wpływ na zmienności cechy kluczowej.

Głównym narzędziem używanym do przeprowadzania analizy danych wejściowych jest wykres Pareto, który najlepiej odzwierciedla hierarchie ważności analizowanych danych.

Aby mieć pewność co do zdolności systemu pomiarowego oraz nowych narzędzi stosuje się analizę R&R (z ang. Repeatability and Reproducibility – Powtarzalność i Odtwarzalność). Analiza R&R jest nierozłącznym elementem certyfikacji procesów. Celem analizy jest określenie zmienności systemu pomiarowego oraz przydatności danego narzędzia do pomiarów.

4. Ustalenie poziomu kontroli i zdolności procesu. Głównym narzędziem używanym do kontroli procesu są karty kontrolne. Korzyści stosowania kart kontrolnych to ich zdolności do odróżniania rodzajów zmienności. Z użyciem kart kontrolnych są bezpośrednio związane trzy elementy, które muszą dotyczyć całego procesu, aż do momentu dostarczenia produktu do Klienta:

- o Sterowanie - pomiar następnej części jest przewidywalny. Jest to pierwszy celem, aby uzyskać proces pod kontrolą. Metody proaktywne i narzędzie Poka-Yoke powinny być używane do identyfikowania i eliminowania tych przyczyn zanim one wystąpią.
- o Zdolność - zdolność procesu wyrażona pomiarami współczynnika C_{pk} Proces pod kontrolą nie gwarantuje bycia procesem w 100% zdolnym ($C_{pk} > 1.33$). Zdolność procesu wykazywana przez współczynnik C_{pk} polega na przypuszczeniu rozkładu normalnego w celu podjęcia działań korekcyjnych czynników mających wpływ na stan procesu.. Zdolność jest dostateczną redukcją przypadkowych przyczyn. To znaczy, że przyczyny muszą być zredukowane do punktu, aby C_{pk} był wyższy niż 1,33. Typowe metody SPC kierują się tylko do identyfikacji i usunięcia czynników specjalnych.
- o Centrowanie do wymiaru nominalnego. Środkowanie odnosi się do wymiaru nominalnego po obu stronach procesu. Proces może osiągnąć $C_{pk}=1,33$ lub wyższy i nie być

w środku. Proces z taką charakterystyką może powodować problemy w produkcji. Taka sytuacja musi być poprawiona.

W warunkach produkcji seryjnej i masowej prowadzenie kontroli stuprocentowej - poza potrzebami bezpieczeństwa lub uzasadnionymi ekonomicznie i technicznie przypadkami pełnej mechanizacji lub automatyzacji i kontroli - nie znajduje uzasadnienia. Nie ponosząc dużego ryzyka popełnienia błędu można ocenić jakość partii wyrobów na podstawie kontroli niewielkiej reprezentatywnej jego części. Jeżeli do badań będzie się pobierać części z partii wyrobów w sposób gwarantujący pełną przypadkowość, a wyniki kontroli oparte na statystyce matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa posłużą do wnioskowania o jakości całej partii wyrobów lub procesu produkcyjnego, można stworzyć system kontroli dający gwarancję właściwej oceny błędu, z zachowaniem z góry ustalonej wielkości nieuniknionego ryzyka popełnienia błędu (około 0,27%). System ten nazywany SPC (z ang. Statistical Process Control - Statystyczne Sterowanie Procesami Produkcyjnymi). SPC łączy w sobie wszystkie cechy kontroli nowoczesnej. Jest mało pracochłonny, niezawodny (w granicach określonego prawdopodobieństwa 99,73%), prosty w prowadzeniu, oszczędzający narzędzia pomiarowe i co najważniejsze może być stosowany w czasie trwania procesu produkcyjnego i powodować regulowanie go z chwilą powstania zaburzeń w prawidłowości przebiegu, nie dopuszczając tym samym do powstania większej ilości braków. SPC może być stosowana na wszystkich etapach realizacji wyrobu, winien być wprowadzany przede wszystkim, tam gdzie karty kontrolne pomagają w dostarczaniu informacji o procesie zanim wystąpi rozregulowanie. Dzięki temu proces może być na czas skorygowany, co z kolei pozwala na wytworzenie lepszego wyrobu. SPC polega na regulowaniu procesu z chwilą pojawienia się w nim zaburzeń w prawidłowości przebiegu, nie dopuszczając tym samym do powstawania większej ilości braków.

5. Dokumentowanie planów kontroli. Krok ten zajmuje się ustanowieniem mechanizmów kontroli dla kluczowych danych wejściowych do procesu wraz z metodami użytymi do monitorowania zdolności procesu używając charakterystyk kluczowych. Plan Kontroli Procesu jest zestawem strategii które definiują kroki do podjęcia utrzymania kontroli i zdolności procesu. Kluczowe dane wejściowe są bezpośrednio kontrolowanymi składowymi procesu, które znacząco oddziałują na wyjścia procesu lub charakterystyki kluczowe procesu. Różne metody i wykresy są wykorzystane do dokumentowania i kontroli danych wejściowych procesu i do monitorowania wyjść procesu. Karty kontrolne służą jako czujnik dla wykrywanych zmian w procesie, użyte są aby pomóc operatorowi zdecydować czy regulacja procesu jest konieczna. Regulacje mogą dotyczyć zmiany oprzyrządowania, przebrojenia lub na przykład zwykłego uporządkowania. Należy wziąć pod uwagę opracowywanie Planów Kontroli dla rodziny części, gdy odnoszą się one do krótkich serii produkcyjnych oraz gdy upraszczają opracowywane Planów Kontroli tworząc je rodzinami części w przeciwieństwie do określenia Planów Kontroli z pojedynczymi numerami części.

Proces musi być wytwarzany do akceptowalnego poziomu jakości ($C_{pk} > 1,33$ lub wyższy), kluczowe procesy wejściowe muszą być zidentyfikowane a metody kontroli muszą być ustalone. Stopień kontroli danych wejściowych ma bezpośrednio wpływa na zmienność charakterystyk kluczowych.

6. Certyfikowanie procesów. Proces jest uważany za certyfikowany, kiedy kluczowe dane wejściowe procesu zostały zidentyfikowane i skontrolowane, a przegląd indeksów danych wyjściowych dowodzi, że są spełniane następujące wymagania.

Dla mierzonych charakterystyk parametrycznych proces staje się certyfikowany dla mierzonych charakterystyk parametrycznych tylko wtedy, gdy zostały usunięte z procesu przyczyny nieprzypadkowe, dane wejściowe procesu są zidentyfikowane i kontrolowane, a

zidentyfikowane charakterystyki kluczowe są pod kontrolą statystyczną i wykazują $Cpk = 1.33$ lub wyższy. Wyliczenia Cpk są bazowane na minimum 25 kolejnych obserwacjach bez wykazanych niezgodności, licząc zmienność części do części, ustawienie do ustawienia, czas do czasu dla części/ rodziny części. Próbnymi pomiarami są wymagane okresowo w celu wykazania, że wymagania jakościowe są utrzymywane.

Cpk powinien być wykorzystany jako pomiar zdolności procesu, tam gdzie tylko jest to możliwe. Inne stosowne pomiary mogą być używane dla tych procesów, w przypadkach, gdy Cpk praktycznie nie może być zastosowany.

Podsumowanie. Dążenie do uzyskania certyfikacji umożliwia przedsiębiorstwom zademonstrowanie przed klientami zaangażowania w jakość wyrobów. Certyfikacja procesów daje klientowi pewność tego, że wyprodukowany produkt jest zgodny z jego oczekiwaniami. Przedsiębiorstwo wprowadzając certyfikację procesów zyskuje bardzo wiele. Eliminowane są zbędne pomiary, których wykonywanie jest kosztowne i zajmuje często dużo czasu. Dzięki SPC redukowana się do minimum kontrola, co również pozwala na wiele oszczędności. Wprowadzając certyfikację procesów w znacznym stopniu redukuje się koszty w przedsiębiorstwie dzięki mniejszej ilości braków, zmniejszeniu ilości napraw oraz strat czasu. Wszystko to prowadzi do skrócenia cyklu produkcyjnego, co jest jednym z głównych zalet certyfikacji procesów. Certyfikowanie procesów jest zagadnieniem nowym i coraz bardziej popularnym. Przedsiębiorstwa mające wprowadzone certyfikaty jakości (np. systemów zarządzania jakością), widzą w certyfikacji procesu przyszłość, ponieważ wpływa ona bardzo pozytywnie na ich działanie jak również jest bardzo atrakcyjnym elementem w pozyskiwaniu klientów, ponieważ jakość wyrobów przyciąga klientów. Zaprezentowane opracowanie powinno pomóc kadrze kierowniczej w podjęciu decyzji dotyczącej konieczności certyfikowania zidentyfikowanych procesów.

Literatura: 1. Materiały Konferencyjne. „Procesowe zarządzanie jakością” PF ISO 9000, Krynica 2002. 2. J. Tkaczyk: Podejście procesowe i normy ISO 9000:2000. ABC Jakości nr 3/2002. 3. G. A. Rummer, A. Brache: Podnoszenie efektywności organizacji. PWE, Warszawa 2000.

COMPARATIVE ANALYSIS REGARDING THE LUBRICATION IN DIFFERENT PROCESSINGS

Paraschiv Dr. *, Pruteanu O.V. *, Carausu C. *, Pricope C. **, Huşanu V. **, Toca Al. (*TU-Gh. Asachi-Iassy, Romania; **URB-Barlăd, Romania, UTM-Chisinau, R. Moldova)

The paper presents a comparative analysis on the results obtained at some methods of processing with different cooling-lubrication: regular, with minimum cooling-lubrication, without lubrication.

1. Introduction.

From the facts presented there has been emphasized the fact that the chip removal environments can influence positively the cutting process through their physico – chemical characteristics and through the combination of the lubrication- cooling effects. Especially through the tribo-chemical and thermic processes which take place in the chip removal area, the cutting fluids have an important influence.

2. Comparative analysis

At the cutting processes where the processing is done with tools with defined cutting edges, the durability of the tool material is limited, fact which imposes the use of the cooling and lubrication materials.

In fig. 1 are represented the most significant materials for tools used in the chip removal processes and their most important properties. We can clearly see the fact that there are great differences in what regards their thermic conduct.

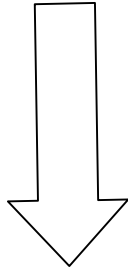
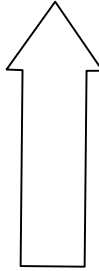
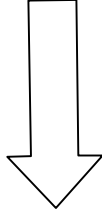
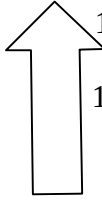
Type of tool material					Lubrication material		
					Emulsion	Oil	
Tool steel	Resistance to wear/ durability 	Ultimate breaking strength 	200°		250°		
High-speed steel			600°		650°		
Hard metals			900°		1300°		
Metalic carbide			1300°	1800°		—	—
Cubic bornitrid			1200°	1400°		—	
Diamond			600°	800°		—	
		-Frequently used			- Scarcely used		

Fig.1. The choice of cuttig fluids depending on the tools' material

For the substitution of the lubricating and cooling materials through the minimum lubrication and dry processing respectively we must bear in mind the possibility of practical achievement depending on the material of the used tool (fig. 2).

Type of tool material	PUM	PU
Tool steel		—
High-speed steel		
Hard metals		
Metalic carbide		
Cubic boron nitrate		
Diamond		
  - very good applicability   - very rarely applied		

Fig. 2.Aapplicability PUM and PU depending on the type of chip removal process

To continue, in fig. 3, there have been analysed the possibilities of introducing the two techniques suggested before depending on the processing processes used (the most frequent ones).

Fabrication process	PUM	PU
Turning in the lathe		
Milling with milling head	—	
Forming milling		
Drilling		
Threading		
Debiting		—
Grinding		—
  - very good applicability   - very rarely applied		

Fig.3. Applicability PUM and PU depending on the type of cutting process

Finally there has been studied the possibility to eliminate and to minimize respectively the cutting fluid consumption depending on the machine-tools used (fig. 4).

Type of machine-tool	PUM/PU
Conventional machine- tools	
Machine - tools with individual numeric control	
Processing centres CNC	
Fabrication flexible cells CNC	
Fabrication flexible lines	
 - very good applicability  - very rarely applied	

Fig. 4. Applicability PUM and PU depending on the different categories of machine – tools used

In fig. 5 we present the comparative situation regarding the influence of the cooling-lubricating techniques; classical, with minimum lubrication, with dry chip removal at different processings.

Cutting process	Tool material	Processed material				
		Non-alloyed steel	Alloyed steel	Highly alloyed steel	Cast irons (gray cast iron)	Non-ferrous metals (Al)
Turning in the lathe	Rp	□	□	○	PU □	○
	C M	□ PU	□ PU	□ PU ○	PU	○ PU
	ED	-	-	PU	PU	PU
Milling	Rp	□○	□○	□○	□ PU	○
	C M	□ PU	□ PU	□ PU	PU	PU
	ED	-	-	PU	PU	PU
Face milling	Rp	-	-	-	-	-
	C M	PU	PU	PU ○	□ PU	PU ○
	ED	-	-	PU	PU	PU
Drilling	Rp	□	□	□ ○	PU	○
	C M			○	PU	-
	ED	-	-	-	-	-
Deep holes	Rp	-	-	-	-	-
	C M	○	○	○	○	○
	ED	-	-	-	-	-
Int. and ext. threads	Rp	○	○	○	○	○
	C M	○	○	○	○	○
	ED	-	-	-	-	-
Debiting	Rp	□ ○ PUM	□ ○ PUM	□ ○ PUM	□ ○ PUM	PUM ○ □
	C M	○ □ PUM	○ □ PUM	○ □ PUM	○ □ PUM	PUM ○
	ED	-	-	-	-	-
Debiting	CM	□ ○	□ ○	□ ○	□ ○	-
	ED	□ ○	□ ○	□ ○	□ ○	-
□ - cutting environments based on water (emulsions) ○ - cutting environments without water (cuttin oils) PUM – minimum lubrication PU - dry processing — - impossible or inefficient combination CM – metali carbide Rp – high speed steel ED – extrahard materials (ceramic materials, CNB, diamond)						

Fig. 5. Aapplicability of the classical lubrication-cooling techniques and of the dry cutting adifferent processing processes

3. Conclusions

From the comparative analysis of the used cooling-lubricating methods it results:

- the thermic behaviour of the tools differ a lot depending on their material;

- to obtain good results in the case of minimum cooling a great importance have the practical achievement possibilities, as well as the used processing methods.

Bibliography: 1. Budean C. ș.a.: Elemente de ecologie umană, București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1982. 2. Tan X.C. ș.a.: A decision maxime framework model of cutting fluid selection for a green manufacturing and a case study. Journal of National Processing Technology, ne. 129, 2002, p. 467-470.

STUDIES REGARDING THE INFLUENCE OF THE CUTTING PROCESSES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT

Paraschiv Dr. *, Pruteanu O.V. *, Carausu C. *, Pricope C. **, Hușanu V. **, Toca Al. (*TU-Gh. Asachi-Iassy, Romania; **URB-Barlad, Romania, UTM-Chisinau, R. Moldova)

In the paper there are presented the experimental results in the case of the turning on the lathe with normal lubrication, with minimum lubrication and without lubrication.

1. The technique of the minimum lubrication and cooling in the chip removal processing

The strategy of the research has been established starting from the question, as in the case of other chip removal processes, and that is (fig. 1): can we give up using of cutting fluids without influencing in a negative way on the precision and the quality of the processing?

2. Processes of turning in the lathe

Taking into account the spectrum of properties and the processing capacity of the tools made from hard metals we can state that the use of the cutting fluids for the chip removal processings is not essentially necessary. The reason for using the cooling and lubrication environments is the ensurance of some low temperatures for the tool and blank, the increase of the tool's lastingness, the established quality parameters, the chips' transportation.

The research done allow a comparison of the results of the processes of turning in the lathe with classical cooling (continuous spray of emulsion), turning in the lathe with minimum lubrication/cooling and dry processing. For this end there has been studied the tool's wear in correlation to the cutting time. The research has been done on a conventional lathe, the processing being done under the following conditions (table 1).

Table 1. Chip removal conditions

Machine tool: lathe 490x1600	$v = 140 \text{ m/min}$
Speed area: 25-1180 rot/min	$s = 0,1 \text{ mm}$
Tool (active part): P20	$t = 1 \text{ mm}$
Blank: 42CrMo4	$\chi = 75^\circ$
Speeds area: - transversal: $s = 9,996-1 \text{ mm}$ - longitudinal: $s = 0,01-1,8 \text{ mm}$	$\gamma = 0,8 \text{ mm}$

For the continuous spray of cutting fluid processing (emulsion) there has been used an established feeding installation with cutting fluid (flow rate: 5l/min.). The research results are presented in the following diagrams. The values of the cutting parameters are characteristic to a finishing processing. The acceptable values of the wear are: for the wear of the edge 0,25 mm, and the extremity wear of 0,5 mm, fig.2.

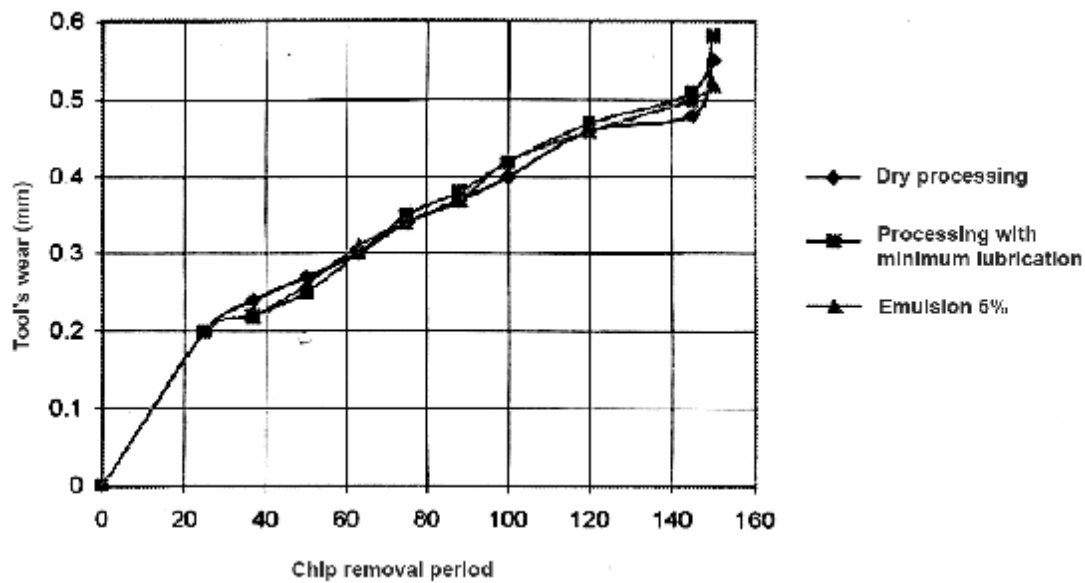


Fig. 1. Evolution of the tool's wear during the processing

From the diagram, fig.1 one can see that for all three processings the wear process is very intense at the beginning. The evolution of the tool edge's wear is linear not being registered differences between the three variants of dry processing, the processing done with minimum lubrication and cooling and the processing with continuous spray of cutting fluid.

In fig. 2 we present the tools' durability for different lubricating- cooling techniques. As a reference value we have chosen the tool's durability in the case of the continuous spary processing with 10% emulsion .

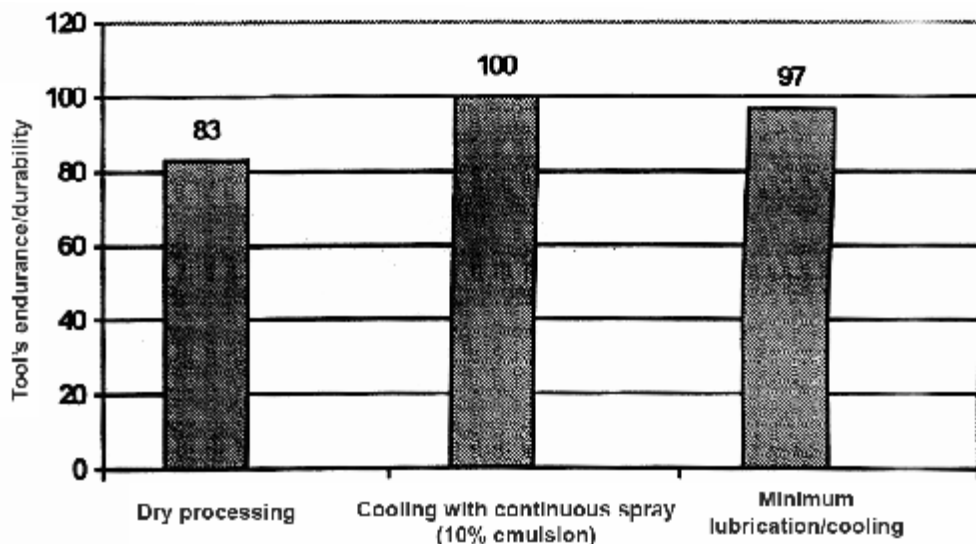


Fig. 2. Comparison of the tool's durability in the 3 variants of lubrication – cooling

We can see that the tool's durability is smaller with 3% in the case of the minimum lubrication technique. At the dry processing the time of use of the tool is reduced with approximately 17%.

The comparison of the processed surfaces roughness values depending on the cutting time shows the fact that the use of the emulsion as a cutting environment assures a stable roughness and that there aren't great differences between the values of the roughness obtained at the dry processing, and the minimum lubrication processing respectively, fig.3.

Table 1. Processing conditions

Process: Shaping of lathe Tool: P20 Blank: 42MoCr4	$\chi=75^\circ$ $v_o=140$ m/min $s=0,1$ mm $t=1$ mm	Cooling with continuous spray.. Emulsion 10% Flow capacity: 5 l/min Minimum lubrication: system with overpressure Additional: rape oil Consumption: 0,2 ml/min
Medium values obtained after 3 sets of measurements		

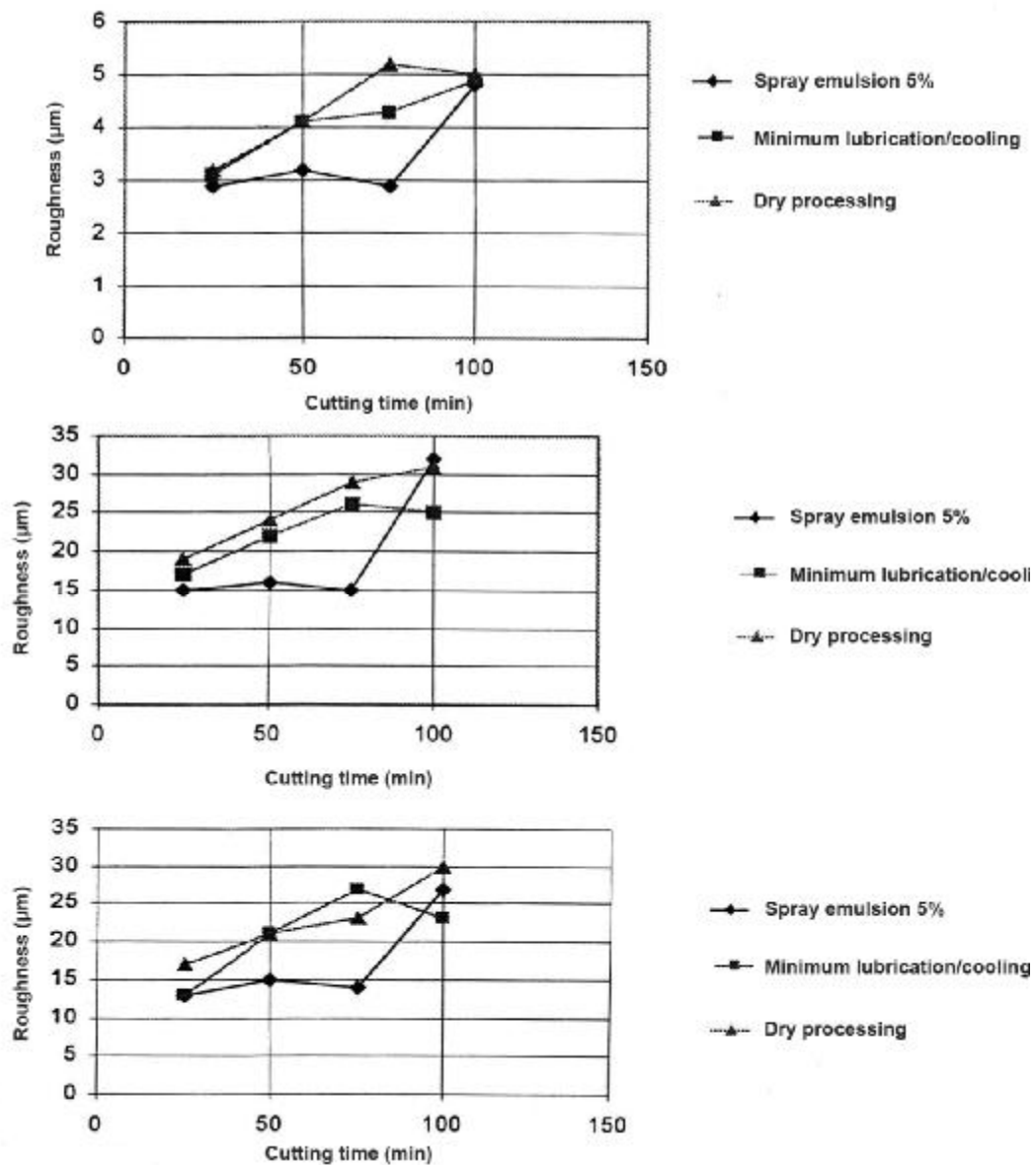


Fig. 3. Values of roughness corresponding to the three cooling techniques

The effects of the way in which the cooling is done on the cutting force's conduct is represented in fig. 4.

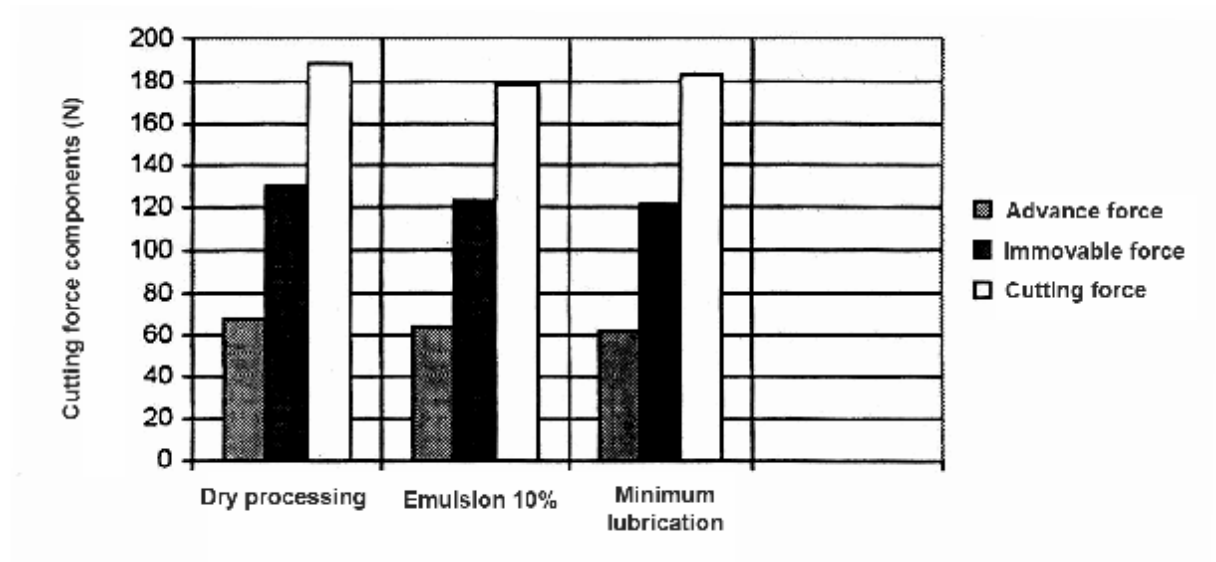


Fig. 4. Components of the chip removal force depending on the cooling technique applied

The results show the fact that a significant increase of the cutting force is registered in the case of the dry processing, for the other two proceedings the differences being insignificant.

3. Conclusions.

Based on the results of the experimental research in the graphics and diagrams we can observe:

- for all the processings the process of wear of the tool is very intense at the beginning, the tendency being linear;
- there aren't major differences depending on the cooling-lubrication method;
- the lastingness of the tool has a significant reduction at the minimum cooling confronted by the classical cooling (3%);
- the roughness of the surfaces is comparable in the case of minimum cooling and no cooling.

In conclusion, the minimum cooling ensures good processing conditions with special economic and ecologic results.

Bibliography: 1. N.N.: Verbesserung der Drahbearbeitung ohne Kühlschmierstoffzufuhr wett der Fertigungstechnik, 1995, p. 8-10. 2. Fiksel J.: Design for Environment – creating eco-efficient products and processes, vol. I, vol. II, 1996. 3. Manton A.: Ecologie generală, Universitatea Timișoara, 1995.

MEASUREMENT OF THE BOTTOMING VOLTAGE IN THE BALL-BEARINGS RACE

Pruteanu O.V., Paraschiv Dr., Cărașu C., Sarbu I., Schnakovszky C., Brabie G., Pricope C., Hușanu V.

(Technical University „Gh. Asachi” Iassy, Romania; University Bacau, Romania, U.R.B. - S.A. Barlad, Romania)

The paper is dealing with the measurement of the bottoming voltages which appear in the bearing race obtained through the new technology of cold rolling. The method of measurement is the tensiometrical method through the drilling on areas of the surface, achieved through the MTS 3000 system of the Hottinger Baldwin Messtechnik firm.

2.1. Introduction

The bottoming voltage are due to some fabrication processes and not to the existence of some external loads. These bottoming voltages can have benefic effects and detrimental effects depending on their size and the direction of actuation. Indifferently of the measurements made during the processing time, the internal tensions cannot be eliminated from the material. In many mechanical processings, is wanted on the contrary the creation of a certain state of stress for the increase of the materials' properties and characteristics.

The measurement of the bottoming voltages cannot be done with classical methods used for the analysis of the tensions (the electrorezystive tensiometry, the photoelastic method, etc.). The methods for the measurement of the bottoming voltage are distructive or non-distructive and are usually based on the relaxation of the superficial layer after the drilling or the removal of some material layers.

The most used method for the determination of the bottoming voltage is the drilling method which is a semidistructive one (a hole with the aproximate diameter of 2 mm and a depth with at the most 2,5 mm is made in the piece). The measurement of the bottoming voltage is very difficult, because some voltages can be due to the relaxation of the material as a consequence of the elastic tempering. The measurement methods are very selective and can be used only for materials and types of surfaces for which they have been elaborated.

2.2. Description of the method

This method is based on the execution of a hole in the area where the determination of the values of the bottoming voltage is wanted. Before the beginning of the drilling, a tensiometrical stamp is stick in that area, fig.1, which will measure the relaxation of the superficial layer after the execution of the hole (the deformation will be measured in relation to the directions of the glued electrorezystive stamps).



Fig. 1. RY61 tensiometrical stamp maufactured by Hottinger Baldwin Messtechnik

The drilling is done with the help of a drill through the tensiometrical stamp and the material where the measurement of the bottoming voltage is done. The drilling is done in

steps, for each step the deformations produced are measured along the three directions on the tensimetric stamp (a, b and c), fig. 2.

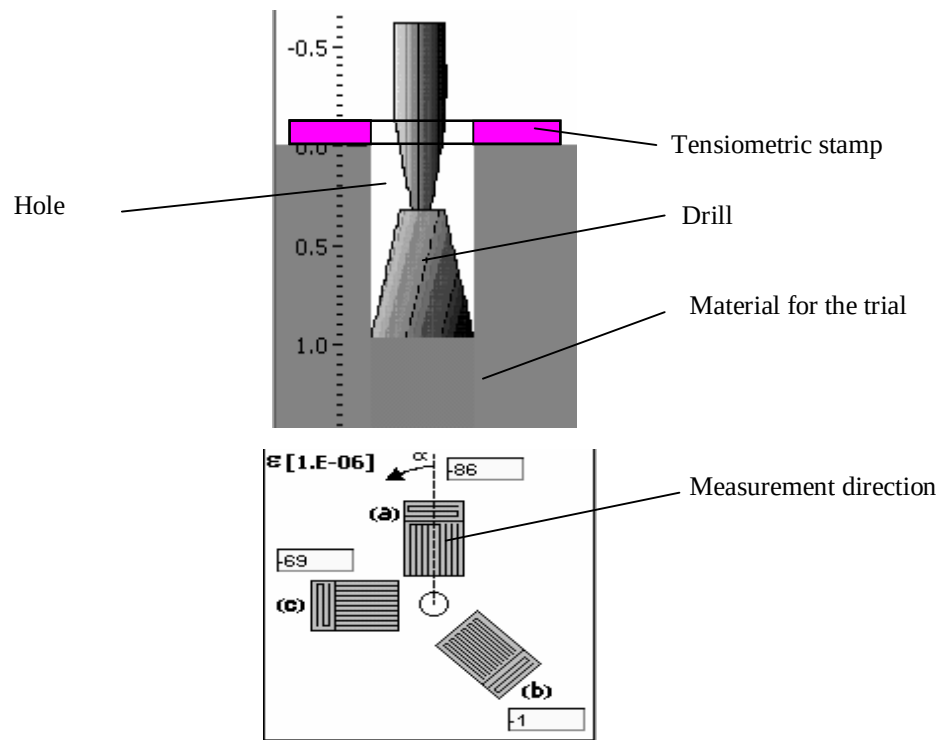


Fig. 2. Diagram of principle regarding the measurement of the deformations

The execution of a hole with small diameter in the body of the piece with bottoming voltage will lead to their relaxation after the drilling. The relaxation of the bottoming voltage around the hole is done through the shifting of the superficial layer of the material, the shifting will be measured according to the diagram in fig. 3. This principle has been elaborated by Mathar, J., in the paper "Determination of Initial Stresses by Measuring the Deformation Around Drilled Holes." Trans., ASME 56, No. 4: 249-254 (1934). Through the drilling on great depths and through the use of the theory of elasticity one can determine theoretically the bottoming voltage depending on the depth.

In practice, for the measurement of the biaxial deformations a complex stamp under the shape of rosette with three tensimetric axial stamps disposed is used according to fig. 3. These uniaxial stamps are disposed with the centre at the R radius and oriented two perpendicularly, and the third at 45 degrees, but with mirror disposing. These 3 stamps are marked with the numbers 1, 2 and 3, but depending on the producer can be marked with a, b and c. The recommended value for the angle α_1 is an acute angle, but for the simplification of the calculations it is recommended that $\alpha_2 = \alpha_1 + 45^\circ$ and $\alpha_3 = \alpha_1 + 90^\circ$.

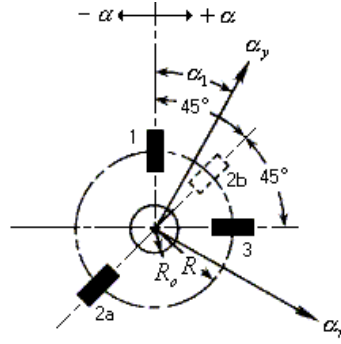


Fig.3. Tensiometrical stamp in rosette shape

Starting from the practical case (the use of three uniaxial stamps on three well determined directions) the previous equations can be rewritten for each direction. For the practical case. The deformations after the three directions (1, 2 and 3) will be:

$$\varepsilon_1 = A(\sigma_x + \sigma_y) + B(\sigma_x - \sigma_y) \cos 2\alpha \quad (1)$$

$$\varepsilon_2 = A(\sigma_x + \sigma_y) + B(\sigma_x - \sigma_y) \cos 2(\alpha + 45^\circ) \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = A(\sigma_x + \sigma_y) + B(\sigma_x - \sigma_y) \cos 2(\alpha + 90^\circ) \quad (3)$$

Through the transformation of the relations (21), (22) and (23) from deformations in stress after the main axis, it results:

$$\sigma_{\max} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_3}{4A} - \frac{1}{4B} \sqrt{(\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 + (\varepsilon_3 + \varepsilon_1 - 2\varepsilon_2)^2} \quad (4)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_3}{4A} + \frac{1}{4B} \sqrt{(\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 + (\varepsilon_3 + \varepsilon_1 - 2\varepsilon_2)^2} \quad (5)$$

$$\tan 2\alpha = \frac{\varepsilon_1 - 2\varepsilon_2 + \varepsilon_3}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}$$

where the angle α is measured compared to the stamp placed on direction 1.

Through the inversion of the α angle's direction, through the convention one can write a new relation with a new convention established through the crossing of the angle, which is:

$$\tan 2\alpha = \frac{\varepsilon_1 - 2\varepsilon_2 + \varepsilon_3}{\varepsilon_3 - \varepsilon_1} \quad (6)$$

Starting from the specifications above one can establish the following rules:

$$\varepsilon_3 > \varepsilon_1: \alpha \text{ referring to } \sigma_{\max}; \quad \varepsilon_3 < \varepsilon_1: \alpha \text{ referring to } \sigma_{\min}$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1: \alpha = \pm 45^\circ; \quad \varepsilon_2 < \varepsilon_1: \sigma_{\max} \text{ up to } +45^\circ; \quad \varepsilon_2 > \varepsilon_1: \sigma_{\max} \text{ up to } -45^\circ$$

3. The practical measurement of the bottoming voltage

3.1. The apparatus used

At the measurement of the bottoming voltage has been used the system of measurement of the bottoming voltage MTS 3000, produced by Hottinger Baldwin Messtechnik. The principle diagram of the system of measurement of the bottoming voltage is presented in fig. 4.

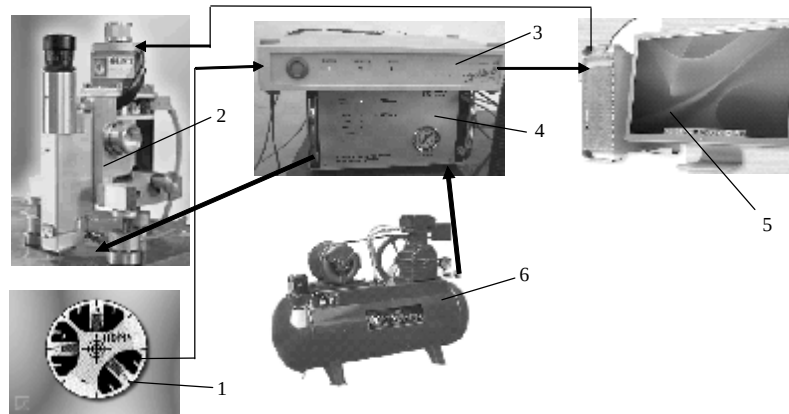


Fig.4. System of measurement of the bottoming voltage

The drilling is done with a milling cutter made from high speed steel or with a diamond tool depending on the hardness of the processed material. The carrying away of the milling cutter in the rotating motion is done with the drilling device 2, the main cutting motion is done with an air turbine connected to a compressor 6 through a pressure controller and distributor 4. The prescription of the processing feed is done with a programme installed in the computer 5. Through a data acquisition plate PC-LPM-16 from the firm National Instruments the step by step control of the engine placed on the drilling device 2 is done.

The centring of the milling cutter on the centre of the rosette is done with an eyepiece for centring also placed on the drilling device 2. The deformations measured by the tensiometrical stamps are transmitted to a tensiometrical deck 3 type Spider 8 from the firm Hottinger Baldwin Messtechnik. From the tensiometrical deck the amplified values are transmitted into the computer 5 where with the help of the data processing programme are transformed into bottoming voltage. This processing can be done according to many algorithms, like:

- The ASTM method;
- The KOCKELMANN method;
- The integral method;
- The method of force functions.

3.2. The method of work comprises:

- The brazing of the tensiometrical stamp;
- The preparation of the system for the measurement of the bottoming voltage;
- The calibration of the installation;
- The setting of the processing parameters and of the working conditions;
- The drilling of the material;

- The acquisition of the data regarding the deformations along each electroresistive bonded strain gauge;
- The processing of the experimental data.

3.2.1. The brazing of the tensiometrical stamps

For the brazing, the surface of the material must be very well cleaned and degreased to make a corresponding brazing. The surface, if having oxidation problems or if there are microirregularities can be gently finished with an abrasive belt with very fine graining. This operation of finishing must not introduce new bottoming voltage in the surface of the material. Finally, before the brazing the surface will be degreased with technical alcohol, carbon dichloride, caustic soda, toluene or other attenuants.

In these tests the brazing of the electroresistive stamp has been done with the Z70 adhesive which is a monocomponent adhesive which ensures a good resistance to the brazing and a limit of use between +100 and -70 degrees Celsius. Also, this adhesive is a „quick” one which needs a reduced weight pressure and a short time of hardening of maximum 1 minute.

The brazing of the stamp must be done immediately after the preparation of the surface in order that new oxides or grease do not appear on the prepared surface. After the preparation, the adhesive is placed on the plinth of the stamp and after that it is placed and fixed through gentle pressure with a teflon belt. This pressure must last between 30 and 60 seconds depending on the room temperature. As the temperature is lower, the time of brazing is longer.

3.2.2. The preparation of the measurement system for the bottoming voltage

The preparation of the system consists of more activities, which begin with the check of the brazing correctness and end with the effectuation of all the electric and pneumatic connections necessary for the measurements. After the brazing, the connecting ends of the 3 electroresistive transducers are connected through some terminals at the tensiometrical deck Spider 8. The connection is done through the thermal brazing with a proper electrotechnical alloy, fig. 5.



Fig. 5. The electrical connection of the tensiometrical stamp

Also, at this stage the connections with compressed air are done for the drive of the air turbine and the links for the control and drive of the feed mechanism of the drilling cutter.

3.2.3. The calibration of the installation

The calibration consists of the equilibration of the measuring deck on all the branches. This is done with the help of the programme which has been delivered together with the system of measurement of the bottoming voltage. In this sense, on each branch of the deck, initially the value of reference of the resistance must be null. Towards this reference value, the variation of the resistance on each electroresistive transducer will be transformed in values of the material's deformation in the contact area.

Also at this stage it is done the positioning of the drilling head on the surface to be drilled. This positioning is done through the fine shifting of the drilling head down until the contact between the material to be drilled and the tool is done, fig. 6. This is detected through the use of an electric contact which will be shut at the contact tool- material and will stop the feed. That point will be remembered by the system and will be used as a reference point in the fixation of the depth on which the drilling has been done.

3.2.4. The setting of the processing parameters and of the working conditions

At this stage the value of the processing advance is established in [mm/min]. The value chosen according to the recommendations of the producer have been of 0,1 mm/min, fig. 7. The diameter of the processing cutter has been of 1,7 mm in the case of the processed bearing, because it has been used a diamond tool because of the high hardness of the surface and of 2 mm in the case of the ring which will serve as blank.

The actuation of the main drive is pneumatic, and the working revolutions per minute theoretically ensured is of 300.000 rot/min. Practically, this value is smaller, depending on the hardness of the material, the wear of the tool and the feed speed.

Also at this stage has been established the maximum drilling depth which has been of 205 mm. This value is also the limit for which the interpreting programme of the results can calculate the bottoming voltage.

3.2.5. The drilling of the material

The drilling of the material is done in steps. After the reach of a step the data are collected from the three electroresistive transducers from the stamp in rosette shape. These values are transmitted through a tensiometrical deck Spider 8 into the computer which will process the results. The communication between the computer and the tensiometrical deck is serial and the transfer parameters are set before the drilling. The values of the steps can be constant and variable polynomial. In this case there has been used a polynomial variation, in this way from the very beginning, the drilling steps have been smaller, and at the end the value followed by the tool between two measurements has been greater. This distribution of the drilling steps has been done for the reason that at the surface, the values of the bottoming voltage vary a lot and are greater than in the body of the material. The drilling is presented in fig. 7.

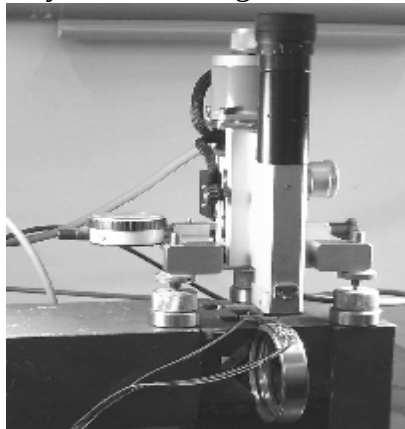


Fig.6. The execution of the drilling

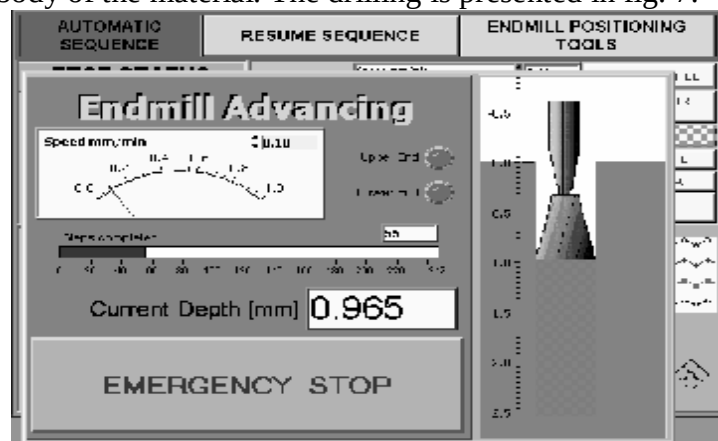


Fig.7. The monitoring panel of the drilling operation

The value followed by the tool is permanently displayed by the programme which serves at the execution of the drilling and the acquisition of the data, fig. 7.

3.2.6. The acquisition of the data regarding the deformations along each electroresistive transducer

The acquisition of the data is done with a tensiometrical deck, as it has been presented in the previous chapter. The variation of the electrical resistance measured along each direction by the electroresistive transducer is converted into deformation, fig. 8. The values of these deformations will serve for the determination of the bottoming voltage according to the mathematical relations presented in chapter 1.

After each drilling stage, the automatic measurement of the deformations and their storage in the memory of the computer takes place. These values are memorized in a folder with data with the extension .dat, which are processed later with the help of a interpreting programme of the values of the bottoming voltage. From that programme, the values can be exported into a folder type text (.txt), which at its place can be processed with the help of some other calculation programmes in tables, as Microsoft Excel. In this programme one can make different diagrams to represent the bottoming voltage

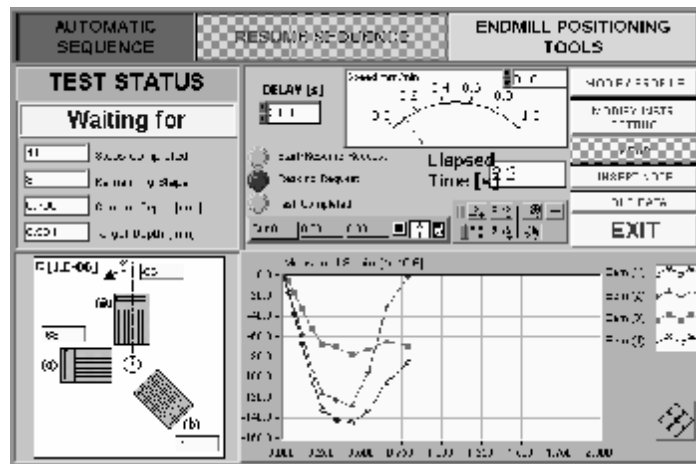


Fig. 8. Measurement of the deformation on the three directions (a, b and c)
In figure 8, there are also presented the following data:

- Number of steps for drilling (11);
- Number of steps left (9);
- Current depth of the hole (0,789);
- Depth left (0,931).
- Processing of the experimental data.

3.3. The processing of the experimental data

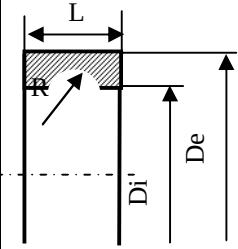
At the measurement of the bottoming voltage two ball-bearing races have been used:

1. The ring rolled completely;
2. The blank for the ball-bearing race.



Fig. 9.External ball-bearing race

In the first case, the sizes of the external ball-bearing race, figure 9, determined on the coordinates measuring machine TESA Micro-hite 3D are:

	De	Di	L	R
Processed ring	75,928	66,417	16	4,756
Blank	56,591	42,231	17	-

To establish the dimensions there have been done three independent measurements, and the value in the table is the average of the resulted values.

3.3.1. The processing of the experimental data for the external processed ring

The experimental data have been prevailed according to the proceeding previously described. These values have been saved into a folder with the extension „.dat” and then processed with the programme regarding the analysis of the resulted tensions. For the analysis of the state of stress for different depths, the representation depending on the „POWER” has been used and the results of this processing are presented above.

The values in the folder have been selected for a maximum depth of 1.252 mm, because the rest of the values have varied too little with the depth and at the exceeding of this depth the processing of the hole has been done with difficulty and one cannot guarantee the accuracy of the measurements. For the analysis there have been considered only the values in the table 1.

Table 1 Experimental results

Depth [mm]	Smin [N/mm ²]	Smax [N/mm ²]	Von Mises [N/mm ²]	Tresca [N/mm ²]	Strain (a) [1E 10 ⁻⁶]	Strain (b) [1E 10 ⁻⁶]	Strain (c) [1E 10 ⁻⁶]	Alfa Angle [°]
0.013	98.306	471.596	430.936	471.596	-5.654	-6.666	-1.726	28.287
0.036	165.178	563.583	501.815	563.583	-19.274	-23.199	-8.095	29.785
0.073	256.858	508.149	440.079	508.149	-39.52	-37.525	-17.94	19.591
0.121	297.387	491.89	429.084	491.89	-66.756	-53.475	-31.879	6.705
0.18	304.651	490.811	429.164	490.811	-99.152	-79.776	-49.187	6.325
0.252	282.957	470.211	410.017	470.211	-130.22	-114.933	-66.315	13.773
0.335	226.86	397.334	345.255	397.334	-148.062	-138.411	-76.618	18.062
0.431	176.783	290.284	253.377	290.284	-145.274	-127.25	-76.314	12.756
0.538	124.877	202.381	176.861	202.381	-126.111	-81.225	-69.106	-14.945
0.657	66.002	174.852	152.934	174.852	-105.503	-32.221	-65.708	-34.779
0.788	45.578	157.94	140.797	157.94	-94.185	-14.45	-74.521	-40.997
0.931	53.606	141.786	124.001	141.786	-86.788	-26.189	-92.044	-46.19
1.085	51.218	125.621	109.407	125.621	-69.333	-30.562	-105.492	-53.821
1.252	31.854	115.224	111	115.224	-44.203	-10.942	-108.464	-58.084

The fields in table 3 refer to the following:

Depth is the depth of the hole in [mm]

Smin is the main minimum stress in [N/mm²]

Smax is the main maximum stress in [N/mm²] tensiunea echivalentă după criteriul Von Mises criterion in [N/mm²]

Tresca is the stress equivalent after the Tresca criterion in [N/mm²]

Strain (a) is the deformation after the axis a of the tensiometrical stamp [1E 10⁻⁶ mm]

Strain (b) is the deformation after the axis b of the tensiometrical stamp [1E 10⁻⁶ mm]

Strain (c) is the deformation after the axis c of the tensiometrical stamp ice [1E 10⁻⁶ mm]

Alfa Angle is the angle of te main stress [°]

Graphically, the variation of the stress related to the depth of the hole, according to the data presented in table 1 is illustrated in figure 10. From the analysis of the graphic one can notice the fact that at the external surface of the ring the bottoming voltage is very high, decreasing very quickly together with the depth on which a constant value becomes stable.

Bottoming voltage processed ring

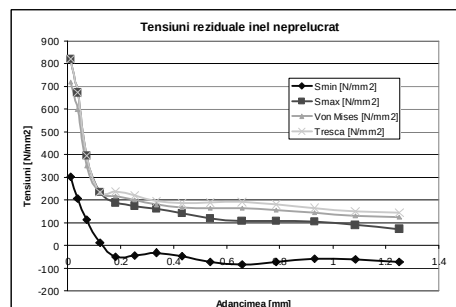
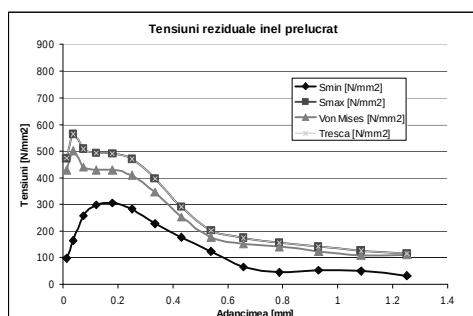


Fig. 10. Distribution of the bottoming voltage with the depth for the processed ring

Fig. 11. Distribution of the bottoming voltages with the depth for the blank ring.

From the figure above one can also notice the fact that the equivalent stress according to the Tresca criterion concurs in this case with the main maximum stress. Also one can notice the fact that at the material's surface the bottoming voltage is lower than the maximum stress. This is probably due to the elastic tempering which took place after the mechanical processing and which have created a better distribution of the stress on the surface of the ring.

3.3.2. Processing of the experimental data for the unprocessed EXTERNAL RING

The experimental data in this case have been obtained too with the settings and adjustment of the system for the measurement of the bottoming voltage in the case of the processed ring. For the analysis of the stress state for different depths, there have been also used the representation with power functions „power” and the results obtained after this processing are presented above.

The values in the folder have been also selected for a maximum depth of 1,252 mm, to be able to make a similar comparison to the previous case. For the analysis there have been considered only the values in table 2.

Table 2. Experimental results for the blank ring

Depth [mm]	Smin [N/mm ²]	Smax [N/mm ²]	Von Mises [N/mm ²]	Tresca [N/mm ²]	Strain (a) [1E 10 ⁻⁶]	Strain (b) [1E 10 ⁻⁶]	Strain (c) [1E 10 ⁻⁶]	Alfa Angle [°]
0.013	303.056	821.807	719.831	821.807	-12.7	-5.143	-3.587	-16.68
0.036	205.853	673.534	597.808	673.534	-27.837	-7.712	-9.087	-24.454
0.073	113.635	394.428	351.661	394.428	-36.718	-13.805	-5.948	-13.035
0.121	10.631	236.732	231.6	236.732	-39.351	-23.561	4.79	7.942
0.18	-47.793	189.051	216.933	236.844	-44.288	-35.039	14.836	17.247
0.252	-44.176	175.395	201.154	219.571	-57.491	-45.492	19.209	17.247
0.335	-32.788	161.976	180.616	194.764	-74.327	-52.691	22.623	14.486
0.431	-44.859	141.09	168.071	185.949	-85.676	-57.512	35.102	14.043
0.538	-70.859	119.421	166.567	190.28	-90.509	-63.052	58.502	16.136
0.657	-83.875	107.949	166.56	191.824	-99.887	-71.236	81.017	17.171
0.788	-73.514	106.815	157.054	180.329	-121.037	-78.752	90.668	15.493
0.931	-58.859	105.883	144.595	164.742	-139.823	-77.847	92.706	12.515
1.085	-60.784	89.55	130.985	150.334	-135.352	-67.218	104.286	11.667
1.252	-71.858	73.727	126.084	145.585	-122.135	-66.454	120.013	14.187

The fields in table 2 refer as in the previous case.

Graphically, the variation of the stress in relation to the depth of the hole, according to the data presented in table 2, is illustrated in figure 11. From the analysis of the graphic one

can notice the fact that at the external surface of the ring the bottoming voltage is very big, decreasing very quickly together with the depth on which a constant value is established. Unlike the case of the processed ring, in the blank, at the surface there are very important bottoming voltages due to the processing through rough turning. Also, after the turning, there has been done an operation of rough rectification with insufficient cooling, fact which lead to the colouring of the external surface of the blank ring. In the middle of the blank the bottoming voltages are small and are due, probably to the initial proceeding of obtaining of the blank.

Conclusions.

From figures 10 and 11 one can clearly see, that in the processed ring, the depth affected by the bottoming voltage is greater than in the case of the unprocessed ring. If in the first case there are bottoming voltages with value greater than 250 N/mm² (von Mises method) until a depth of approximately 0,4 mm, in the second case these bottoming voltages are greater only at the surface on a depth up to 0,15 mm. Also, in both cases one can notice that the internal part of the material (at a depth of more than 1 mm), the bottoming voltages according to Von Mises method tend to the same value of 100 N/mm².

Reference: 1. F A Kandil, J D Lord, A T Fry and P V Grant, A Review of Residual Stress Measurement Methods - A Guide to Technique Selection, NPL Materials Centre Queens Road, Teddington, Middlesex, UK **2.** P J Withers and H K D H Bhadeshia, "Residual Stress – I: Measurement Techniques", Mat. Sci. Tech., 2000. **3.** P J Withers and H K D H Bhadeshia, "Residual Stress – II: Nature and Origins", Mat. Sci. Tech., 2000. **4.** D J Buttle, "Emerging technologies for in-situ stress surveys", in ICRS-6 Conf. Proc., Oxford, United Kingdom, 10-12 July 2000, vol. 1, 567-588. **5.** J Lu, M James and G Roy, "Handbook of Measurement of Residual Stresses", ISBN 0-88173-229-X, 1996.

MODEL FOR DETERMINATION COSTS OF LASER CUTTING

Radovanovic R. Miroslav

(University of Nis, Faculty of Mechanical Engineering, Nis, Serbia)

Knowledge of a laser system's investment and operating costs should form the basis for evaluating its profitability. The cost ranges provide a basis for a cost estimation prior to plan of buying order of laser systems. The high investment and operating costs must be justified according to economic criteria with corresponding financial advantages. The investment costs and the operating costs for CO₂ laser cutting are presented in this paper. It is done an overview of the investment and operating costs of industrial CO₂ lasers for cutting applications.

INTRODUCTION

Application of laser cutting machines made possible good quality of products, flexibility of production and enlargement of economy. For many potential users of laser cutting machines, it was strategically important to invest in future technology and, if finances allowed, just to accept the financial risk. Of vital interest to the manufacturing are production costs and production rates. The high investment and operating costs for laser cutting machines, compared to conventional cutting machines, must be justified according to economic criteria with corresponding financial advantages. The question whether laser cutting technology has economic advantages compared to equivalent conventional cutting technologies cannot always be immediately answered. Often, only a detailed analysis of the technology solution together

with an exact estimate of the piece costs expected during production provides an acceptable basis for an investment decision. Knowledge of a laser system's investment and operating costs should form the basis for evaluating its profitability. The cost ranges provide a basis for an cost estimation prior to plan of buying order of laser systems.

INVESTMENT AND OPERATING COSTS

The costs of laser beam sources in the same performance class can differ as a range of different designs are available. For example, a modern RF-excited 6 kW CO₂ fast axial-flow laser may cost more than a HF-excited CO₂ cross-flow laser with equivalent power. While the investment cost of a laser cutting machines is high, improved productivity and product quality, combined with low tooling and maintenance costs, often make a system economical, especially for companies that produce a wide range of parts. In addition, the beam from a single laser can be shared by several work stations, so expansion may require adding only new work stations rather than the entire new system. Laser cutting system cost-effectiveness depends upon the real cost per part, including all overhead and benefit costs, not just the shop rate. An individual company may be able to justify the system on performing contract laser cutting for others. The investment cost of a machine is a function of the power of the laser, the size of the workpiece and the number of axes required to manipulate the workpiece around while performing the operation. For example, laser cutting machine with coordinate table up to 1500 mm by 3000 mm requiring two axes (X, back and forth and Y, in and out) can cost in the range of 200 000 EUR to 300 000 EUR, depending on the power of the laser and the type and thickness of material. A 1 kW CO₂ laser costs between 85 000 EUR and 100 000 EUR. Adding computer controls, a system for moving the laser beam and workpiece, and the other necessary equipment increases the cost to between 200 000 EUR and 500 000 EUR. The investment costs that should be estimated for the beam motion relative to the workpiece and for positioning the machining head, do not only depend on the size of the of the working area on the required acceleration and speed characteristics as well as the accuracy of the positioning systems. Depending on the technical requirements, the investment costs can differ considerably even if the size of the working area is the same. The beam guiding and beam shaping components also account for a not inconsiderable percentage of the investment costs. In the case of CO₂ laser beam sources, the laser light must be guided to the workpiece via beam guiding mirrors. Telescopic and flexible arm beam guiding equipment have been developed for the use of standard industrial robots. For the manufacture of lenses for focusing CO₂ laser light, special materials that are transparent to the relatively long wave light must be used. The laser beam source is the determining factor in the operating costs for the laser system, but for some applications, the process gas may be the main contributor to operating costs. These costs are very specific application. Typical investment costs of CO₂ lasers versus laser power are shown in figure 1.

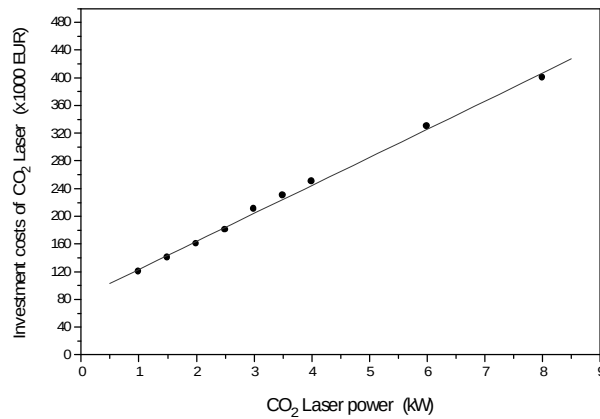


Fig. 1. Investment costs of CO₂ lasers

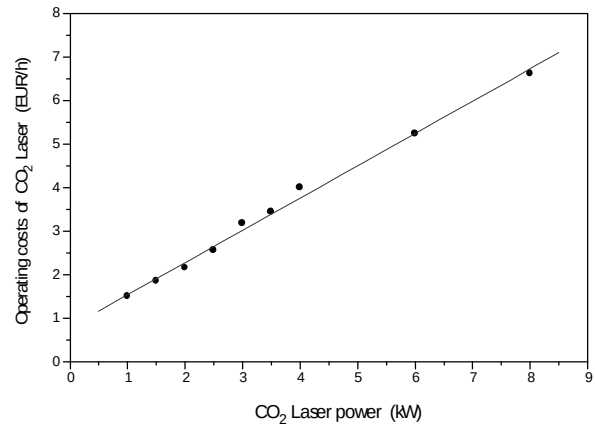


Fig. 2. Operating costs of CO₂ lasers

The hourly operating costs include electricity input to the laser, laser gas (helium, nitrogen, carbon dioxide mixture), cooling water, windows for CO₂ lasers. Labor costs are a function of the automated process. Operating costs are typically 6-10 EUR/hour. Optical components in the laser tend to deteriorate with time and use, and are usually replaced every 9-12 months at a cost of about 1 500 EUR. Maintenance is usually performed by the system operators, who clean and align optical components and service and vacuum CNC and electronic systems. Depending on the model of CO₂ laser used, the structure of operating costs can vary considerably. In addition to the electricity costs for the laser and chiller, the costs for the wearing optical elements, such as mirrors and output windows have to be taken into account for all types of CO₂ lasers. To ensure reliability of the laser, regular maintenance is required and this also has an impact on maintenance costs. Depending on the type and design of the laser, considerable costs can be incurred for CO₂ lasers on account of their gas consumption. The following gas prices were taken as the basis for calculating the laser gas costs: He: 16 EUR/m³, N₂: 6 EUR/ m³, CO₂: 9.5 EUR/ m³. 24-hour gas exchange cycles were assumed. A price of 0.105 EUR/kWh was used for the electricity costs. Typical operating costs of CO₂ lasers versus laser power are shown in figure 2.

Mathematical model for determination costs

Machining costs for a laser cutting machine can be calculated in exactly the same way as for conventional machine tools, i.e. based on investment, operating and personnel costs. Investment, operating and personnel costs are part of machining costs on an hourly basis. They can be determined by equation:

$$C = C_d + C_v + C_p \quad (1)$$

Where C (EUR/h) – machining costs, C_d (EUR/h) – investment costs, C_v (EUR/h) – operating costs, C_p (EUR/h) – personnel costs.

Investment costs are related to depreciation period of laser cutting machine.

Investment costs can calculate by equation:

$$C_d = \frac{I}{D \cdot L_a} \quad (2)$$

Where I (EUR) – investment costs of laser cutting machine, D (year) – depreciation period, L_a (h/year) – machine utilization.

The calculation for operating costs is specific to the process. All processes are electrically driven, but each process uses a different kind of cutting source and parameters, so consumption is connected with these process parameters and their settings. Operating costs

comprise costs of: electrical energy consumption, laser gas consumption, maintenance of machine, assist gas consumption, cooling-water consumption, and labor of personnel:

$$C_v = C_e + C_{lg} + C_m + C_{ag} + C_{H_2O} + C_p \quad (3)$$

Where, C_e (EUR/h) – costs of electrical energy, C_{lg} (EUR/h) – costs of laser gas, C_m (EUR/h) – maintenance costs, C_{ag} (EUR/h) – costs of assist gas, C_{H_2O} (EUR/h) – costs of cooling water, C_p (EUR/h) – personnel costs.

Machining costs of CO₂ laser cutting, according equations (1), (2) and (3) can be done by equation in form:

$$C = \frac{I}{D \cdot L_a} + c_e \cdot E + c_{He} \cdot Q_{He} + c_{CO_2} \cdot Q_{CO_2} + c_{N_2} \cdot Q_{N_2} + \frac{M}{L_a} + c_{ag} \cdot Q_{ag} + c_{H_2O} \cdot Q_{H_2O} + C_p \quad (4)$$

Where c_e (EUR/kWh) – unit cost of electric energy, E (kW) – electric power consumption, c_{He} (EUR/m³) – unit cost of helium, Q_{He} (m³/h) – helium consumption, c_{CO_2} (EUR/m³) – unit cost of carbon dioxide, Q_{CO_2} (m³/h) – carbon dioxide consumption, c_{N_2} (EUR/m³) – unit cost of nitrogen, Q_{N_2} (m³/h) – nitrogen consumption, M (EUR/year) – maintenance costs per year, L_a (h/year) – machine utilization, c_{ag} (EUR/m³) – unit cost of assist gas, Q_{ag} (m³/h) – assist gas consumption, c_{H_2O} (EUR/m³) – unit cost of water, Q_{H_2O} (m³/h) – water consumption, C_p (EUR/h) – personnel costs.

Table 1 show cost calculation example of CO₂ laser cutting by machine TLS-1A, "Optical technologies", Plovdiv, Bulgaria, with laser "Hebar 1A" and two axes numerical control "ZIT500M". The technical characteristics of the CO₂ laser are: radiation wavelength 10.6 μm, zone of the continual laser power regulation 0.2÷1.3 kW, continual work regime, beam divergence less than 4 mrad, mode TEM₀₀, circular polarization. The optimal laser power is 0.8 kW. The focusing system lens is of 28 mm in diameter and of focal distance 125 mm. The nozzle con opening is 1.6 mm. Depreciation period of machine is 7 years, and machine utilization is 2000 hours per year.

CONCLUSION

Knowledge of investment and operating costs is basis for investment in laser cutting machine. For different laser cutting machines typical investment costs and operating costs depend from laser beam sources and important system components. The high investment and operating costs, compared to conventional methods, must be justified according to economic criteria with corresponding financial advantages. In general, it can be said that the investment costs for CO₂ laser cutting machines are still lower for comparable applications.

Table 1. Cost calculation example of CO₂ laser cutting

Elements of costs	Laser oxygen cutting
Investment costs of laser cutting machine	I=120 000 EUR
Depreciation period	D=7 years
Machine utilization	L _a =2000 h/year
Investment costs	$C_d = \frac{I}{D \cdot L_a} = 8.57 \text{ EUR / h}$
Electrical power consumption	E=35kW
Unit cost of electrical energy	c _e =0.105EUR/kWh

Costs of electrical energy	$C_e = c_e \cdot E = 3.675 \text{ EUR / h}$
Helium consumption	$Q_{\text{He}} = 0.085 \text{ m}^3/\text{h}$
Unit cost of helium	$c_{\text{He}} = 16 \text{ EUR/m}^3$
Costs of helium	$C_{\text{He}} = c_{\text{He}} \cdot Q_{\text{He}} = 1.36 \text{ EUR / h}$
Carbon-dioxide consumption	$Q_{\text{CO}_2} = 0.005 \text{ m}^3/\text{h}$
Unit cost of carbon dioxide	$c_{\text{CO}_2} = 9.5 \text{ EUR/m}^3$
Costs of carbon dioxide	$C_{\text{CO}_2} = c_{\text{CO}_2} \cdot Q_{\text{CO}_2} = 0.0475 \text{ EUR / h}$
Nitrogen consumption	$Q_{\text{N}_2} = 0.027 \text{ m}^3/\text{h}$
Unit cost of nitrogen	$c_{\text{N}_2} = 6 \text{ EUR/m}^3$
Costs of nitrogen	$C_{\text{N}_2} = c_{\text{N}_2} \cdot Q_{\text{N}_2} = 0.162 \text{ EUR / h}$
Maintenance costs per year	$M = 6000 \text{ EUR/year}$
Maintenance costs	$C_m = \frac{M}{L_a} = 3 \text{ EUR / h}$
Assist gas consumption	$Q_{\text{O}_2} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$
Unit cost of assist gas	$c_{\text{O}_2} = 1.2 \text{ EUR/m}^3$
Costs of assist gas	$C_{\text{O}_2} = c_{\text{O}_2} \cdot Q_{\text{O}_2} = 6 \text{ EUR / h}$
Cooling water consumption	$Q_{\text{H}_2\text{O}} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$
Unit cost of water	$c_{\text{H}_2\text{O}} = 0.5 \text{ EUR/m}^3$
Costs of water	$C_{\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot Q_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \text{ EUR / h}$
Personnel costs	5 EUR/h
Machining costs	29.81 EUR/h

References: 1. Introduction to industrial laser materials processing, Rofin Sinar Laser, 2000, 2. Radovanovic M., Some aspects of CO₂ laser cutting, International scientific conference "UNITECH'01", Gabrovo, Bulgaria, 2001, pp. 99-104, 3. Radovanovic M., Laser cutting cost considerations, International scientific conference "UNITECH'02", Gabrovo, Bulgaria, 2002, pp. 362-366, 4. Radovanovic M., Organizations and manufacturers in field of laser, Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Vol. 46, Sofia, Bulgaria, 2003, pp.191-195, 5. Radovanovic M., Market and development's trend of laser cutting systems, 4th International conference "RaDMI 2004", Zlatibor, Serbia and Montenegro, 2004, pp. 53-60, 6. Radovanović M., Economic aspects of CO₂ laser cutting, International scientific conference "UNITECH'05", Gabrovo, Bulgaria, 2005, pp. II-199-204, 7. Kramar D., Junkar M., The Development of a software tool for the selection of contour-cutting processes, Journal of Mechanical Engineering 49 (2003) 6, pp. 346-365, 8. Kramar D., Junkar M., Laser and Abrasive Waterjet Cutting Economics, International Sheet Metal Review, 2, pp. 38-41

STUDIES CONCERNING THE OPTIMIZED BLADES SHAPES OF FINISHING FRONTAL MILLING MACHINES

Raveica I.C., Gherghel M. (University of Bacau, Romania)

In this study are presented the main perfecting criterions for the frontal finishing milling and are analyzed different shapes of tool's edges destined for this purpose. The view was on Kolesov edges made up from segments straight edges-curve-edge and their combinations. The

conclusion inferred from this analyze, directed us to the idea of a new shape for the edges for finishing, favorable both from edges strength and technologically points of view

1. Introduction

The blade shape of the finishing frontal milling machines was the topic of many studies and researches in order to be optimized, according to the required optimization criteria.

Taking into account the quality and precision requirements for the machined surfaces, as well as the particularities of the milling operation, many criteria may be observed. Of these, according to the order established by the method of "imposed decision", and from the value analysis and value engineering [2], the most important are:

- The quality and precision of the machined surfaces
- The weariness resistance (effective durability) of the tool
- The dynamics of forces and moments
- The productivity of the machining
- The spot on the blade that first touches the half-finished material
- The resistance and rigidity of the blade
- The technology of the splintering tool
- The cost

The classical shape of the finishing blade, deduced from the calculus relations for the height of the remaining section of the splinter, is the Rivkin-Kolesov blade / fig 1 .a/, with nuli advance angle, and with length exceeding by 10% the value of the advance.

Theoretically, this blade should lead to zero height of the asperities, but in practice, this is not accomplished, due to the complex of phenomena that accompany the chip removing process (vibration, plastic deformation, etc.) However, with respect to the first optimization criteria, the Kolesov blade (wiping blade) remains an essential solution in the structure of any finishing splintering tool, whether in the original shape, or subject to some modification, in order to be optimized with respect to the other optimization criteria. This type of blade is still used by many tool producers.

In this idea, here are some examples. So, fig. 1 b exhibits a square plate with one facet. By its position in the milling machine, this plate acts as wiping blade, and the coupling radi-uses r increase the resistance and heat exhaust of the blade, by increasing the tooth weight [8].

The decreasing of the average angle of adjustment, with a view to reducing the unit energy load, increasing the heat exhaust and the blade resistance, without abnormally intensifying the forces and favoring the vibration, led to the splintering blade with multiple edges.

Figure 1 .c. exhibits two blades with auxiliary edge, wiping and secondary [8].

Continuing the optimization research for the purpose of reducing the unit energy load, increasing the heat exhaust and the mechanical resistance of the tool tip, the solution of blade with multiple auxiliary edges was found (fig. 1 .d.).

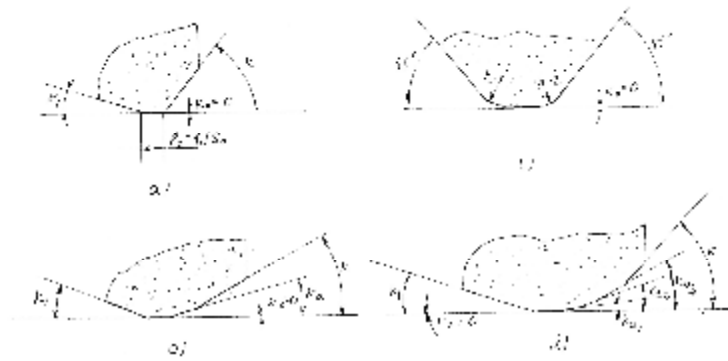


Fig. 1.

The critical analysis of the results obtained after the optimization of the frontal milling process, using Kolesov type blades, indicates some deficiencies, of which the most significant are:

- The wiping blade does not completely fulfill its task in case of an inadequate slant of the milling machine shaft, causing the "saw - tooth" profile (fig. 2.a.).
- The blade intersections increase the complexity of the splint, which also increase the splintering specific efforts, with negative impact on the tool durability and energy consumption of the machine tool
- The blade intersections are effort concentrators, which reduce the blade resistance and the tool durability. The constructive technology is more difficult, due to the presence of many active surfaces.

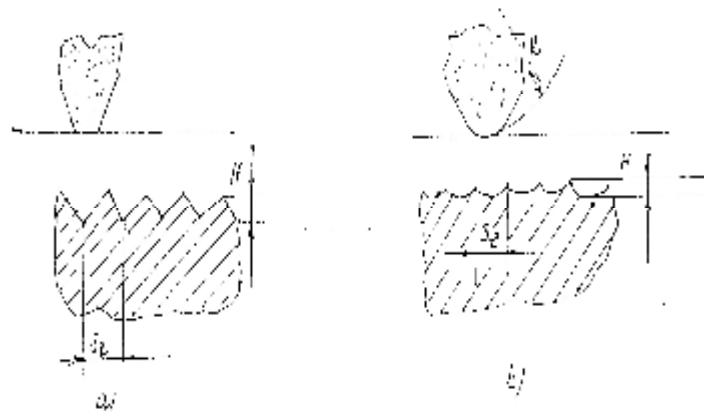


Fig. 2

In order to eliminate these drawbacks, new solutions were searched and found. In principle, the rectilinear portions of the blade are combined with curvilinear portions. So, in order to eliminate the effect of the inadequate slant of the milling machine shaft, the Wiper company IU created the curvilinear wiping blade (fig. 3.a.b.), with a radius of 500 mm, respectively 50 mm, the latter - for better behavior under vibration.

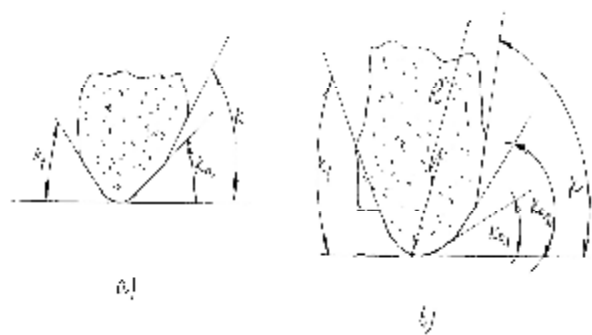


Fig. 3

In case of using these blades, the roughness profil e of the milled surface is exhibited in fig. 2.b. For another solution of milling machine with curvilinear wiping blade (fig. 4.a.), [6], at least one edge (3) is convex curvilinear in axial plane, waved, with convex and concave portions in frontal plane, and has a certain protuberance (plane II) with respect to the other rectilinear blades (2), located in plane I. This leads to better conditions of blade penetration into the material and of the machined surface roughness. Also interesting is the blade shape of the frontal milling machine in fig. 4.b. [3], equipped with two rows of plates (2) and (3), placed on different radiuses. The splintering plates (2) on placed on larger radiuses have equally long rectilinear blades, and the angles of advancement K_1 and K_2 , in the relation $K_2 = 3K_1$. The splintering plates (3) have curvilinear edges of radius $r = 1500 \dots 3000$ mm, separated by a clearance. This milling machine is suggested for the finishing milling of the low rigidity pieces.

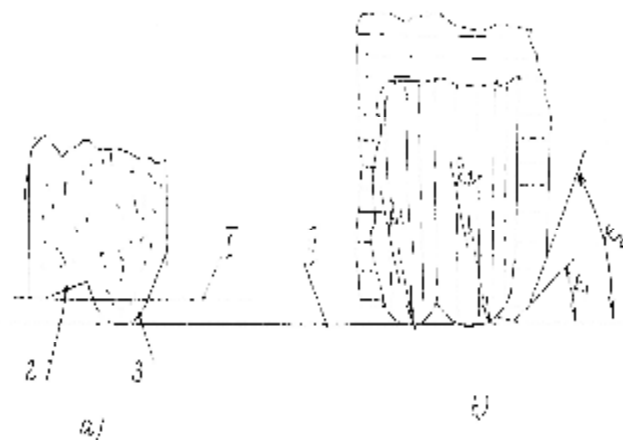


Fig. 4

Synthesizing the contributions of the curvilinear forms to the optimization of the frontal milling machine blades, the following conclusions may be drawn:

- The curvilinear wiping blade allows reducing the precision requirements regarding the position of the milling shaft comparing to the machined surface
- The durability of the curvilinear blade is superior to the Kolesov type blades, by avoiding the angular intersections, which are points of maximal unit energy load and minimal mechanical resistance
- The curvilinear blades allow the favorable modification of the blade penetration into the material, by moving the initial contact spot towards the interior of the splinter clear-

ance side, and simultaneously increase the time interval for taking over the shock effect of engaging the tooth into the material.

- The curvilinear blades increase the splintering capability and work productivity by intensifying the splintering conditions

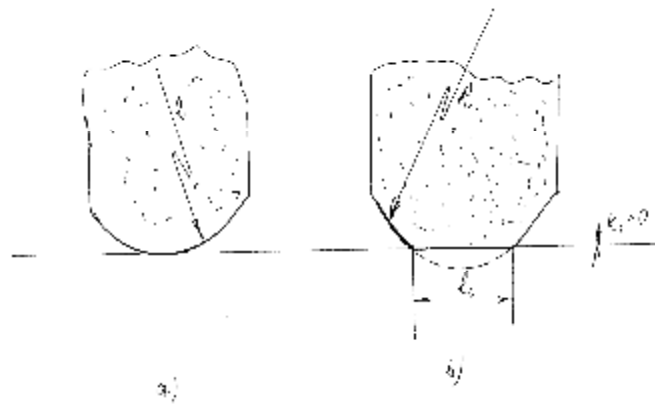


Fig. 5

The use of appropriate technology allows obtaining such blades under economical conditions. The analysis of the advantages and disadvantages of the above discussed blade shapes, and some personal experiments [4], [5], led to the conclusion of using either a curvilinear blade with fixed radius, or a facet curvilinear blade / fig.5.a.b./, which combines the advantages of the Kolesov-type blades and of the curvilinear blades.

Of course, depending on the blade material, the half-finished material, the specific machine tool and the other work conditions, the curvature radius and the wiping facet size will be calculated.

References: 1. Belous, V., (1971), Synthesis of Splintering Tools, Ed. Junimea, Iași. 2. Crum, L. W., (1976) Value Engineering, Ed. Tehnica, Bucharest. 3. Drebel, E., et al., Frontal Milling Machine, Patent RDG, no. 261984/1988. 4. Gherghel, M., et al. (1981) Comments on Geometry of Tools for Fine Milling of Cast Iron Guiding Devices. Studies and Researches, Bacău. 5. Gherghel, M., Cristea (1994) Research for Optimizing the Blade Shape of the Finishing Frontal Milling Machines, Romanian Academy, Iași branch. 6. Rothamel, R., et al Frontal Cylindrical Milling Machine, Patent RDG, no, 264172/1989. 7. *** Etats des surfaces en fraisage en carbure, Machine Outil prod, Jan. 1985. 8. *** Rotating Tools and Inserts, Sandvik-Coromant Catalogue, C 1100:3/1991.

RESEARCH CONCERNING THE TECHNICAL SYSTEM' S PERFORMANCES AND STABILITY IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Grigore Rosnițche (Military Technical Academy, Bucharest, Romania)

This paper deals with aspects regarding uncertainty when studying any automatic system, as well as the way to assess the system's performances and stability in conditions of uncertainty.

Introduction

The actual systems are characterized by various types of uncertainties. Thus, the mathematical models and the parameters of systems are only approximated because of their

variation during the functioning; moreover, the input values are unknown, which also leads to indefiniteness in evaluating the output values. Hence, we can say that nothing is precisely known when studying any system's dynamics.

Therefore, there are several types of structural uncertainties, corresponding to the typical structures of systems:

- parametrical uncertainties;
- uncertainties in *the input-output* description (IO), that is uncertainties in the transfer function;
- uncertainties in *the input-status-output* (ISO) description, that is uncertainties due to differential and finite differences equations;
- uncertainties of *non-modeled dynamics*, encountered at high frequencies.

The parametric uncertainties may occur in all other forms; this is also possible that all types display uncertainties in assessing the input and output measurements.

The representation of uncertainties is usually done in a specific form. In this respect, *the linear fractional transformations* (LFT) and the signal transfer equations are used in systems theory.

Elements of robust analyses of automatic technical systems

Studying any automatic technical system, with or without uncertainties, means the system's analysis and synthesis. *Robust analysis* is intended to determine the system's performances and stability in conditions of uncertainty.

We are presenting below the main elements of **Kharitonov theorem**, increasingly used in the automatic systems' robust analysis.

With this purpose, we are considering a continuous n-order SISO (*Single Input Single Output*) system, described by the following IO equation:

$$\begin{aligned} a_n \frac{dy^{(n)}(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{dy^{(n-1)}(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = \\ = b_m \frac{du^{(m)}(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{du^{(m-1)}(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_2 u''(t) + b_1 u'(t) + b_0 u(t) \end{aligned} \quad (1)$$

where the coefficients a_i and b_j are time-variable, that is the coefficients vary within certain limits (between the minimum indexed "m" and the maximum indexed "p"):

$$a_j \in [a_{im}; a_{ip}]; b_j \in [b_{im}; b_{ip}]; i = 0 \div n, j = 0 \div m \quad (2)$$

In this context, we can say that the system (2) is **unstationary** (with variable coefficients). In order for system (2) to be stable, it is necessary (though not sufficient) that all coefficients a_i be strictly positive.

Using coefficients a_i and following the below mentioned rules, we can build 4 *Kharitonov polynomials* with constant and positive coefficients:

$$\text{"p-p-m-m" alternations: } A_1(s) = a_{0p} + a_{1p}s + a_{2m}s^2 + a_{3m}s^3 + a_{4p}s^4 + a_{5p}s^5 + K \quad (3)$$

$$\text{"m-m-p-p" alternations: } A_2(s) = a_{0m} + a_{1m}s + a_{2p}s^2 + a_{3p}s^3 + a_{4m}s^4 + a_{5m}s^5 + K \quad (4)$$

$$\text{"m-p-p-m" alternations: } A_3(s) = a_{0m} + a_{1p}s + a_{2p}s^2 + a_{3m}s^3 + a_{4m}s^4 + a_{5p}s^5 + K \quad (5)$$

$$- "p-m-m-p" \text{ alternations: } A_4(s) = a_{0p} + a_{1m}s + a_{2m}s^2 + a_{3p}s^3 + a_{4p}s^4 + a_{5m}s^5 + K \quad (6)$$

Similarly, using coefficients b_j and following the same rules, we *build 4 Kharitonov polynomials* with constant (though not necessarily positive) coefficients:

$$- "p-p-m-m" \text{ alternations: } B_1(s) = b_{0p} + b_{1p}s + b_{2m}s^2 + b_{3m}s^3 + b_{4p}s^4 + b_{5p}s^5 + K \quad (7)$$

$$- "m-m-p-p" \text{ alternations: } B_2(s) = b_{0m} + b_{1m}s + b_{2p}s^2 + b_{3p}s^3 + b_{4m}s^4 + b_{5m}s^5 + K \quad (8)$$

$$- "m-p-p-m" \text{ alternations: } B_3(s) = b_{0m} + b_{1p}s + b_{2p}s^2 + b_{3m}s^3 + b_{4m}s^4 + b_{5p}s^5 + K \quad (9)$$

$$- "p-m-m-p" \text{ alternations: } B_4(s) = b_{0p} + b_{1m}s + b_{2m}s^2 + b_{3p}s^3 + b_{4p}s^4 + b_{5m}s^5 + K \quad (10)$$

We can build now 16 transfer functions using the 8 polynomials:

$$W_{ij}(s) = \frac{B_j(s)}{A_i(s)}; \quad j = 1 \div 4; \quad i = 1 \div 4 \quad (11)$$

Kharitonov Theorem allows the study of system's stability and the estimation of its performance, by means of the polynomials and transfer functions which were previously presented, similarly to the stationary systems:

- a system has **robust stability** if all roots of the characteristic equations $A_i=0$ are real and negative or / and complexly conjugated with negative real parts. In other words, a system is characterized by robust stability if all poles of transfer functions $W_{ij}(s)$ are located in the left complex half-plane of variable s .

- performance of the nonstationary system are determined by taking into account all characteristic polynomials A_i and all transfer functions $W_{ij}(s)$ and by choosing the most disadvantageous values (e.g. maximum value for the system's response time, minimum value for the amplitude / phase reserve of stability). If all performances satisfy the requirements, we may say that the system offers **robustness of performance** in conditions of uncertainty.

In the case of uncertainty systems we obtain families of curves (also enveloping curves) of the transitory processes (in terms of time), as well as Nyquist, Bode and Nichols diagrams' (in terms of frequency).

For the study of stability one may apply the criteria for stationary systems (algebraic, matrices, frequency). For instance, *Nyquist criterion* is expressed as in *case1*: a system with unit negative feedback, which is stable in open status will be stable in closed status if the Nyquist *envelope* doesn't make a clockwise round about the critical point $C(-1;0)$.

Exemple

Study of stability and performance of a SISO system with unit negative feedback, described in open status by the differential equation:

$$a_3 y'''(t) + a_2 y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_1 u'(t) + b_0 u(t) \quad (12)$$

where the coefficients vary within the following ranges:

$$a_3 \in [2;3]; a_2 \in [5;6]; a_1 \in [5;8]; a_0 \in [4;5]; b_1 \in [3;6]; b_0 \in [8;11] \quad (13)$$

It is noticeable that:

$$a_{3m} = 2; a_{3p} = 3; a_{2m} = 5; a_{2p} = 6; a_{1m} = 5; a_{1p} = 8; a_{0m} = 4; a_{0p} = 5 \quad (14)$$

and also:

$$b_{1m} = 3; b_{1p} = 6; b_{0m} = 8; b_{0p} = 11 \quad (15)$$

Using Matlab we are presenting the 16 curves of the Nyquist diagram in figure 1, corresponding to the 16 transfer functions. Curves 1, 2 and 3 mark the Nyquist envelope for positive frequencies.

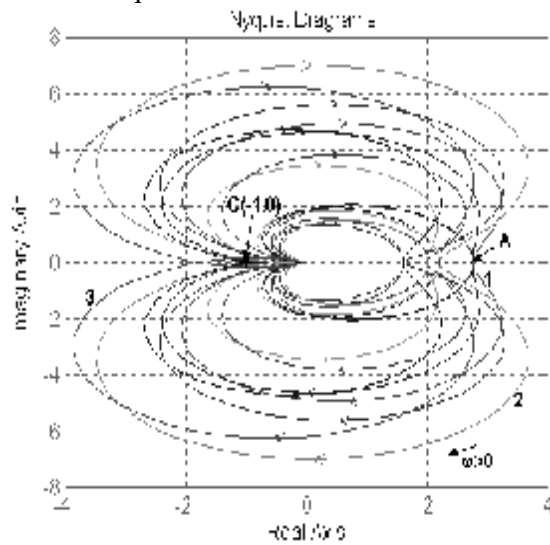


Fig.1

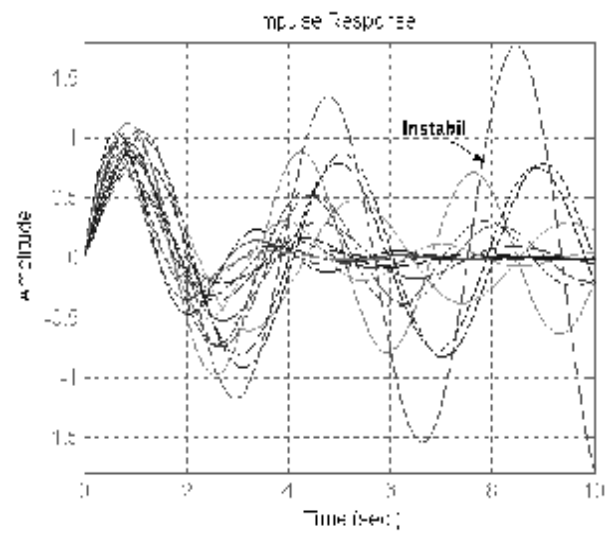


Fig.2

The origin of curves is point A. The diagram also plots critical point C(-1;0). From the diagram we can infer that the pair ($A_4 - B_4$) of polynomials leads to instability. The above mentioned instability can also be noticed from the system's response, shown in figure 2.

Figure 3 presents Bode diagrams, while figure 4 plots corresponding Nichols diagrams. The last graph also shows the unstable solution, that is the one which surrounds the point (-180;0).

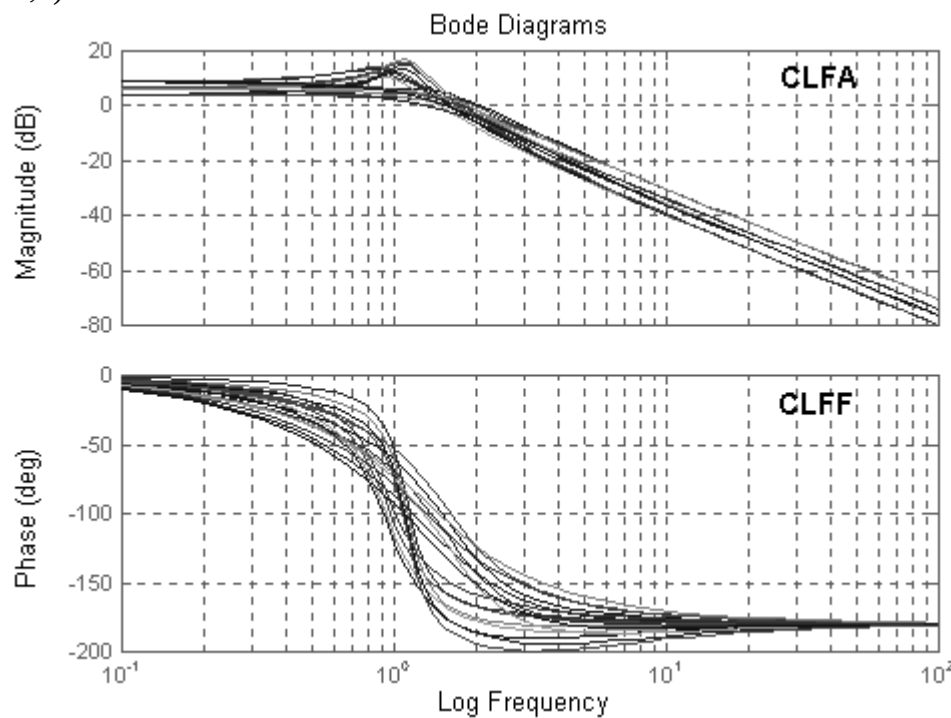


Fig.3

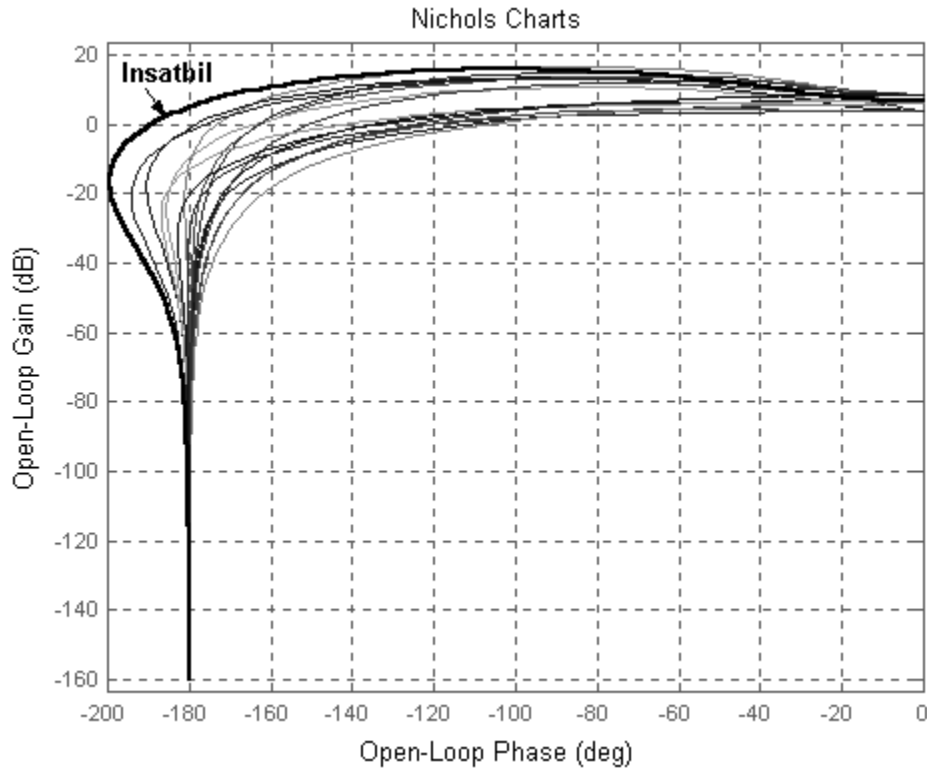


Fig.4

Conclusions

Because of the variation of automatic systems' parameters in real time or / and during the functioning, it is necessary to perform the system' robust analysis. This analysis is also necessary because the parameter values adopted in design or in research are more or less realistic.

Robust analysis deals with uncertainty, this concept requiring a specific method, that is the use of linear fractional transformations.

Robust analysis also verifies the robustness of performance in conditions of uncertainty. If requirements of robustness of performance and stability are imposed, then the robust analysis and synthesis have to offer the corresponding range of variation for the horizontal and vertical parameters of the stabilizer.

Robust analysis and synthesis are currently among the most discussed problems, not only in terms of theory, but also respect to specialized software applications.

References: 1. Copae, I. Theory of Automatic Adjustment Applied to Military Vehicles. Nonlinear automatic systems. Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1998. 2. Rosniște, G. Contributions to Studies on the Working of Armament Stabilizer in Military Vehivles. Ph.D. thesis, Bucharest, 2001. 4. Quinquis, A; Șerbănescu, Al; Rădoi, E. Signaux et systemes. Applications sous Matlab. Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1998.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE ANALYSIS OF THE ASYMMETRIC PROCESS OF ROLLING TWO-LAYER ST3S+0H18N12NB PLATES

Rydz D. , Dyja H., Łabuda E., Stradomski G. (Technical University of Częstochowa
Faculty of Materials Processing Technology and Applied Physics POLAND)

Computer modelling of the asymmetric process of rolling two-layer plates of St3S+0H18N12Nb (steels according to the Polish standard) has carried out within the present study. Model examination was carried out in the Forge 2D program that uses the finite-element method for its computation. Computer simulations were performed for a relative rolling reduction of 10, 20 and 30%.

1. Introduction

One of the methods of reducing costs associated with the production of flat rolled products of enhanced properties is the use of multi-layer materials. The technology of production of two-layer plates comprises [1÷5]: obtaining a two-layer semi-product and then its rolling. Rolling of bimetallic plates offers a capability of obtaining clad materials of smaller thicknesses than are possible to be obtained through the direct methods of their joining. The key engineering problem in the rolling of bimetallic plates is the correct prediction of the deformations of particular layers and the magnitude of band curvature. The study proposes introducing the asymmetry of the peripheral speed of working rolls with a view to obtaining a straight band.

2. Selection of materials and the scope of duties

For the analysis, a two-layer band was used, which was composed of St3S and 0H18N12Nb. The base layer, or the soft layer (of a lower deformation resistance) was steel St3S, while the cladding layer, or the hard layer (of a higher deformation resistance) was steel 0H18N12Nb. The cladding layer is applied in the chemical and pharmaceutical industries for acid tanks, distillation pots, heat exchangers [1]. The two-layer band for numerical examination was obtained by the explosive welding method. Chemical composition of the steels tested is given in Table 1.

Table 1. Chemical composition of tested steels

Layer	Chemical composition [%]									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Nb	Cu	Mo
St3S	0,20	0,15	1,2	0,045	0,045	0,30	0,30	-	0,30	-
0H18N12Nb	0,08	0,8	2,0	0.045	0,03	17÷19	10÷13	1,1	-	1,5÷2,5

The friction forces in the rolling process were modelled based on the solution given by Tresca [7] and determined from the relationship below:

$$t = -m \frac{s_0}{\sqrt{3}} \frac{\Delta V}{\Delta v} \quad (1)$$

where:

- t – vector of unit friction forces,
- s_0 – base yield stress,,
- DV/Dv – parameter describing the metal slip on the roll (DV – peripheral speed of the roll for a given time step, Dv – velocity of metal slip on the surface of contact with the tool)
- m – friction factor,

To perform computer examination, it was assumed that the value of the friction factor would be equal to $m = 0.4$ [3]. Thus, the magnitude of friction force was made dependent on the value of temperature of a particular layer and speed velocity and on the magnitude of yield stress.

The parameters of the work-hardening curves for the pair of steels under consideration were determined from Arrhenius equation [6]:

$$K(T, \bar{\epsilon}) = K_0 \cdot (\bar{\epsilon} + \bar{\epsilon}_0)^n \cdot e^{-bT} \quad (2)$$

where:

- ϵ_0 – vector of deformation adjusted for successive steps,
- $\bar{\epsilon}$ – vector of the total deformation, K_0, n, β – work-hardening curve parameters

The ratio of the peripheral speeds of the upper roll to the lower roll, or of the upper roll diameter to the lower roll diameter is considered the measure of asymmetry [1, 3]:

3. Examination results and their analysis

Figures 1÷3 show the dependence of the bimetallic band curvature $1/r$ on the relative deformation ϵ and the asymmetry ratio a_v . the graphs of relationships have been plotted based on the numerical data obtained for the asymmetric process of rolling two-layer plates.

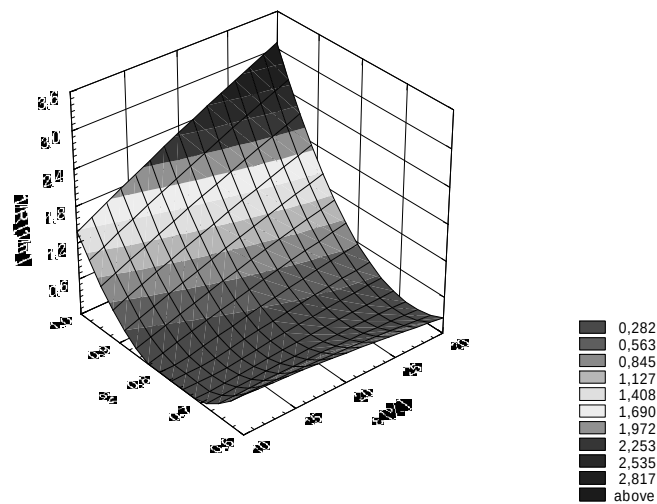


Fig. 1. Effect of the magnitude of relative rolling reduction and the value of working rolls rotational asymmetry ratio on the curvature of two-layer St3S+0H18N12Nb plate for $H_M/H_T=8/8$

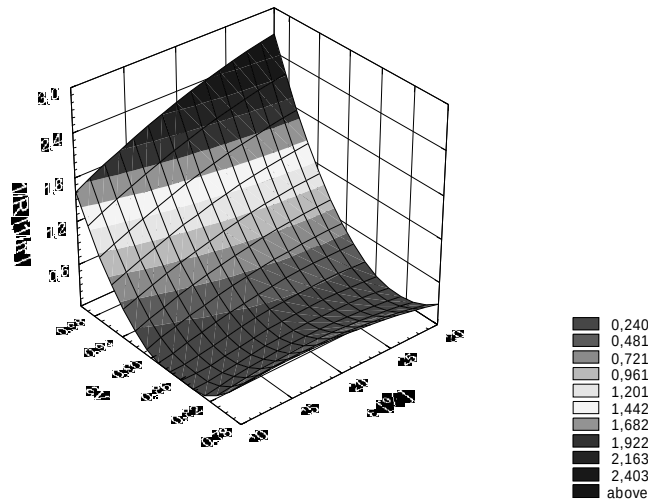


Fig. 2. Effect of the magnitude of relative rolling reduction and the value of working rolls rotational asymmetry ratio on the curvature of two-layer St3S+0H18N12Nb plate for $H_M/H_T=12/4$

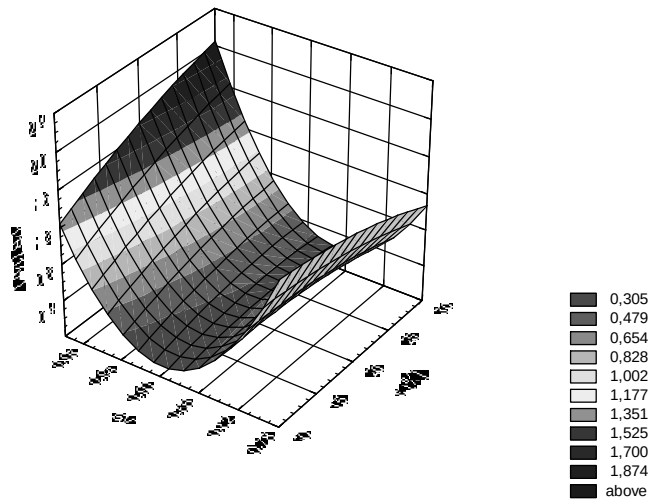


Fig. 3. Effect of the magnitude of relative rolling reduction and the value of working rolls rotational asymmetry ratio on the curvature of two-layer St3S+0H18N12Nb plate for $H_M/H_T=14/2$

The data shown in Figs. 1÷3 indicate that the asymmetry of working roll peripheral speeds, a_v , has a very large effect on the curvature of the bimetallic band exiting the roll gap. After introducing the asymmetry of working roll peripheral speeds, the curvature of the two-layer plate decreases to a minimum. As a result, it is possible to obtain a straight plate after the rolling process. After exceeding this minimum, the rolled bimetallic band starts to bend in the opposite direction. Therefore, the problem is to determine the optimal value of the asymmetry ratio, a_v . The model examination results presented in Figs. 1÷3 depict the range of optimal values of the asymmetry ratio, depending on the magnitude of relative rolling reduction. It can be observed from the presented examination results that with increasing magnitude of relative rolling reduction the curvature of the rolled bimetallic band after the rolling process

increases. Therefore, in order to obtain a straight two-layer plate, it is required to introduce a greater asymmetry of working roll peripheral speeds.

Making comparison of the relationships shown in Figs. 1÷3 it can be observed that if the thickness ratio of the hard layer to the soft layer in the two-layer band increases, the curvature of the band on exit from the roll gap increases. Thus, obtaining a straight band is possible after introducing a greater asymmetry of working roll peripheral speeds.

4. Summary and conclusions

The Forge 2D package applied to numerical computation enables computer simulations of the asymmetric process of rolling two-layer plates to be carried out [7]. On the basis of the analysis of numerical examination results performed in the study it can be stated that obtaining a straight two-layer plate after the rolling process is possible by introducing an asymmetry of working roll peripheral speeds. Whereas, the determination of the optimal value of asymmetry ratio requires many computer simulations to be carried out. The numerical examination results presented in the article allow one also to conclude that with increasing magnitude of relative rolling reduction the bimetallic band curvature $1/R$ increases, too.

The value of the bimetallic band curvature $1/R$ is also substantially influenced by the ratio of the thicknesses of layers making up the two-layer plate. On the basis of the theoretical examination results it can be concluded that the greater thickness ratio of the hard layer to the soft layer in a two-layer band, the greater curvature of the band upon its exit from the roll gap.

References: 1. Dyja H.: Symetryczny i asymetryczny proces walcowania dwuwarstwowych wyrobów płaskich, seria monografie nr 12, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1990. 2. Rydz D.: „Problemy numerycznego modelowania asymetrycznego procesu walcowania blach bimetalowych” Hutnik, Wiadomości Hutnicze, Listopad 2005, nr 11, s. 542-545. 3. Rydz D.: Optymalne warunki asymetrycznego walcowania blach bimetalowych, Politechnika Częstochowska, Praca doktorska, wrzesień 2001. 4. Rydz D.: The influence of asymmetry factor and Deformation on the relative flow rate of St3S+0H13J Bimetallic strip, April/June 2005, Metalurgija 44, no 2, p. 91-95. 5. Dyja H., Rydz D., Pilarczyk J. W., Krakowiak M.: Effect of asymmetric rolling on distribution of flow rate of bimetallic band, 1999, Scandinavian Journal of Metallurgy, no: 360. 6. Manual of programmes Forge 2/96, Transvalor S.A.

SOME ASPECTS CONCERNING THE PLASMA MICROETCHING

Slătineanu, L., Dodun, O., Coteață, M., Ilii, S.
(Technical University “Gh. Asachi” of Iași, Romania)

The plasma generated by the electrical discharge has sometimes such a temperature that it could be used for materials machining. The paper presents a modality to apply the plasma column for microetching. If the plasma column temperature exceeds the burning temperature of the insulating materials, the plasma column permits to perform inscriptions and designs on workpieces, as consequence of the concatenation of the burned zones.

1. Introduction

In the industrial practice, there are situations when some inscriptions or designs must be made on metallic or non-metallic parts. If the objects are metallic, the engraving could be performed by cutting (for example, by milling) or by plastic deformation (by stamping). Of course, there are also some non-traditional techniques that could be applied to transfer inscrip-

tions on metallic or non-metallic workpieces: by the use of the effects of the electrical discharge, by the electrochemical processes, by the removal of the material or by chemical reactions generated by the laser beam or by the electron beam, by the use of the ultrasounds etc.

In the laboratory of non-traditional manufacturing technologies from the Technical University “Gh. Asachi” of Iași (Romania), there are some equipments for the writing by the using of the electrical discharges (with this aim in view, we use an electrical pen; the discharges are initiated by the break-down of the contact between the electrode-tool and the workpiece) and, respectively, by electrochemical marking. All these equipments could be used in the case of metallic workpieces.

In the last time, we tried to study the possibilities to apply the engraving by means of the plasma generated by the electrical discharge; such a method could be used in the case of insulating materials.

2. Researches concerning the plasma microetching

Plasma is a state of matter similar to a gas, but it is characterized by a high level of dissociation and ionization; on the hole, it behaves as a neutral medium [7]. The plasma beam machining is based on the thermal or chemical effects generated on the contact zone between plasma and the accessible surface of the workpiece.

The equipment for the plasma microetching [3] is schematically represented in figure 1. We can see that the using of the equipment supposes to have a voltage supply of about 12 volts; with this aim in view, we used subsystem transformer – rectifier.

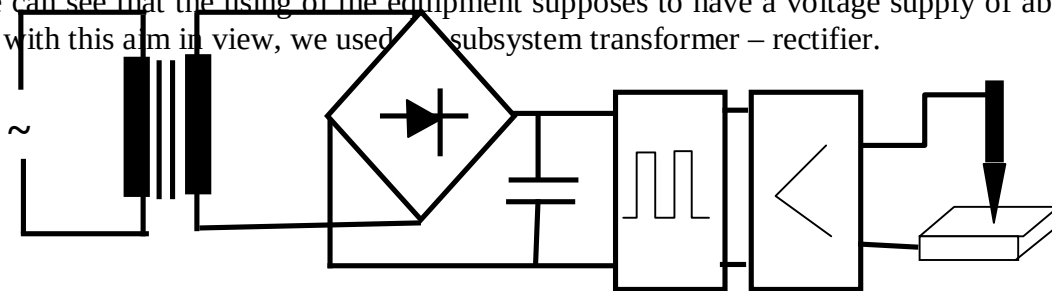


Fig. 1. Schematic of the plasma microetching equipment

The proper circuit of the plasma etching equipment includes the smoothing condenser, the signal generator and the voltage amplifier.

In such conditions, an alternative voltage of about seven thousands volts is applied between the metallic bar included in the pen and the basic plate. The characteristic of the electric oscillator ensures the high frequency (of about 30 kHz) of the electric signal.

The presence of the radio frequency signal facilitates the ignition of the electrical discharge; we know that when the electrons hit the surface layer of the electrode, the secondary electrons appears and the polarity change determines the acceleration of the electrons to the surface of the other electrode, where they generate also a secondary emission and so on. The conical shape of the metallic bar end ensures the increasing of the electrical field intensity.

The thin workpieces made of non-metallic materials (paper, textiles, plastics) must be placed on the metallic basic plate. For a small distance between the metallic bar and the basic plate, the thin plasma column appears; if the plasma temperature is high enough, the work-

piece material is burned and the zones affected by the burning could constitute an inscription or a design.

If we need to perform an inscription only on the superior surface of the workpiece, initially we must use the metallic needle, connected to the signal generator, to initiate the electrical discharge between the conical end of the bar and the needle; this electrical discharge determine the burning of the surface layer of the insulating material. Thus, a zone including carbon is created on the workpiece surface; this zone is used afterwards (as conductive channel), to manually continue the engraving.

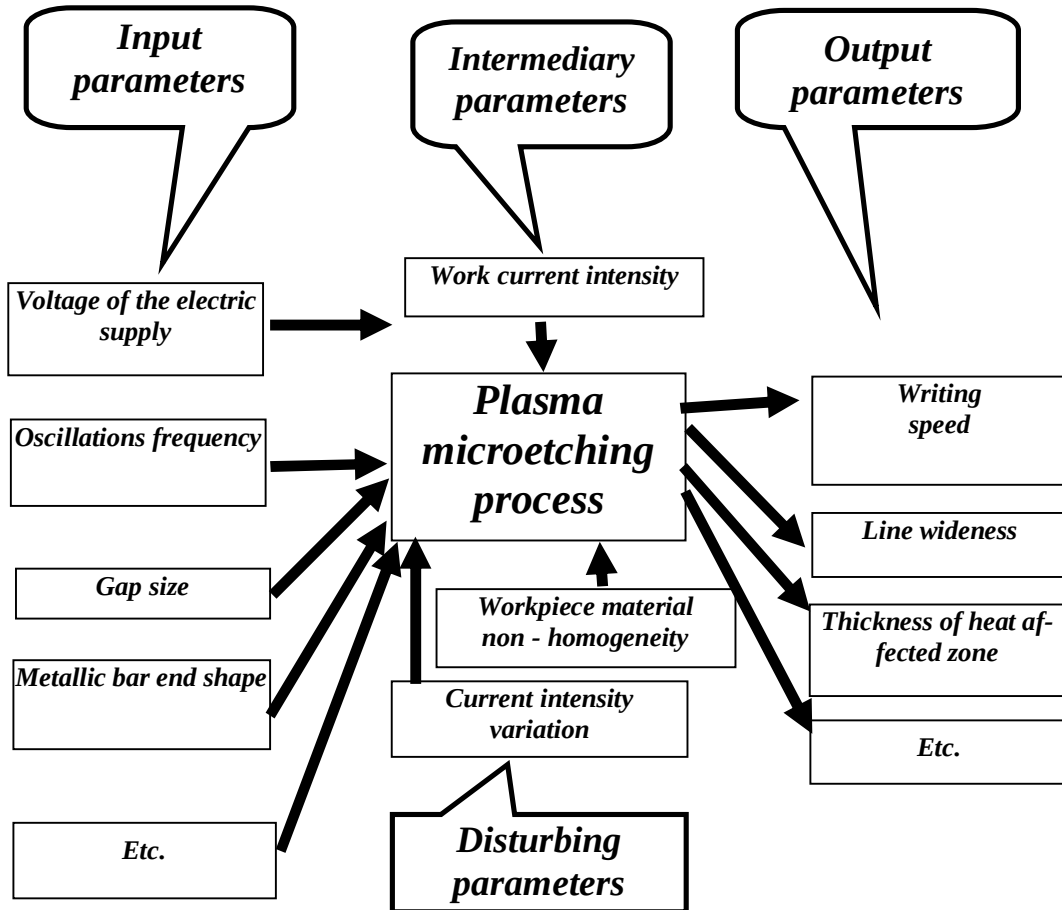


Fig. 2. Systemic approach of the plasma microetching

3. Systematic approach of the plasma microetching method

As *output factors* (fig. 2) of the plasma microetching process, we can consider the writing speed, the line wideness traced by the plasma column, the thickness of the layer affected by the plasma action.

The main *input factors* are the following:

- the voltage of the electric supply (we suppose that this voltage could be modified in the interval 10-15 V);
- the oscillations frequency;
- the distance between the electrode and the basic plate;
- the top angle of the metallic bar end;
- the insulation properties of the workpiece material;

- the burning temperature of this material etc.

The work current intensity could be considered as *an intermediary factor*; the current intensity size is firstly the consequence of the electric supply voltage and it could exert a significant influence on the output factors.

Of course, the intensity of the electric current of plasma column could be also appreciated as an intermediate factor, because it depends on the distance between the metallic bar and the basic plate, on the insulation properties of the air and of the workpiece material etc.

The diameter ($2a$, fig. 3) of the plasma column is influenced by the voltage and by the shape of the metallic bar end; we appreciate that the conical shape of this bar end contributes to the obtaining of the thin plasma column.

4. Interaction of the plasma with the workpiece material

As we can see in figure 3, the thin plasma column appears between the conical end of the metallic bar and the basic plate, passing through the workpiece having a small thickness. If the temperature of the plasma column exceeds the burning temperature of the workpiece material, small quantities of the workpiece material are burned and the concatenation of the burned zones could constitute the inscription that we wanted to perform.

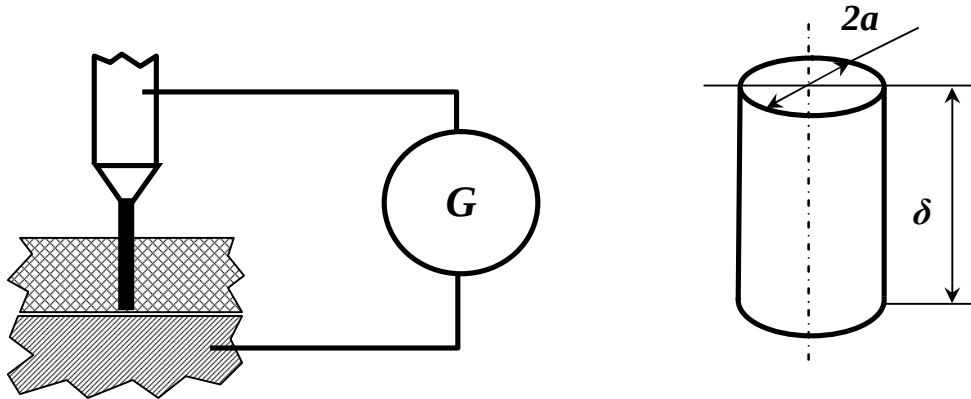


Fig. 3. The schema of plasma etching

We can notice that in the case of the electrical discharge, the Ohm's law is not valid [5]; indeed, the electron motion as consequence of the intense electric field increases the number of the collisions with the neutral atoms and thus it generates new electrical charge transporters.

To evaluate the electron temperature T_e , we can take into consideration the relation for the Debye length λ_D :

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{kT_e}{4\pi e^2 n_e}}, \quad (1)$$

where $k=1.38 \cdot 10^{-23}$ J/kg is the Boltzmann's constant, $e=1.638 \cdot 10^{-19}$ C is the charge on the electron and n_e is the number density of electrons. Thus, we can write:

$$T_e = \frac{4\pi e^2 n_e^2 \lambda_D^2}{k} \quad (2)$$

However, a disadvantage of the relation (2) is that the parameters of the electric current that generates the plasma column are not considered.

The temperature of the plasma column (the temperature of the ions and electrons) could be evaluated [4] by means of the Bennett's relation:

$$T = \frac{\mu_0}{16\pi k N} I^2 \quad (3)$$

where $\mu_0 = 1.256 \cdot 10^{-6}$ H/m is the vacuum permeability, N is the number of electrons per unit length along the axis of the plasma column and I is the total beam current (the intensity of the electric current in the plasma column).

This number N is given by the relation:

$$N = \pi a^2 n, \quad (4)$$

where a is the radius of the plasma column and n is the concentration of the charged particles (the electron number density) in plasma.

We could suppose $a = 0.1$ mm (as consequence of the practical observations), $n = 10^{16}$ particles/m³, and $I = 10^{-2}$ A.

In such a case, the temperature could reach the value $T = 576$ K. If we try to etch a paper workpiece, whose the burning temperature is $T_b = 506$ K [6], we remark that this temperature is exceeded by the plasma column temperature.

The experimental study showed that during the free burning, the electric discharge (the plasma column) can be thin near the end of the conical end of the metallic bar and it can be larger at the contact with the metallic basic plate. This means that the burned zone included in the workpiece could have a variable diameter; to avoid such a situation, new solutions to modify the plasma column shape must be found.

References: 1. Amitan, G.L., Baisupov, I.A., Baron, Iu. M. Spravocinik po elektricheskim i elektrofizicheskim metodam obrabotki. Moskva: Mashinostroenie, 1988. 2. Dobre, M., Nistor, R. Plasma physics (in Romanian). București: Universitatea "Politehnica", 1996. 3. Ianini, B. Electronic gadgets for the evil genius. New-York-Chicago-San Francisco: McGraw-Hill, 2004, pp. 171. 4. Luca, E., Ciubotaru, C., Zet, G. Păduraru, A. General physics (in Romanian). București: Editura Tehnică și Pedagogică, 1981. 5. Purcell, E. Physical course. Berkley. Electricity and magnetism (in Romanian). București: Editura Didactică și Pedagogică, 1982. 6. * * * Scales of Measurement Version 1.7. Available at <http://palimpsest.stanford.edu/misc/scales1.html>. Accessed: 10.05.2006. 7. Slătineanu, L., Nagîț, G., Dodun, O., Coteață, M. et al. Non-traditional manufacturing processes. Kishinev: Editura Tehnica – Info, 2004

CONSIDERATIONS REGARDING SUBMERSE ARCH WELDING (S.A.W.)

Sârbu I., Frîncu O., Sârbu M. Șt., Paraschiv Dr.
(Technical University "Gh. Asachi" Jassy, Romania)

The objective of this work is to make the construction of a portable machine to make linear welding with MIG / MAG (and submerged arch (SAW). It has the possibility to make welds in thinner and large materials. These dispositives can be used in the naval industry outside or inside the laboratory, and off course it can be used to make linear welding anywhere, the alimentation can be made by a 12V battery or 220v / 50Hz electricity source. Possibility of make long linear welding with perfection and non stopping, it has a balancing system that permits to make one step welding in larger material

1. Introduction. The welding process for arch submerged was developed practically at the same time in the USA and in U.R.S.S., during the thirties. The first patent and registered in 1935 in the USA, by Kennedy, Jones and Rodermann, and refers a welding process involving an arch electric, which and totally or partially submerged or hidden by a layer of granulated flow. In very little time this process was firmly implanted and it was used with currents of approximately 1000 A. In general terms, it can be said that the welding for arch submerged and an automatic process, in which the welded weld meeting and accomplished through simultaneous coalition of the boards of the materials to weld and one or more threads electrodes, which form the coalition bath jointly. This and totally covered by a granulated flow, which founds partially, forming her excoriates. The arch electric and, therefore, totally submerged by the granulated flow, which tern a function, in whole the process, similar to the covering of the covered electrodes.

One of the great advantages of this welding process results, the fact of the arch electric to be completely covered, what allows the use of high currents, without explosions or metal jumping of the metal exist in coalition, being avoided, simultaneously, the contact of the metal in coalition with the atmosphere. The high used currents originate strong penetrations, being also the high thermal income, due to the facto of great part of the arch to be below the surface of the foil to weld. Due the great used (usually 200 to 2000 A or superiors) currents the dilution and high.

Of pointing out that, assisting what the arch electric in welding for arch not submerged and visible, it is taken indispensable a rigorous adjustment of the welding parameters, before beginning the operation.

2. Foundations of the process. Begin operation of the welding for arch submerged

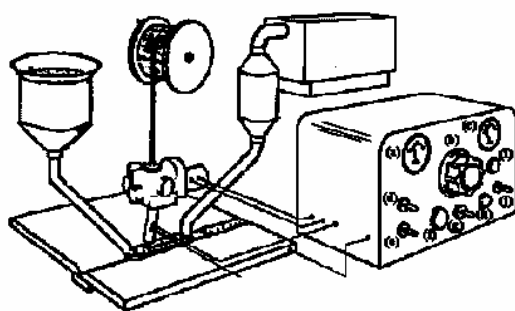


Fig. 1. Submerged arch welding principle.

meets cultured in Fig. 1. The necessary heat to the process and produced, partly, for effect of Joule due to passage of the electric current among the thread electrode, continually fed constituting the addition material, and sins it to weld, through a middle physical matter, constituted by the electro-driver flow.

Assisting the existence of an arch electric leaves of the necessary heat the coalition and naturally, also for it generated. We can say then that the generated heat and produced by the arch electric and for effect of Joule.

The amount, in weight, of granulated flow melted during the welding, and sensibly equal to the weight of the fid melted electrode. Melted flow constitutes her excoriates, which recovers the whole surface of the string of the welding. Underneath of the it excoriates melted, the melted metal presents a surface practically flat, characteristic of this process, due

to high amount of heat transmitted to the coalition bath, as well as the low cooling speed, in contact with it excoriates her.

The flow that no and melted during the welding, and recovered to be used again, being due, however, to be the careful of verifying if one don't find deteriorated. Of enhancing that, due their physical characteristics , is treated of a process in that if it turns necessary to foresee systems of flow support, whenever the welding position it's not down.

In short, it can be said that the general characteristics of this healthy welding process the following ones:

- Ø High income, given there not to be due losses metal jumping of melted metal the coalition bath and calm what allows the use of current densities in the thread high electrode (60 to 100A/mm²)

- Ø Great penetrations and dilutions, resultants of the high ones current densities used High coalition coefficients (of the order of 0.2 the 0.3g / Amin) The relatively great dimension of the coalition bath and the physical state of the flow (granulated) limits the use of this I process the welding to the bass, or then, if it be used in other positions, with resource to special assemblies

3. Parameters of the process. The correct selection of the welding parameters for a given thickness and weld meeting type have fundamental importance to avoid welding defects.

They are several the parameters or you varied, to have in bill in this welding process, namely:

- Ø *electrode polarity*
- Ø *current intensity*
- Ø *diameter of the electrode*
- Ø *voltage of the arch*
- Ø *welding speed*
- Ø *extremity free from the electrode - length of the electrode*
- Ø *measured between the point of electric contact*
- Ø *extremity (stick-out)*
- Ø *inclination of the electrode*
- Ø *thickness of the flow*

These varied determine the characteristics of the welding string, namely his/her dimension and form, penetration depth and, in certain conditions, certain effects metallurgists, such as the aptitude the fissure, porosity and chemical composition of the deposited metal.

The largest penetration and usually obtained with inverse (electrode +) polarity the one which and also that that better superficies aspect of the string originates, better form and smaller probability of porosity occurrence.

The direct polarity (electrode -) originates a faster coalition of the electrode (35% superior), but makes to reduce the penetration, given that the largest amount of heat and developed in the extremity of the electrode and not in the surface of the foil. For this reason, the polarity direct and frequently used whenever it intend to weld steels of weak welding, or when it is made superficial covering by welding. In both cases however the dilution should have been to smallest possible.

The consumption reason, flow / wire electrode, and smaller when the electrode is linked to the negative pole, for the league effect provoked by the flow and reduced in this case.

Modifying the polarity of the electrode, of the inverse polarity for direct, it can be necessary to increase the tension of the arch, for form to obtain a similar form of welding string.

Alternated current gives origin to an intermediate result among those that if you obtain with current continuous in direct polarity and inverse polarity. This current type and, however particularly useful when problems of magnetic blow exist and frequently used in welding by arch submerged in "tandem", so, whenever two electrodes are used, one behind the other, where the front electrode is used in current continues inverse polarity and the subsequent electrode used in alternated current.

4. Applications. The submerged arch welding has, nowadays, largest application in steel carbon welding and low league, although it is also applicable to stainless steel, aluminum and copper. It is a process used above all in down welding, with thickness superior to 6 mm, where the strings to accomplish have a great length and are rectilinear. Is possible the use in other positions, as the horizontal position, although they are necessary special assemblies for such effect.

The arch submerged welding is used in production, maintenance and recovery of metallic pieces and finds a great application in naval shipyards, kettle factories of medium and big load, manufacture of profiles and metallic structures.

5. Welding for arch submerged with a single thread electrode. It is treated of an identical process the welding for arch submerged conventional, in that the diameter of the thread used electrode varies between 0.8 and 1mm. It is applied fundamentally, in the accomplish-

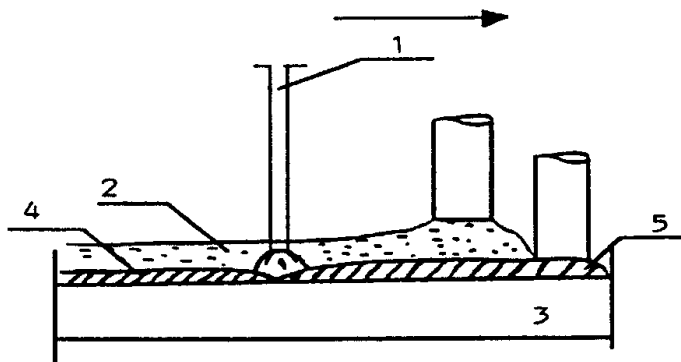


Fig. 2. Process "Tapco Bulk weld"

- 1.Thread electrode; 2.Granulated flow;
3.Material base; 4. Metal; 5.Granulated metal

ment of one or two passes in welding top to top and corner, with shapes thickness between 1.3 and 1.5 mm. Is a process alternative to MIG where the thermal delivery in multi-pass is low. It's a variant of the welding process by arch can iron submerged in that, we use granulated flow, and metal is used under the powder form (very fine grains). Is a funda-

mentally process used for superficial covering, because the welding can be made with smaller dilutions and high taxes of I deposit. It also allows the

production of welding deposits with high tenors of league elements. Is a process that usually uses grains of steel C-Mn normal or grains of steel of low league (Fig. 2).

6. Equipment description and working mode. The machine (fig.3) is constituted by a chassis with 250mm X 350mm, it has 4 rolments where passes a rotund axe with four little wells of 100mm diameter. The traction is made in two wheals , with two tooth wheals the first with 63mm and the second one with 90mm, the transmission is assured by a electrical engine (C.C.) that has a torch of 6.0 N.m, it has another engine that makes the weld movement (V-moving, with an eccentric) for material with high thickness.

The engines have independent control, this is, is possible to have and engine with 10 r.p.m. and another with 40 r.p.m. (for example). It is possible too, to regulate the approximation to the piece, controlling the "stick-out". We can make two different kinds of welding, welding with M.I.G./M.A.G. or .S.A.W. and all this with a little machine, this can only be used to make welding in down position, but is very interesting to make the substitution of a man in long welding, always with perfection. The experimentals results is present in fig.4.



Fig.3. The welding equipment for arch submerged



Fig.4. The welding process for arch submerged

7. Conclusions. The conception of the machine was a success, but it is a little problem with the electrical part because was impossible to find the potentiometer required, but we simulate it as we could (Another transformer).

The testing welds were made with a thread electrode that doesn't need any protection gas in the process MIG/MAG, Auto protected Thread electrode. So with this machine and this electrode we are able to make welds in down position wherever we want.

We made also a testing weld with SAW, using a "normal electrode" (Needing protection gas), but besides using the protection gas, it was used a flux from the SAW, but with the transformer of the MIG/MAG machine, and we concluded that the weld is really very good, because with a little intensity we got a welding penetration really appreciable.

The machine gives us the permission to control all the welding parameters, welding speed, pendulum movement velocity and approximation to the piece to weld ("Stick Out").

It just means that it is possible to use this machine to make quality welding in a laboratory, in factory, where we just want. It has the benefit of being used wherever we want, because is portable and it is easy to take to outside and use it as well as in the inside.

References. 1. Sârbu Ionel - Fusion Welding Technology Edition Tehnica – Info, Chisinau – 2001; 2. Houldcroft, Peter and Robert John - Welding and Cutting; 3. American Society of Metals - Metals Handbook, Vol. VI, 9th edition. 4. Oliveira Santos, J. F. e Quintino, Luisa - Processos de soldadura, vol. I e II, Edições Técnicas do ISQ.

DER VORSCHLAG DER TONNENFORM DES VORSCHMIEDESTÜCKES FÜR DAS GESENKSCHMIEDEN

Sobota R., BAČA J., Tittel V. (MtF STU, Trnava, Slovakia)

At the paper authors compare results of simulation and experiment at the condition of hot upsetting of cylindrical semi-product. Next were applied numerical regression methods by the help which was acquired mathematical expression surface curve of cask. From results was designed nomogram usable in the praxis.

1.Einführung

Bei Warmstauchung wird das auf Oberschmiedentemperatur erwärmte Material in Richtung seiner Achse gedrückt und zugleich der Querschnitt vergrößert. Bei Warmstauchung zeigt sich Entstehung der Tonnenform offensichtlicher als bei Kaltstauchung, weil außer der Reibung auf den Spitzen auch zu schnellerer Abkühlung auf Kontaktflächen kommt. Die Höhe des stauchenden Halberzeugnisses soll nicht größer als 2,5 Vielfaches des Durchchnittes werden.

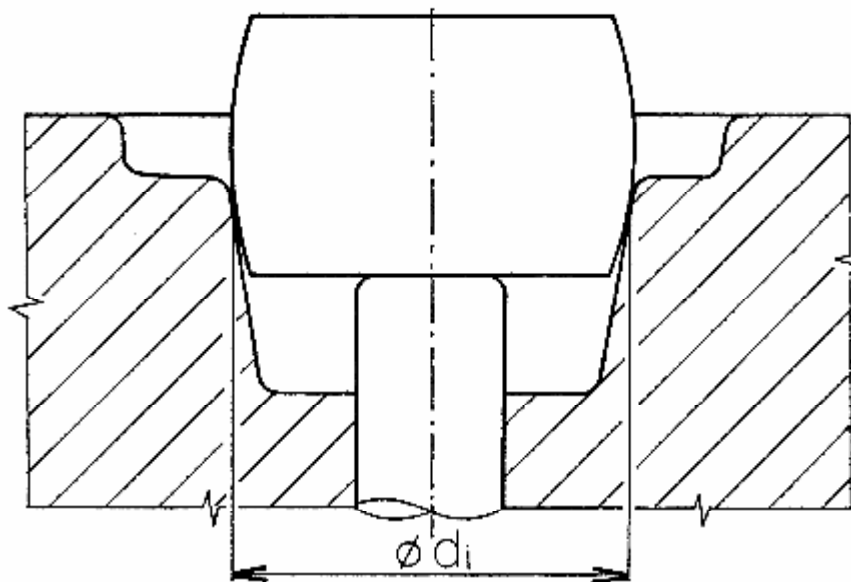


Bild 1. Zentrierung auf den Berührungskreis der Tonne

Beim Vorschlag uns eines Geschenkes für das Geschenkschmieden ist wichtig eine Form der Tonnen zu kennen (Bild 1). Deshalb wurde die Simulation mit dem Programm Antares ausgeübt, das wir auf dem Lehrstuhl für Umformen zur Verfügung haben.

Antares ist ein umfangreiches Programmsystem, die Formierung und Analyse der 2D und 3D Deformationsprozesse ermöglicht. Zur Erreichung höherer Qualität bei Aufgabenlösungen in 2D und auch 3D benutzt das Programm die Methode der finiten Elemente. Antares ermöglicht 2D Geometrie innen des Programms zu bilden, oder 3D Modelle einzutragen, die in MeshCAST oder mit anderen Arten der CAE Programme gebildet wurden. Es bietet leistungsfähige Instrumente und Berechnungsmöglichkeiten, die sehr rasch und effektiv von Grundformulierung der Aufgabe bis zu hochqualifizierter Lösung aufwärts geht.

Die Reihenfolge der Bearbeitung ist von der Aufgabenstellung bis zu den Generierungsergebnissen linear. Im Rahmen der allgemeinen Reihenfolge bietet es verschiedene Instrumente und Methoden, die zum Vervollkommen des Models helfen und bilden eine hochqualitative Analyse und Lösung. Das Antares kann folgende Prozesse simulieren und zwar: das Vorwalzen, das Radialschmieden, das Gezerre, das Durchdrücken, das vereinigte Durchdrücken, die Stauchung, das Schmieden in verschlossenem Gesenk, das Profilwalzen, das Radialwalzen, das Ringwalzen [1].

2.Feststellung der Tonnenform bei der Simulation

In unserer Arbeit geht es um eine Mathematisation der Tonnenform beim Vergleich der Ergebnisse der Simulation bei Stauchung mit Ergebnissen in der Praxis. Für objektive Ergebnisse wurden alle zugängliche Informationen über den Verlauf des Experimentes in der Praxis verwendet. Das Material der Stauchenrolle, die Abmessung der Stauchenrolle, das Stauchenverhältnis, die Parameter der Umformmaschine, die Anfangstemperaturen der Rolle, des Gerätes und der Umgebung. Diese wurden bei Simulation als Anfangsangaben in Antares angegeben.

Die grundlegenden Anfangsangaben sind:

- die Anfangstemperatur des Halberzeugnisses = 1120 °C,
- die Anfangstemperatur des Gerätes = 20 °C,
- die Temperatur der Umgebung = 20 °C,
- der Koeffizient der Reibung = 0,45,
- das Material der Stauchenrolle ist der Stahl STN 41 4140.

Ein der wichtigsten Faktoren, von denen Form der Tonne abhängig ist, ist der Schlankheitsgrad $l = \frac{h_0}{d_0}$ und das Stauchenverhältnis $k = \frac{h}{h_0}$.

Der Schlankheitsgrad ist im Zwischenraum $1 \leq \lambda \leq 2,5$ mit der Abstufung bis 0,3. Der Durchschnitt einer Rolle ist konstant $d_0 = 50$ mm. Dann sind die Ausgangsabmessungen für die rollenden Prüfungsmuster mit der Rücksicht auf das Schlankheitsverhältnis in der Tabelle 1. verzeichnet.

Für die Prüfungsrollen wurden diese Stauchenverhältnisse verwendet: $\kappa_1 = 0,8$; $\kappa_2 = 0,65$; $\kappa_3 = 0,5$; $\kappa_4 = 0,35$; $\kappa_5 = 0,2$. Bei der Simulation wurden die Parameter der Umformmaschine LZK 2500 verwendet, die auch beim Experiment in der Praxis verwendet wurden.

Tabelle 1. Ausgangsabmessungen der Rollen

	Schlankheitsgrad	Höhe der Rolle	Durchschnitt der Rolle
1.	$\lambda = 1,0$	$h_0 = 50$ mm	$d_0 = 50$ mm
2.	$\lambda = 1,3$	$h_0 = 65$ mm	$d_0 = 50$ mm
3.	$\lambda = 1,6$	$h_0 = 80$ mm	$d_0 = 50$ mm
4.	$\lambda = 1,9$	$h_0 = 95$ mm	$d_0 = 50$ mm
5.	$\lambda = 2,2$	$h_0 = 110$ mm	$d_0 = 50$ mm
6.	$\lambda = 2,5$	$h_0 = 125$ mm	$d_0 = 50$ mm

Mit dem Druck wurde die Prüfungsrolle in Form einer Tonne verändert. Es wurden einzelne Durchschnitte und Höhe der Tonne gemessen. Die Durchschnitte wurden in Querschnitten in bestimmten Prozenhöhen (5, 8, 13, 22, 35, 50, 65, 78, 87, 92, 95 % h) gemessen (Bild 2). So wurde es auch beim Experiment gemessen. Und so wurden auch Durchschnitte der Spitzendurchschnitte der Tonne gemessen.

Beim Experiment wurde aus der Voraussetzung herausgegangen, das in dem idealen Stand die Querschnitte 1-1 und 1'-1' identisch sind, so wie 2-2 und 2'-2', 3-3 und 3'-3', 4-4 und 4'-4', 5-5 und 5'-5'. Bei der Simulation wurde diese Voraussetzung bestimmt, deshalb wurde nur die Höhe im Umfang von 0% bis 50% h.

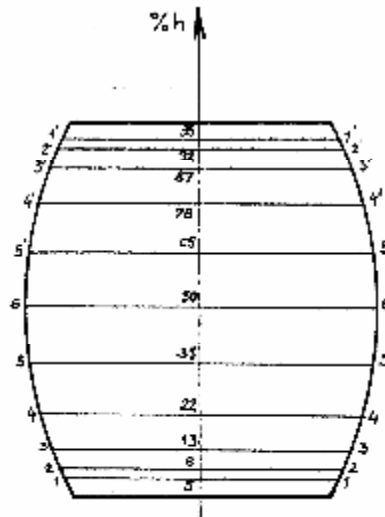


Bild 2. Messung der Durchschnitte in 11 Querschnitten

Aus den abgemessenen Ergebnissen beim Experiment und bei der Simulation wurden graphische Abhängigkeiten der Prozenhöhen von dem Durchschnitt der Tonne konstruiert.

Bei der Abhängigkeit, die bei der Simulation erworben wurde, sind die Kurven bei einzelnen Stauchenverhältnissen κ (0,8; 0,65; 0,5; 0,35; 0,2) nahe einander. Daraus folgt, daß bei dem veränderten Schlankheitsverhältnis (im Umfang $\lambda = 1,0 \div 2,5$) die Kurve der Tonnennform ungefähr gleich ist, auch wenn man auf denselben Stauchenverhältnis staucht. Dieser Zustand ist auch bei grafischer Abhängigkeit der Ergebnissen aus dem Experiment zu sehen, aber nur bei einigen Stauchenverhältnissen.

Unter dem Einfluß, daß die Kurven der Tonne nahe einander sind, wurde aus den gewonnenen Werten mittlerer, arithmetischer Wert des Mittels ermitteln. Der arithmetische Wert des Durchschnittes wurde bei einzelnen Stauchenverhältnissen und Prozenhöhen gemessen.

Beim Vergleich der Mittelwerten der Durchschnitten bei der Simulation mit den abgemessenen Durchschnitten der Tonnen beim Experiment wurde erfahren, daß die Mittelwerte der Tonnendurchschnitten bei der Simulation nicht als die Mittelwerte der Tonnendurchschnitte beim Experiment werden betrachten können. Es ist so gegeben, daß die Kurven, die beim Experiment abgemessen wurden, haben eine große Streuung und diese ist gegeben, wenn das vorausgesetzte Stauchenverhältnis nicht eingehalten ist. Aus diesem Grund bewegen sich die Kurven auf dem Graph links oder rechts. Daraus folgt, wenn das ungefähre, vorausgesetzte Stauchungsverhältnis beim Experiment auch nach der Stauchung eingehalten wäre, könnten die Mittelwerten der Durchschnitten bei der Simulation auch für die Mittelwerte der Durchschnitten beim Experiment betrachten werden. In unserer Arbeit wurden darum die Mittelwerte der Tonnendurchschnitten bei der Simulation auch als Mittelwerte der Tonnendurchschnitten beim Experiment betrachten.

3. Mathematischer Ausdruck der Tonnennform

Mathematischer Ausdruck haben wir mit Hilfe der numerischen Regressionsmethoden gemacht. Im Programm Origin 5.0 wurde es mit Polynom der Kurve für einzelne Stauchenverhältnisse approximiert. Für Benützung der Methode der kleinsten Quadrate ist wichtig einen passenden Polynom in optimaler Länge auszuwählen. Ein Kriterium für die Auswahl ist die erreichte Regressionsknappheit der Kurve, die durch die abgemessenen Punkte mit Methoden der kleinsten Quadrate verlegt ist. Nach der Prüfung unseren konkreten Kurven und Polynomen, als ein optimales Polynom haben wir das Polynom des 3. Grades gewählt, dessen allgemeine Form ist:

$$Y = a + b_1 \cdot X + b_2 \cdot X^2 + b_3 \cdot X^3 \quad (1)$$

Wo a , b_1 , b_2 , b_3 Konstanten sind (auch Regresskonstanten bezeichnet) und X , Y , variabler sind.

Nach Umlegung der Kurve entstand ein mathematischer Ausdruck der Kurve in Form eines Polynoms des 3. Grades für jede Kurve unterschiedlich. Weiter wollten wir erreichen, daß alle Stauchenverhältnisse (0,2; 0,35; 0,5; 0,65; 0,8) nur einen mathematischen Ausdruck haben. Das haben wir so erreicht, daß wir die grafischen Abhängigkeiten der einzelnen Regressionskonstanten (a , b_1 , b_2 , b_3) konstruierten. Auf der Achse x war Stauchenverhältnis κ und auf der Achse y war der Wert der entsprechenden Konstante. Wir haben festgestellt, daß das optimale Polynom, Polynom des 3. Grades ist. Mit diesem Polynom haben wir Abhängigkeiten einzelner Konstanten auf dem Stauchenverhältnis umgelegt.

Die Polynome des 3. Grades haben für zuständige Regressionskonstante diese Form:

$$Y_a = A + B_1 \cdot k + B_2 \cdot k^2 + B_3 \cdot k^3$$

$$Y_{b1} = A + B_1 \cdot k + B_2 \cdot k^2 + B_3 \cdot k^3$$

$$Y_{b2} = A + B_1 \cdot k + B_2 \cdot k^2 + B_3 \cdot k^3$$

$$Y_{b3} = A + B_1 \cdot k + B_2 \cdot k^2 + B_3 \cdot k^3$$

Dann haben wir die Polynome des 3. Grades (Y_a , Y_{b1} , Y_{b2} , Y_{b3}) in die allgemeine Polynomsgleichung des 3. Grades (6) anstatt der Konstante a , b_1 , b_2 , b_3 eingesetzt. Das Resultat ist die Gleichung (7) für Berechnung des Tonnendurchschnittes für das Stauchenverhältnis $\kappa = (0,2 \div 0,8)$. Diese Gleichung wird auch als empirische Funktion bezeichnet,

$$Y = a + b_1 \cdot X + b_2 \cdot X^2 + b_3 \cdot X^3 \quad (6)$$

$$Y = Y_a + Y_{b1} \cdot X + Y_{b2} \cdot X^2 + Y_{b3} \cdot X^3 \quad (7)$$

Für X wird die Prozenzhöhe ersetzt (im Bereich $0 \div 50\%$ h) und der Resultatwert Y wird Tonnendurchschnitt in bestimmter Prozenzhöhe und bei bestimmtem Stauchenverhältnis κ .

Aus dem resultierenden Polynom des 3. Grades (7) für die Stauchenverhältnisse $\kappa = (0,2 \div 0,8)$ mit Einsatz der Werten k und der Prozenzhöhe wurden die Tonnendurchschnitte in der Höhe von 0 bis 50% h gewonnen. Die erreichten Werte haben wir in die grafischen Abhängigkeiten eingezeichnet und diese wurden zugleich mit den zuständigen grafischen Abhängigkeiten verglichen, die simuliert wurden.

Dann haben wir festgestellt, daß die ermittelten und simulierenden Kurven stimmen ganz genau. Nach dieser Feststellung haben wir in dem Stauchenumfang $\kappa = (0,2 \div 0,8)$ auch weitere Werte für Konstruktion des Nomogramms erreicht. Dann haben wir das Nomogramm für das Stauchenausmaß $\kappa = (0,2 \div 0,8)$ konstruiert, wo auf der Achse y die Prozenzhöhe der Tonne ist und auf der Achse x Durchschnitt der Tonne ist.

Das Nomogramm ist von Angaben herausgekommen, die beim Experiment benutzt wurden, um es eine Innanspruchnahme in der Praxis finden zu können. Seine Ausnützung ist auf die Eingangswerte sehr begrenzt, die beim Experiment und dann auch bei der Simulation benutzt wurden. Das Nomogramm ist bei Einbehaltung der grundlegenden Eingangswerten geltend.: der Durchschnitt des Ausgangserzeugnisses $d_0 = 50$ mm; das Schlankheitsverhältnis $\lambda = (1 \div 2,5)$; das Stauchenverhältnis $\kappa = (0,2 \div 0,8)$; das Material STN 41 4140.

4. Abschluss

Beim Vergleich der Simulation mit dem Experiment haben wir bei der Stauchung eines rollenden Halberzeugnisses den mathematischen Ausdruck einer Tonne bekommen. Die Tonnenform wurde mit der Gleichung und mit der grafischen Abhängigkeit (Nomogramm) bestimmt, woher das Tonnendurchschnitt in beliebiger Höhe gewonnen wird. Die resultierende Gleichung und das Nomogramm haben in der Praxis eine verwendbare Gültigkeit, die im Beitrag beschrieben wurde. Wenn wir die Tonnenform kennen, können wir schon beim Vorschlag einer Geschenkshöhe, wie und wo die Tonne (Zwischenform) nach Einlegen in eine Höhle zentriert wird.

Literaturverzeichnis: 1. UES Software Inc. Dayton, USA: ANTARES – Tutorial & Exercise Manual. Based on Version 4.3. 1998. 2. Sobota, R.: Porovnanie experimentu a výsledkov simulácie pri ubíjaní. Diplomová práca. MtF STU Trnava, 2002. 3. Bača, J., Bílik, J., Žatkovič, J.: Experimentálne metódy v tvárnení. Bratislava, STU, 2000. ISBN 80-227-1303-1 4. Žatkovič, J., Bača, J., Bača, M.: Vyrovnávanie nameraných závislostí regresnými metódami a dôsledky extrapolácie. In: Vedecké práce Materiálovotechnologickej Fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave so sídlom v Trnave. Bratislava: STU, 1999, zväzok 7, s. 103 – 110. 5. Kapustová, M., Bílik, J.: Využitie výpočtovej techniky v oblasti tvárnenia. In: Trendy technického vzdelávania 2000. Olomouc: PF Univerzita Palackého, 2000, s. 161 – 164.

THEORETICAL STUDIES REGARDING THE INFLUENCE OF THE SHAPED SURFACE'S ROTATION OF THE CUTTING TOOL AROUND AXIS Z ON THE PRECISION OF THE THREADS PROCESSED ON THE LATHE THROUGH CHIP REMOVAL

Stanciu A., Pruteanu O., Paraschiv Dr.
(“Gh. Asachi“ Technical University, Iassy, România)

The paper refers to the determination of the diametral error which is directly influenced by the value of the cutting tool's rotation around axis, the angle of the thread profile α respectively. At the same time, the error of the medium diameter increases together with the increase in the thread's pitch p . Consequently, the threads with great pitch are more sensitive from this point of view.

1. Introduction

During the processing time of the thread on the lathe, the cutting tool must be placed and maintained in the adequate position towards the blank, because its shape corresponds to a certain section of the processed thread. In the case of incorrect adjustment of the tool towards the blank, of the change in its position during the processing time respectively, the thread will

result inadequate, having dimensional deviations, of shape and relative position of the surfaces towards the axis of the piece.

2. The analytic calculation of the errors of the threads produced by the rotation of the shaped surface of the cutting tool around axis Z

For the processing of the cutting tools they are placed horizontally to the blank's axis according to figure 1 [1].

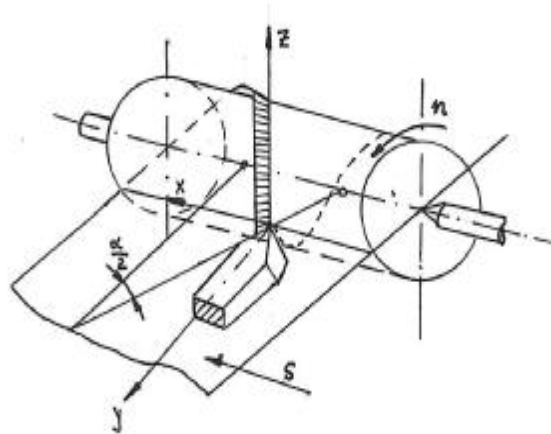


Fig.1. Diagram of the turning of the threads with cutting tool shaped on threading lathe [1]

The inobservance of the correct positioning of the tool confronted by the blank will have as result the emergence of a corresponding error of the processed thread.

The shiftings, the cutting-tool's rotations respectively, in connection to the three coordinates axis x, y, z, traced through its top, represent deviations for the correct position of the cutting tool and they are transmitted to the processed thread.

Rotating the shaped surface of the cutting tool around the z axis, a corresponding deformation of the piece's shape takes place. This will be assymetrical, but with the rectilinear flancks.

Thus, rotating the cutting tool towards right, with the $\Delta\zeta_z$ (fig.2) size, one can observe a decrease of the semiangle from the left side of the thread's processed shape and an increase of the one on the right side of the shape with an equal value to the one of the rotating angle of the tool around axis z. The size of the obtained flancks's semiangles when rotating the shaped surface of the cutting tool around axis z, are determined with the relations indicated in the specialized literature [1].

From figure 2, it results:

$$a'_1 = a_1 - \Delta_1 \frac{a}{2}$$

(1)

respectively:

$$a'_2 = a_2 + \Delta_2 \frac{a}{2} \quad (2)$$

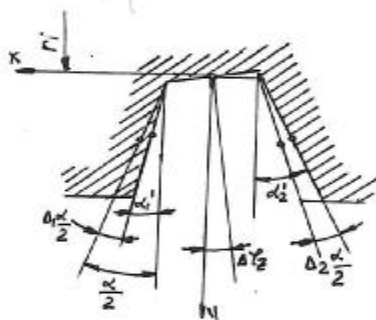


Fig.2. Diagram for the determination of the shape error caused by the rotation of the cutting tool around axis z.

Analysing the relations (1) and (2) we observe that the deviations of the profile's semiangles are equal and of counter sign [1]:

$$\Delta_1 \frac{a}{2} = -\Delta_2 \frac{a}{2} = \Delta z_z \quad (3)$$

and the size of the total angle of the profile stays unchanged.

$$\alpha = \alpha_1' + \alpha_2' \quad (4)$$

In conclusion, the rotation angle of the cutting tool around axis z, is in its real size in the shape error of the processed piece.

Thus, for the reduction of the shape errors' effects caused by the rotation of the cutting tool around axis z, greater tolerances must be recommended for the deviations from the nominal value of the flanks' semiangles and normal for the deviations of the total angle of the profile.

Also, in the case of the rotation of the shaped surface of the cutting tool around axis z, the processed thread will also present deviations of the medium diameter.

After the rotation of the shaped surface of the cutting tool around axis z with the $\Delta\zeta_z$ angle, the A and B points from the medium diameter of the thread are shifting getting to A', B' respectively (fig. 3).

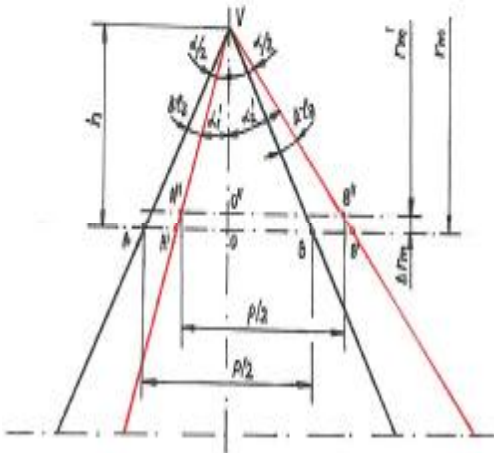


Fig.3. Daigram for the determination of the medium diameter error when rotating the cutting tool around axis z.

From fig. 3, which represents the section of the generating triangle of the thread, it results:

$$A'B' = AB - AA' - BB' \quad (5)$$

where :

$$AA' = AO - A'O = h \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2} - h \cdot \operatorname{tg} \alpha_1' \quad (6)$$

$$BB' = OB' - OB = h \cdot \operatorname{tg} \alpha_2' - h \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2} \quad (7)$$

It results :

$$A'B' = AB + h (\operatorname{tg} \alpha_1' - \operatorname{tg} \alpha_2') \quad (8)$$

Taking into account that :

$$AB = p/2 \quad (9)$$

$$\text{și } A'B' = \frac{r}{2} + h (\operatorname{tg} \alpha_1' - \operatorname{tg} \alpha_2') \quad (10)$$

Respectively:

$$\alpha_1' = \alpha/2 - \Delta\zeta_z \quad (11)$$

$$\alpha_2' = \alpha/2 + \Delta\zeta_z \quad (12)$$

It results that: $\alpha_1' \neq \alpha_2'$ respective

$$\operatorname{tg} \alpha_1' \neq \operatorname{tg} \alpha_2' \quad (13)$$

So:

$$AB = p/2 \neq A'B' \quad (14)$$

Consequently, at the rotation of the cutting tool around axis z with $\Delta\zeta_z$, there will appear an error of the medium diameter of the thread. To calculate the value of this error we use the analogy of the triangles

$$VA''B'' \text{ și } VA'B', \text{ and it results: } \frac{A''B''}{A'B'} = \frac{VO''}{VO} \quad (15)$$

where:

$$A''B'' = \frac{r}{2}; \quad VO'' = h - \Delta r_m; \quad \text{respectively:} \quad VO = h \quad (16)$$

We replace in the (15) and we get :

$$\frac{\frac{p}{2}}{A'B'} = \frac{h - \Delta r_m}{h} \quad (17)$$

From which it results:

$$\Delta r_m = \frac{(2A'B' - p)h}{2A'B'} \quad (18)$$

Replacing the expression (10) in the relation (18), we get :

$$\Delta r_m = \frac{2 \left[\frac{p}{2} - h(tga'_1 - tga'_2) \right]}{2 \left[\frac{p}{2} - h(tga'_1 - tga'_2) \right]} * h; \text{ respectively: } \Delta r_m = \frac{h^2 (tga'_1 - tga'_2)}{p + 2h(tga'_1 - tga'_2)} \quad (19)$$

Taking into account that:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha'_1 - \operatorname{tg} \alpha'_2 &= \frac{\sin(a'_1 - a'_2)}{\cos a'_1 * \cos a'_2} = \frac{\sin(a'_1 - a'_2)}{\frac{1}{2} [\cos(a'_1 + a'_2) + \cos(a'_1 - a'_2)]} = \\ &= \frac{\sin\left(\frac{a}{2} - \Delta z z - \frac{a}{2} - \Delta z z\right)}{\frac{1}{2} \left[\cos\left(\frac{a}{2} - \Delta z z + \frac{a}{2} + \Delta z z\right) + \cos\left(\frac{a}{2} - \Delta z z - \frac{a}{2} - \Delta z z\right) \right]} \\ &= \frac{\sin(-2\Delta z z)}{\frac{1}{2} [\cos a + \cos(-2\Delta z z)]} = - \frac{\sin(2\Delta z z)}{\frac{1}{2} [\cos a + \cos(2\Delta z z)]} \end{aligned} \quad (20)$$

And:

$$\sin(2 * \Delta \zeta z) = 2 \sin \Delta z z * \cos \Delta z z \quad (21)$$

$$\text{respectively: } \cos(2 * \Delta \zeta z) = \cos^2 \Delta z z - \sin^2 \Delta z z \quad (22)$$

We obtain:

$$\operatorname{tg} \alpha'_1 - \operatorname{tg} \alpha'_2 = \frac{2 \sin \Delta z z * \cos \Delta z z}{\cos a + \cos^2 \Delta z z - \sin^2 \Delta z z} \quad (23)$$

for smaller values of the rotation angles of the cutting tool around axis z, we can consider :

$$\sin \Delta \zeta_z = \Delta \zeta_z \quad ; \quad \cos \Delta \zeta_z \cong 1 \quad \text{şi} \quad \sin^2 \Delta \zeta_z \cong 0 \quad (24)$$

It results:

$$\operatorname{tg} \alpha_1' - \operatorname{tg} \alpha_2' = -\frac{2 * \Delta z_z}{1 + \cos a} \quad (25)$$

At the same time:

$$h = p / \left(4 * \operatorname{tg} \frac{a}{2} \right) \quad (26)$$

Replacing the relations (25) and (26) in the expression (19) we obtain :

$$\begin{aligned} \Delta r_m &= \frac{\left(\frac{p}{4 * \operatorname{tg} \frac{a}{2}} \right)^2 \left(-\frac{2 * \Delta r_z}{1 + \cos a} \right)}{p + 2 \left(\frac{p}{4 * \operatorname{tg} \frac{a}{2}} \right) \left(-\frac{2 * \Delta r_z}{1 + \cos a} \right)} = \frac{p^2 * \Delta z_z}{8 * \operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} (1 + \cos a)} * \frac{4 * \operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} (1 + \cos a)}{4 * \operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} (1 + \cos a) - 4 p * \Delta z_z} = \\ &= -\frac{p^2 * \Delta z_z}{8 p \operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} \left[\operatorname{tg} \frac{a}{2} (1 + \cos a) - \Delta z_z \right]} = -\frac{p}{8 \left[\operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} (1 + \cos a) - \Delta z_z * \operatorname{tg} \frac{a}{2} \right]} \quad (27) \end{aligned}$$

It results:

$$\Delta r_m = -\frac{p * \Delta z_z}{8 \left(1 - \cos a - \Delta z_z * \operatorname{tg} \frac{a}{2} \right)} \quad (28)$$

The deviation of the medium diameter will be:

$$\Delta d_m = -\frac{p}{4} \frac{1}{8 \left(1 - \cos a - \Delta z_z * \operatorname{tg} \frac{a}{2} \right)} * \Delta z_z \quad (29)$$

For the particular cases of the metrical and trapezoidal threads, replacing the values of the $\alpha/2$ semiangle, we obtain the diametral error as follows:

- for metrical threads : $\alpha = 60^\circ$; $\alpha/2 = 30^\circ$

$$\Delta d_m = -\frac{p}{16} \frac{1}{(1 - \Delta z_z)} * \Delta z_z \quad (30)$$

- for trapezoidal threads : $\alpha = 30^\circ$; $\alpha/2 = 15^\circ$

$$\Delta d_m = -\frac{p}{0,536} \frac{1}{(1 - 2 * \Delta z_z)} * \Delta z_z \quad (31)$$

Comparing the relations (30) and (31) we can observe that in the case of the trapezoidal threads the diameter's error is greater than the one of the metrical threads, for the same Δz_z value of the cutting tool rotation around axis Z.

3. Conclusions

Analysing the relation (29), we observe that the diameter's error is directly influenced by the value of the rotation around axis Z, of the angle of the thread's profile α respectively. At the same time, the coarse threads are more sensitive from this point of view. Also, we observe that a decrease of the medium diameter of the thread takes place, fact that has a negative influence on its mechanical resistance.

Bibliography

1. Picoş, C., Tehnologia construcţiilor de maşini, Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1974. 2. Epureanu, Al. ş.a., Tehnologia construcţiilor de maşini, Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1983

DETERMINATION OF NORMALIZED COCKROFT – LATHAM CRITERION IN THE TENSION TEST FOR BST500S STEEL

A. Stefanik, H. Dyja (Częstochowa University of Technology, Częstochowa, Poland)

In this paper the numerical modelling of the fracture in the tension test was presented. The damage variable was the normalized Latham-Cockroft criterion. For the simulation Forge3® commercial program was used. The results of the numerical simulation were compared with the experimental data and confirmed good ability of proposed mathematical model.

Introduction

The phenomenon of continuity loss by material may occur in numerous plastic working processes. This phenomenon can be either desirable (as in rolling with longitudinal band separation) or undesirable (as in forging). The proper prediction of cracking phenomenon during various plastic working processes will allow the selection of appropriate technological parameters (such as deformation, temperature, etc.). During the modelling of crack initiation and growth, it is necessary to establish a proper criterion for the loss of continuity of deformed material. This is a very difficult problem due to a large number of existing fracture models and theories. Very often, criteria of continuity loss are combined into groups, of which the following should be mentioned: energy criteria, continual fracture mechanics criteria and microfractographic criteria. It can be assumed that the formation of a discontinuity will be initiated, when a certain limiting value of the criterion, which represents a failure, has been exceeded. In the model proposed by Cockroft and Latham [1], the most essential parameter for the initiation of a discontinuity is primarily the tensile stress. A discontinuity will appear in the material, if the integral of the greatest principal tensile stress over the plastic deformation path attains a critical value characteristic of this particular material:

$$C = C_0 + \int_0^{e_i} s_1 de_i$$

where: C - limiting criterion value, C_0 - initial criterion value, s_1 - principal stress, e_i - strain intensity.

The Cockroft-Latham criterion is the most often used plastic fracture criterion in the group of criteria relying on the integral of the stress and strain function. In practice, the normalized Cockroft-Latham criterion is also used:

$$C = C_0 + \int_0^{e_i} \Sigma de_i, \quad \Sigma = \frac{\sup(s_1, s_2, s_3, 0)}{s_{eq}}$$

where: C - limiting criterion value, C_0 - initial criterion value, e_i - strain intensity, s_1, s_2, s_3 - principal stresses, s_{eq} - equivalent stress.

For the modelling of the continuity loss phenomenon for metal, there are several algorithms available, which enable the determination of the location of crack initiation, propagation and direction. The most commonly used algorithms include: the node division algorithm, the node multiplication algorithm and the algorithm of elimination of elements, for which the limiting value of the fracture criterion under analysis has been exceeded.

The Forge3® computer program enables modelling of plastic working processes, while allowing for material cracking. This is accomplished by the algorithm of elimination of elements, for which the critical value of the normalized Cockroft-Latham criterion has been exceeded. The accuracy of the element elimination fracture algorithm applied in the Forge3® [4] program is burdened with an error associated with the loss of material as a result of the elimination of elements. In order to enhance the accuracy of simulation, it is necessary to increase the grid density in the critical region of crack formation. The normalized Cockroft-Latham criterion should be determined for specific physical conditions, i.e. temperature and deformation speed.

Normalized Cockroft – Latham criterion

The limiting value of the normalized Cockroft-Latham criterion was determined by using the comparative method. At the first testing stage, the tension of round notched test pieces (Fig. 1) was carried out on a Gleeble 3800 universal metallurgical process simulator.

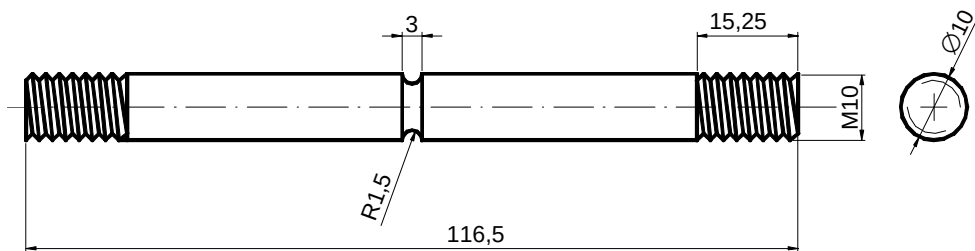


Fig. 1. A notched sample used for determination of the hot cracking criterion

Notched samples are used for determining the criterion of plasticity according to Kolmogorov [2,3] during testing at high temperatures. The tests were carried out for samples made of steel BSt500S. Chemical composition of tested steel is given in Table 1.

Table 1. Chemical composition of BSt500S steel, [%]

		C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	V	Sn
BSt500S	min.	0,20	1,35	0,40							0,11	
	max.	0,22	1,45	0,50	0,04		0,25			0,0	0,15	0,0

The tests were carried out for three temperatures: 900, 1000 and 1100 °C. The average deformation speed was 1.0 m/s. The samples were heated at a rate of 10 °C/s until the testing temperature was attained. Next, they were held at this temperature for 10 seconds and then subjected to the tensile process. After the sample rupture, the elongation Δl , the notch radius r_1 and the notch diameter upon rupture d_1 were measured for each tested sample. A similar process was modelled in the Forge3® program, which uses the finite-element method for computation. In order to shorten the computation time, the heating-up process was omitted in modelling, by inputting a stabilized temperature distribution. The initial temperature distribution input to the program was determined on the basis of the results obtained during heating similar samples without deformation. Thermocouples were fixed to the sample to be heated at a spacing of 3 mm, starting from the sample axis of symmetry. Next, the sample was heated up to a steady temperature and then readings were taken, based on which the initial distribution of temperatures within the sample was determined. Owing to the symmetry, in order to shorten the computation time, the batch corresponding to the $\frac{1}{4}$ of the actual sample cross-section was taken for modelling. Initial process parameters analogous to those used in the experimental tests were adopted. Simulations were continued until elongation Δl , corresponding to the real elongation of the sample, was achieved. After completion of simulations, the shape and dimensions of notches obtained from the experimental tests were compared with their counterparts obtained from the computer simulation (Table 2).

Table 2. Dimensions of notches obtained, respectively, in experimental tests and in computer simulation

Temperature [°C]	elongation Δl			diameter d_1			notch radius r_1		
	exp.	model.	error [%]	exp.	model.	error [%]	exp.	model.	error [%]
900	2,93	2,90	1,0	3.07	2.99	2,7	2,15	2,23	3,7
1000	2,99	3,00	0,3	2.90	2.74	5,5	2,7	2,82	4,3
1100	5,07	5,05	0,4	2.20	2.34	5,9	3,07	3,21	4,5

From the analysis of the results given in Table 2, a good agreement between the computer simulation and experimental testing results has been found. The distribution of normalized Cockroft-Latham criterion values obtained from the computer simulation, is presented in Fig. 2.

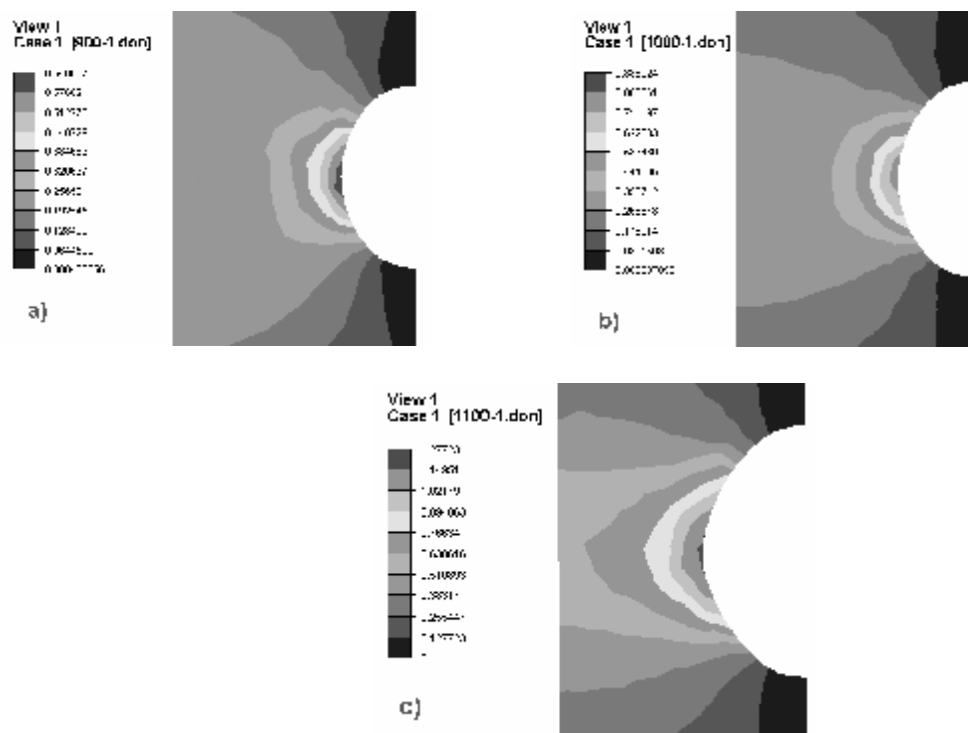


Fig. 2. Distribution of values of the normalized Cockroft-Latham criterion obtained in simulations for temperatures of: a) 900°C, b) 1000°C and c) 1100°C

The maximum values of the normalized Cockroft-Latham criterion occurred in the external elements forming the notch, while the minimum values were observed in the centre of sample. Such a distribution of the criterion under analysis makes difficult the determination of limiting value at which a breaking of the sample occurs. For the determination of the limiting value of the normalized Cockroft-Latham criterion, averaged values for elements situated in the line of symmetry of the notch were established. This selection was caused by the conditions of total sample rupture, which prevailed at the moment of cracking during the tensile test. This solution was applied on the basis of the results reported in work [3], where the error of the determined criterion did not exceed 5%. The determined values of the normalized Cockroft-Latham criterion are summarized in Table 3.

Table 3. The limiting values of the normalized Cockroft-Latham criterion determined in the tensile test

Temperature [°C]	900	1000	1100
Normalized Cockroft – Latham criterion	0,54	0,62	0,85

It can be noticed that the critical value of the analyzed criterion, for which the material continuity loss occurs, increases with increasing temperature. This is closely related to the decrease in the plastic resistance to the flow of steel. It can be observed that for the temperature of 1100°C, the criterion distribution at the time of material fracture is different in character, and the affected zone reaches deeper into the notch.

Conclusion

It can be noticed that with increasing temperature within the analyzed temperature range from 900°C to 1100°C the limiting value of the normalized Cockroft-Latham criterion,

or the ability of the metal to flow, increases. The obtained values of the normalized Cockcroft-Latham criterion might slightly differ from the values occurring in experimental tests. This is caused by failing to allow for the phenomena associated with crack initiation and propagation in the theoretical examination. The maximum fracture criterion values occur in the elements forming the external notch surface, while the minimum values are observed in the centre of the sample. The comparative method allows the normalized Cockcroft-Latham criterion values, for which the failure of the material takes place, to be determined with a high accuracy. For simulation, the values of the discontinuity occurrence criterion corresponding to the process conditions (i.e. temperature and deformation speed) should be taken. It can be determined, for example, from plasticity tests performed according to Kolmogorov's method.

References: 1. Cockcroft M. G., Latham D. J.: Ductility and the workability of metals, Journal Inst. Met., vol. 96, 33 – 39, 1968 r. 2. Kolmogorov V.L.: Naprjazhenija, deformacii, razrushenie. Moskwa 1970 3. Stefanik A., Mróz S.: Numeryczne modelowanie pęknięcia w próbie rozciągania, IV Międzynarodowa Sesja Naukowa Nowe Technologie i Osiągnięcia w Metalurgii i Inżynierii Materiałowej. 2003 Częstochowa. Materiały Konferencyjne Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej. Seria: Metalurgia nr 31. s. 232-235. ISBN 83-87745-91-X 4. Users Guide, How to run Forge3, Transvalor S.A., Sophia Antopolis, France 1998.

LE RÔLE DE LA LANGUE MATERNELLE DANS L'APPRENTISSAGE DES LANGUES ETRANGERES

Stoicovici Maria (*Military Technical Academy, Bucharest, Romania*)

Ni la langue maternelle, ni la langue étrangère ne s'apprennent par imitation, mais par un processus d'élaboration d'une propre grammaire, spontané dans le premier cas, conscient dans le second ; et la méthode « indirecte » (grammaire – traduction) s'avère très utile dans certaines circonstances, et surtout lors du contrôle de l'acquisition du vocabulaire .

Tout au long des siècles deux courants se sont affrontés acharnement sur le plan de l'apprentissage des langues étrangères: **l'imitation et la coscientisation.**

Le premier de ces courants, représenté par la méthode directe et toutes ses variantes, partait du principe, aujourd'hui prouvé comme erroné, qu'une langue étrangère s'apprend dans la même manière dans laquelle un enfant s'approprie la langue maternelle et mettait la mémorisation sur le premier plan, à la place de la pensée.

Au début de notre siècle un nouveau courant s'est manifesté puissamment. Il soutenait qu'en classe « la langue étrangère doit être employée tant qu'il est *possible*, tandis que la langue maternelle, tant qu'il est *nécessaire* ».

Le seul emploi de la langue étrangère a ses limites très étroites et les discussions en classe menées exclusivement en langue étrangère ont souvent des effets inhibiteurs. Les mesures prises en différents pays visant l'élimination de la langue maternelle en classe de langue étrangère ont échoué. Dans les conditions du processus d'enseignement « penser en langue étrangère » c'est « un mythe qui ne veut pas mourir », la langue maternelle ne pouvant pas être oubliée juste à la classe de langue étrangère.

Entre la langue maternelle et la langue étrangère il y a beaucoup d'influences : positives (transfert) ou négatives (interférences). Eliminer la langue maternelle à la classe (la

méthode audio) ne signifie pas éliminer les interférences . En plus il n'y a pas de méthode qui les élimine, car il n'y a pas de bilinguisme sans interférences. Non seulement que l'enseignement monolingue n'élimine pas les interférences , mais au contraire, il accroît les chances de leur apparition. En revanche, l'enseignement conscient basé sur la langue maternelle et la traduction mettant en relief les différences structurales aide à l'élimination des interférences.

La coopération avec la langue maternelle, le caractère confrontatif représentent une nécessité didactique aussi bien chez les débutants que chez les avancés, tous les deux présentant à la fois les ressemblances et les différences. La compétence communicative dans une langue étrangère n'est pas rompue de la langue maternelle , au contraire elle se base sur celle-ci, sur l'expérience sociale et de vie de l'apprenant. C'est surtout le travail bilingue qui représente la condition de la réalisation de l'unité entre la conscientisation et l'automatisation .

En conséquence, le rôle de la traduction s'avère d'une double importance , d'une part aidant à conscientiser les contrastes et d'autre part étant une activité par laquelle on transmet un contenu.

Dans la phase d'enseignement des connaissances, il est même nécessaire d'employer une structure **bilingue** de la leçon .La prémisses fondamentale pour la communication orale est l'habitude d'écouter et de comprendre ce qu'on a écouté. Et cela exige un entraînement intensif de l'ouïe qui doit confronter et établir les différences.

Le rôle de la langue maternelle dans l'assimilation du **vocabulaire** est à son tour d'une grande importance. N'oublions pas que la plus directe et exacte sémantisation des mots inconnus c'est leur traduction et explication en langue maternelle (si nécessaire).

Les sémantisations monolingues sont souvent trop vagues et demandent beaucoup de temps. C'est pourquoi il est nécessaire de traduire les mots isolés , les expressions phraséologiques et les syntagmes .

Dans ce travail avec le vocabulaire il faut avoir en vue la comparaison avec la langue maternelle ayant en vue que la difficulté d'une unité lexicale est parfois déterminée par sa relation avec la langue maternelle. Une unité lexicale en langue étrangère comparée à la langue maternelle peut : être équivalente ou presque équivalente ; présenter des différences ; ne pas présenter des équivalences lexicales. Le contrôle bilingue de l'assimilation du lexique peut être réalisé en écrit ou frontalement.

La rôle de la langue maternelle se manifeste aussi dans le plan de la **grammaire** de la langue étrangère. On a souvent affirmé qu'un enseignement d'une langue étrangère sans grammaire représentait une contradiction en soi.

Il est très important d'élaborer un minimum grammatical sur des bases confrontatives, en prenant en considération les équivalences, les similitudes et les contrastes entre la langue maternelle et la langue étrangère. Ayant en vue les trois types de rapports qui puissent s'établir entre les structures des deux langues, il est clair combien d'importance acquièrent pour les apprenants les identités, les ressemblances et les différences entre les constructions morphologiques et syntaxiques et les fonctions des deux langues.

En conséquence, les connaissances sur la fonction, l'importance et la structure du phénomène linguistique doivent être étudiées par rapport à la langue maternelle. Il est absolument inutile d'expliquer la grammaire en langue étrangère, les efforts étant parfois gênants et les résultats, négatifs.

La traduction en langue maternelle est utile à l'identification des structures grammaticales. En traduisant , les apprenants arrivent à conscientiser des phénomènes grammaticaux liés à la langue maternelle. La systématisation des connaissances

grammaticales se fait toujours en confrontant, le point de départ sous aspect fonctionnel ou structurel pouvant être soit le système linguistique étranger, soit celui de la langue maternelle.

Pour le contrôle des connaissances de grammaire on peut demander des explications en langue maternelle. Les traductions, en tant que forme de contrôle, peuvent être placées au début de la période accordée aux exercices. Il s'agit en général de traductions en langue maternelle parce que celles en langue étrangère sont, en général, plus difficiles.

Maintenant, essayons de systématiser les problèmes sur les quatre compétences : compréhension écrite et orale, expression écrite et orale et, séparément, la traduction.

1) *L'écoute . Activités de réception*

Voilà quelques exemples d'exercices en classe : a) le professeur prononce des propositions , qu'il modifie après. Les apprenants traduisent ces propositions. b) le professeur prononce des phrases , où il emploie des moyens linguistiques de coordination ou subordination . Les apprenants répètent les phrases , les traduisent et répondent aux questions en langue étrangère.

Le contrôle de la compréhension peut être effectué à l'aide des moyens linguistiques et non linguistiques. Le contrôle linguistique peut être effectué en langue étrangère ou en langue maternelle. Le contrôle des tâches auxquelles les apprenants réagissent en parlant peut être fait en écrit ou oralement.

Dans le domaine productif , du développement du monologue et du dialogue et de l'écrit, les apprenants peuvent élaborer des textes en se basant sur les traductions de langue maternelle en langue étrangère à l'aide des moyens linguistiques se trouvant à leur disposition.

2. *La communication orale* en langue étrangère apporte en plus en débat un problème de contenu.

Chez nous il y a eu toute une tradition jusqu'à la révolution de 1989 de parler en classe de langue étrangère de notre pays, de notre culture. L'apprenant doit savoir le faire dans des exercices de type monologue afin de pouvoir faire connaître aux étrangers le milieu roumain, sa culture et sa civilisation , la vie d'une famille roumaine, les coutumes, le passé historique, l'activité professionnelle, les objectifs touristiques de ce beau pays.

Le développement de ce savoir-faire doit être stimulé par des moyens audiovisuels.

3. *Le contrôle d'une lecture* en essence *synthétique* peut être réalisé aussi bien en langue étrangère qu'en langue maternelle. Les procédés employés en langue maternelle peuvent être a) des tâches formulées en langue maternelle ou en langue étrangère se résolvant en langue maternelle ; b) des traductions de la langue étrangère en langue maternelle de tout le texte ou des fragments de texte.

L'emploi de la langue maternelle est nécessaire aussi , quand on doit valorifier et interpréter d'une manière plus profonde un texte et on n'a pas la possibilité de le faire faute de niveau de connaissances des apprenants.

A une lecture *analytique* d'un texte posant des problèmes d'expression , le contrôle en langue maternelle est absolument nécessaire.

Une lecture analytique suppose aussi la traduction et la description partielle du contenu en langue maternelle ; à mesure que l'apprenant avance dans son étude de la langue on diminuera le poids de la langue maternelle. Les renseignements obtenus par lecture pouvant être transmis aussi bien en langue étrangère qu'en langue maternelle.

Un type de traduction très utile au processus d'enseignement c'est la traduction libre, d'après le sens. Ce genre de traduction contribue essentiellement au développement des compétences de communication écrite. La traduction libre de langue maternelle en langue étrangère est une activité importante qui aide à l'exposition de différents contenus en langue

étrangère quand les connaissances de grammaire et de lexique ne sont pas trop vastes. Par ce genre de traduction les moyens lexicaux et grammaticaux inconnus au parleur seront remplacés par d'autres moyens ou seront éliminés, l'information restant presque intacte.

4. En ce qui concerne *l'écrit* on procède par confrontation, en commençant par les lettres : a) les lettres identiques pour les deux langues et qui représentent les mêmes sons ; b) les lettres apparaissant seulement en langue étrangère ; c) les lettres qui existent dans les deux langues mais qui représentent des sons différents ; d) les lettres qui se ressemblent ; e) des groupes de lettres qui représentent un certain son.

En conclusion, on peut affirmer qu'un enseignement solide des langues étrangères peut être réalisé seulement sur la base d'un apprentissage conscient appuyé sur la langue maternelle. Cette idée est devenue un principe de l'enseignement des langues étrangères.

Bibliographie: 1. Emil Bâldescu, Cartea școlară între tradiție și inovație, Craiova, 1981. 2. Institutul de științe pedagogice, Folosirea cunoștințelor de limba maternă în predarea limbilor străine (engleza, franceza, germana), București, 1956. 3. Ion Cerghit, Metode de învățământ, Editura didactică și pedagogică, București, 1980. 4. L'enseignement et la pédagogie en Roumanie, B.C.P., vol. 6, București, 1988.

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET DE LA STABILITÉ OXYDATIVE DES ÉMULSIONS ALIMENTAIRES

Sturza R., Dragancea V., Vrîncean M., Cojocaru T.
(Universitățile Tehnice de Moldavie, UTM, Chisinau, Moldavie)

The work presents the study over typical food oil-in-water emulsions fortified with inorganic iron introduced as ferrous sulfate and animal proteins represented by caseins. The study includes the analysis of physico-chemical properties of emulsions depending on the environmental factors and emulsions' stabilization by proteins as emulsifying agents.

1. Introduction

La problématique du fer pour l'organisme humaine est bien évidente, et les conséquences des carences en ce micronutriment sont assez graves. La déficience en fer est reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé comme étant un problème important de la santé publique.

Les émulsions alimentaires sont des produits très populaires, la consommation fréquente de la mayonnaise et du beurre est bien connue. La fortification alimentaire et la stabilisation du fer dans les produits alimentaires ont été choisies comme des stratégies primordiales pour solutionner le problème de la déficience en fer.

Les objectifs de la présente étude sont les suivantes: formulation des émulsions alimentaires enrichies en fer; analyse des propriétés physico-chimique et de la stabilité oxydative des émulsions enrichies en fer.

2. Matériaux et méthodes

Les études ont été effectuées sur les émulsions huiles/l'eau (H/E), de type mayonnaise, en utilisant l'huile de tournesol double raffiné et désodorisé, la caséine, la substance tensioactive- cremodan SE 68. L'émulsification a été effectuée en plusieurs étapes à l'aide d'un homogénéisateur rotot-stator à 23 tours/min.

Les dimensions des particules des émulsions ont été évaluées via le microscope électronique (Scanning Electron Microscope VEGA TS 5130) et on a calculé la surface spécifique des gouttelettes S, exprimée en m^2/cm^3 à l'aide de la formule (1):

$$S_{sp} = \frac{6}{D_{[3,2]}} \quad (1)$$

où $D_{[3,2]}$ [μm] est le diamètre moyen de la sphère qui aurait la même surface que les particules.

Pour l'estimation de l'indice de crémage, 10 ml d'émulsion a été transféré dans un tube-à-essai, hermétiquement bouché, et gardé à la température de chambre. L'émulsion se stratifie en temps et on a mesuré la hauteur de la couche sérique et de l'émulsion. L'indice de crémage a été calculé selon la relation suivante :

$$I.C. = \frac{H(S)}{H(E)} \times 100\% \quad (2)$$

où : $H(S)$ – hauteur de la couche sérique (divisions de 0,1 ml), $H(E)$ – Hauteur de la couche d'émulsion (divisions de 0,1 ml)

La charge protéique des émulsions présente une caractéristique très importante des systèmes émulsionnés. On a calculé la charge protéique à partir de la surface spécifique des gouttelettes selon la formule suivante :

$$\Gamma = \frac{\%P_{ads} \cdot [P]}{S_{sp} \cdot [H] \cdot r_{huile}} \quad (3)$$

où : $\%P_{ads}$ – pourcent des protéines adsorbées ; $[P]$ - taux des protéines en émulsion ; S_{sp} - la surface spécifique ; $[H]$ - pourcent de l'huile dans la mayonnaise ; ρ_{huile} - densité de l'huile ($\rho_{huile} = 0,9$).

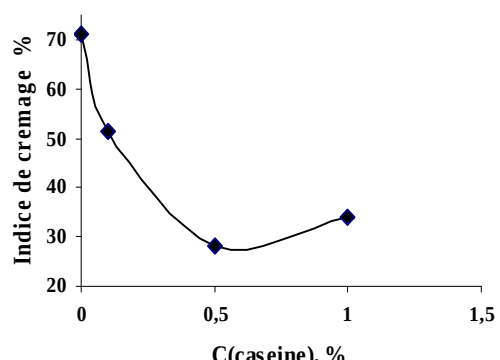
La formation des produits primaires de l'oxydation des lipides a été suivie par le dosage des diènes conjugués (DC), qui absorbent dans l'ultraviolet au voisinage de 232 nm [5]. L'analyse a été effectuée à l'aide de spectrophotomètre SF-46 par la mesure de l'absorbance à cette longueur d'onde des lipides dilués dans l'isopropanol.

3. Résultats et discussion

La stabilité d'une émulsion est fortement dépendante des plusieurs facteurs : sélection de l'émulsifiant, l'énergie apportée lors de l'homogénéisation, composition des phases de l'émulsion, pH, la température, etc. Les émulsions alimentaires contenant des liquides émulsionnés constituent des systèmes très complexes, dont la stabilité est régie par de très nombreux facteurs intrinsèques au produit ou externes.

Une émulsion, obtenue uniquement avec de l'huile et de l'eau, est très instable et les deux phases se séparent rapidement à cause à la différence de densité des deux liquides. L'ajout d'émulsifiants (appelés aussi surfactants) permet d'obtenir des émulsions plus stables dans le temps.

Pour l'ensemble des émulsions examinées, les diamètres moyens en surface s'étendent de $0,69 \pm 0,07 \mu\text{m}$ à $1,1 \pm 0,10 \mu\text{m}$. La distribution de la taille de particules de la mayonnaise témoin et enrichie en fer est présentée dans la figure 1.



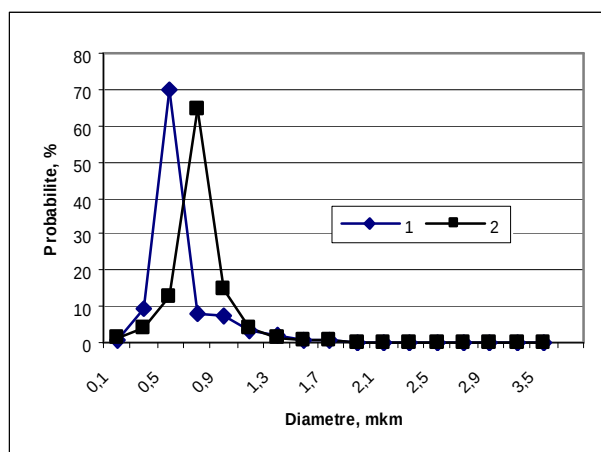


Fig. 1. Distribution de la taille de
Fig. 2 Variation de l'indice de
particules de la mayonnaise :
crémag en fonction de la concentration
témoin – 1 ; enrichie en fer (4 mg%) – 2
de la caséine;

$C_{\text{Fe(II)}} = 4 \text{ mg}/100 \text{ ml émulsion}$; $\text{pH} = 4$

Les données obtenues ont permis de calculer la surface spécifique des gouttelettes à l'aide de la formule (1).

Ainsi, on a déterminé que la surface spécifique de la mayonnaise témoin est de $8,696 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, et pour la mayonnaise enrichie $S = 6,667 \text{ m}^2/\text{cm}^3$. Les données expérimentales dénotent, par conséquent, que les émulsions obtenues ont une surface spécifique bien développée, stabilisée par l'action commune du surfactant de faible poids moléculaire et par les caséinates.

L'analyse de l'influence de la concentration de la caséine sur la stabilité des émulsions a montré que la valeur minimale pour l'indice de crémage (qui correspond à la stabilité maximale) est pour la concentration de 0,5 % (figure 2). A des concentrations plus élevées on constate une légère augmentation de l'indice de crémage. Les liaisons entre cations et caséines sont, lorsqu'elles sont de nature électrostatique (cas du Ca, Mg, Na, K) sensibles aux variations de force ionique. Toute augmentation de force ionique induisant une diminution du pH_i de la caséine, se traduit par une capacité de liaison du cation par la caséine réduite. A l'opposé, si les liaisons sont de coordination (de même cas du fer) la variation de la force ionique n'a pas d'influence sur la fixation [2].

La charge protéique des émulsions présente une caractéristique très importante des systèmes émulsionnés. On a calculé la charge protéique de à partir de la surface spécifique des gouttelette selon la formule (3). La charge protéique sera de $0,83 \text{ mg protéine}/\text{m}^2$, cette valeur de la charge protéique est considérablement plus faible par rapport à celle connues pour les caséines permettant de stabiliser durablement une émulsion [3]

En considérant la surface spécifique des globules de gras dans la mayonnaise enrichie en fer, le taux des protéines, présentes dans la phase aqueuse suite à la chélation du fer exogène a été calculé - $\%P_{\text{ads}} = 0,98$; $\%P_{\text{aq}} = 1 - \%P_{\text{ads}} = 0,02$ (2%). Ce fait entraîne une affaiblissement non significatif de la charge protéique des globules des gras $\Gamma = 0,81 \text{ mg protéine}/\text{m}^2$.

Les émulsions alimentaires ont une phase aqueuse relativement complexe contenant un grand nombre d'ingrédients avec d'éléments susceptibles d'exercer un pouvoir pro- ou anti-oxydant. Outre sa composition, la phase aqueuse est caractérisée par différents paramètres physico-chimiques tels que le pH qui peuvent intervenir sur le développement de l'oxydation. Le pH intervient simultanément sur plusieurs caractéristiques de l'émulsion avec des effets parfois opposés sur le déroulement de l'oxydation des lipides.

Pour exercer son activité catalytique sur les acides gras insaturés ou les hydro peroxydes déjà formés, le fer ou d'autres métaux catalytiques doivent approcher la phase lipidique. Les métaux à l'état ionique étant chargé positivement, cette approche est fortement dépendante des interactions électrostatiques avec l'interface.

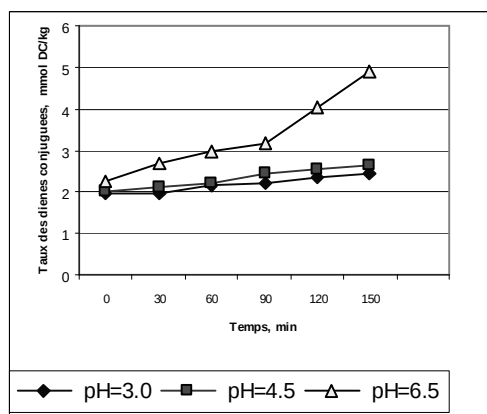


Fig. 3. Influence de la valeur du pH sur la cinétique d'accumulation des diènes conjugués: mayonnaise témoin (non enrichie en fer)

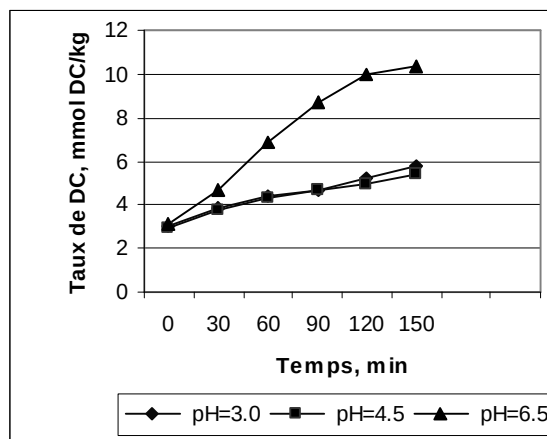


Fig. 4. Influence de la valeur du pH sur la cinétique d'accumulation des diènes conjugués: mayonnaise enrichie en fer (2 mg Fe/ 100 g)

L'oxydation des acides gras poly-insaturés s'accompagne d'un réarrangement des doubles liaisons qui passent de la position malonique à la position conjuguée. On a constaté, qu'en absence de fer les taux de DC aux $\text{pH} < \text{pI}$ varie très peu dans le temps (fig. 3.). Aux $\text{pH} > \text{pI}$ (le point isoélectrique de la caséine) le taux de DC est considérablement plus élevé. Ce fait est relié, bien évidemment, à l'oxydation induite par les traces des métaux, présentes dans le milieu émulsionné. En présence du fer (2 mg Fe/100 g du produit) le taux de DC aux $\text{pH} < \text{pI}$ varie d'une façon similaire aux pH examinés. Aux $\text{pH} > \text{pI}$ l'oxydation est beaucoup plus importante, et l'allure de la courbe montre, que l'oxydation est beaucoup plus rapide, qu'aux valeurs du $\text{pH} < \text{pI}$ (fig.4.)

Dans le cas des émulsions stabilisées par les protéines, la charge portée par l'interface est déterminée par le pH de la phase aqueuse et le point isoélectrique de la protéine. Lorsque le pH est inférieur au pI de la protéine, celle-ci est chargée positivement. Les interactions des métaux avec l'interface seraient alors minimisées du fait de répulsion électrostatiques, ce qui limiterait le développement de l'oxydation. A l'inverse, quand le pH est supérieur au pI de la protéine, la surface des gouttelettes est chargée négativement, des interactions avec les métaux pourraient avoir lieu et l'oxydation serait favorisée.

Ainsi, la stabilité oxydative des émulsions enrichies en fer aux $\text{pH} < \text{pI}_{\text{cas}}$, fabriquées avec les caséines est, probablement, liée à l'activité antiradicalaire des caséines qui se traduit par le piégeage des ions métalliques (le fer, dans le cas examiné) dans la phase aqueuse. Il n'est pas toutefois exclu que d'autres facteurs tels que la structure ou l'épaisseur du film interfacial puisse contribuer à la stabilité oxydative du système examiné.

4. Conclusion

Les dimensions des gouttelettes de gras et la distribution des particules de la mayonnaise témoin et enrichie en fer ont été évaluées. Les diamètres moyens en surface s'étendent de $0,69 \pm 0,07 \mu\text{m}$ à $1,1 \pm 0,10 \mu\text{m}$. L'ajout de supplément ferreux à la mayonnaise entraîne une faible augmentation de la taille des gouttelettes

La charge protéique et la surface spécifique des globules de gras de la mayonnaise témoin et enrichie en fer ont été mesurées. L'addition du supplément ferreux entraîne un affaiblissement non significatif de la charge protéique. Une compétition entre le surfactant de faible poids moléculaire et la caséine a lieu, ce qui a comme conséquence la diminution de l'aire interfaciale, occupé par la protéine.

L'oxydation de la phase lipidique de la mayonnaise dans les conditions de vieillissement a été suivie par la mesure des produits primaires de l'oxydation des lipides – diènes conjugués. Les interactions des métaux avec l'interface seraient alors minimisées du fait de répulsion électrostatiques, ce qui limiterait le développement de l'oxydation. Les groupements phosphosérylle de la caséine piègent le fer loin des gouttelettes de la phase lipidique.

References: 1. Dickinson E., Enston S.R., Woskett C.M. Competitive adsorption of food macromolecules and surfactants at the oil-in-water interface. *Progress Colloid and polymer sci.*, 82, 65-75, 1990. 2. Gaucheron F. Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. 330 ; 84-94 ; 438-443, Paris. 2004. 3. Chan H., Autoxidation of unsaturated lipids, Academic Press, London, 141-150, 1993. 4. Klein R.A. The detection of oxidation in liposome preparation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 210, 486-489, 1970. 5. van Ruth S.M., Roozen J.P., Posthumus M.A., Volatile composition of sunflower oil-in-water emulsions during initial lipid oxidation: influence of pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 4365-4369, 1999.

HIGH STORAGE SYSTEM AS AN ADDITIONAL MODULE FOR THE MODULAR PRODUCTION SYSTEM (MPS)

Świder J., Wszolek G., Reclik D.

(Silesian University of Technology, Gliwice, Poland)

This document describes the newest didactic station integrated with a Modular Production System (MPS) model [1, 2]. It is in laboratory of Institute of Engineering Processes Automation and Integrated Manufacturing Systems at the Silesian Technical University in Gliwice, Poland. It is a module of high storage. This arrangement is the perfect didactic item for students. It permits them to get to know better the programming and service of advanced logical controllers and range of visualization of production and assembling processes. During the laboratories students can get to know about the newest technical solutions about management of technological process and its connection with automatic storing system.

1. Introduction

Institute of Engineering Processes Automation and Integrated Manufacturing Systems tries to do all its best to develop its didactic offer which is directed to its students. One of the most interesting systems is high storage module, which gives possibility to demonstrate to the students the brand new world trends in automatic warehouse and high storage systems. Although this system is only a didactic model, it is built from fully industrial elements. Fig. 1a shows the photography of this model.

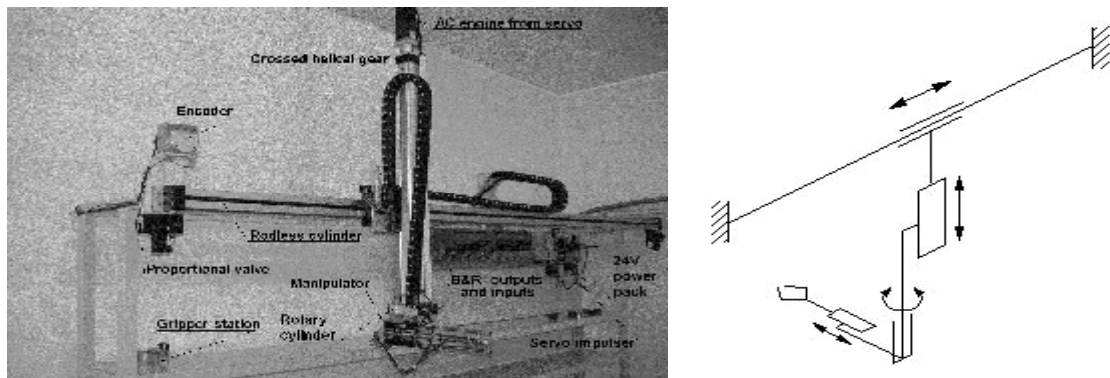


Fig. 1. a) Photograph of the high storage system, b) The kinematical chain of the warehouse

Fig. 1 a shows the superior idea of the kinematical chain of the high storage system. To broaden the knowledge, using only one laboratory stand, all of the warehouse's kinematical pairs were built from the various transmissions. The management of the system working was visualised by using the advanced PLC from B&R Company with integrated touch panel [6, 7].

2. System description

The servomechanism of the B&R Company is used for moving the vertical axis of manipulator, which is integrated with warehouse [8, 13]. Thanks to this kind of motion system the manipulator can get a position with higher precision. It is necessary if we are moving objects using manipulator and when we want to change the gripper. This kind of motion system is used to develop our students skills. The servomechanisms are a tremendous example of position and speed controlled systems. During the laboratory occupations students learn how the servomechanisms are built, which problems they can solve and where they can use them.

To improve didactic values laboratory stand consists in many various cylinders. For horizontal axis transmission there is used rodless cylinder which is controlled in proportional technique [4, 11, 12, 15]. Using this kind of cylinders permits to get to know better the different way of industrial linear transmission. Pneu-Stat pressure regulators (valves controlled in proportional technique) use the PLC analogue outputs. It helps our student to understand the most important ideas of digital to analogue converters, e.g. their industrial applications and the methods of their programming.

During the classes objects with automatic pressure control are discussed. The encoder is used to measure the position. It is integrated with the reel. Showing the way of installation the rotation-to-pulse converters in industry and the way of connections these types of measuring systems with PLC were the main reason, why this kind of solution was chosen [14]. The position control system demands the connections with information about set position and the information about current position from the programmer. During the laboratory classes students can see how the control algorithm works. This algorithm exchanges gathered information about positions (set and current) for analogue signals which controls the proportional valves. The students' task is to choose the best pressure parameters, which brings satisfactory speed of the system. It must guarantee the fluency of acceleration and braking, and also the stability of system working.

3. The manipulator's description

To assure the possibility of manipulating the objects, which are in a warehouse, the two degrees of freedom manipulator is placed. The rotation cylinder, which has 180 degree of working span, assures the rotary motion [4, 12]. Fig. 2 shows the manipulator of the high storage.

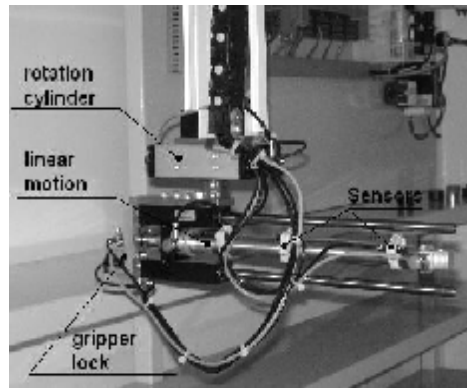


Fig. 2. Manipulator's photography

Using this type of controlled system permits students to get to know better of pneumatic cylinders with rotary motion. To assure the feedback of information, which achieved extremely position, contact sensors are used. In order to achieve proper positions inside of the warehouse piston rod cylinder which moves in linear way is applied [4, 12]. The information about achieving the extremely positions are delivered to PLC by contact sensors system.

There is used fully industrial motion system. It has air mufflers systems and speed controlling systems of principal motion. By using the proper sensors it is possible to show how the task of gathering information about current position of the manipulator can be solved [4, 12]. What is more, students get acquainted with sensors which are often used in the industry. During the laboratory students can get to know better where sensors can be applied in, how they work and the solutions of their applications.

Manipulating of the elements, which have various shapes, is possible because the manipulator has automatically gripper exchange system with quick-release joint. This joint delivers the working medium to the gripper. This solution makes possible locking and unlocking the gripper. The proper algorithm assures the right place for gripper in a gripper's station, after that the gripper is automatically lockout. The manipulator without the gripper moves to the next, given gripper station. If it happen, the another gripper is automatically locked and the algorithm, applied to exchange the grippers, is finished.

The reason of building the grippers changing system was to assure the correct work using every accessible gripper. The proper sensing and constant, static gripper's position make this controlling system change the gripper, currently used, to another one, required in given operation. What is more, it can happen anywhere any time. After gripper exchanging the manipulator returns automatically to the position where the changing process has begun.

The superior controlled system, which is based on B&R, manages the working of the warehouse [6, 7, 13]. Fig. 3a shows where the outputs of the controller are. Thanks to CANBUS the outputs can communicate with the central processing unit, which is equipped in touch panel. The modules are situated in the visible place in the back of the warehouse.

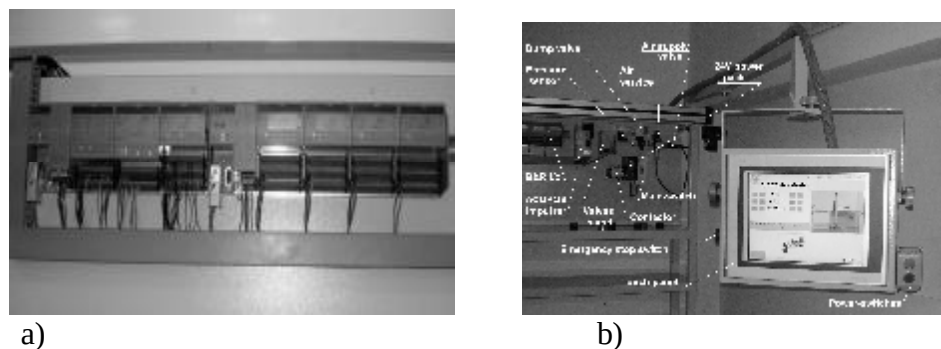


Fig. 3. a) B&R controller outputs and input, b) Photography of touch panel working

It was done to show to students the industrial solutions of controlling the pneumatic systems. To show the trends of integration and reducing the dimension of executable modules there was used a valves island by NORGREN HERION [4, 12]. During the labour students can set the logical states of the valves island by using PLC. The logical controller B&R, applied in the system, is setting by the Automation Studio software. During the labour students are taught how they should use this software. The Automation Studio makes also visualization of the whole process possible [8, 9, 13].

It is an innovatory solution of the setting PLC's software. It happens so, because Automation Studio software can use five languages of programming [9, 13]. The simplest one is very popular language which we know as the "ladder diagram" and the more advance is the implementation of C language. B&R Company made brand new programming language called AUTOMATION BASIC [10, 13]. This solution shows very interesting data exchanges between all of these languages. The Automation Basic has very interesting way of showing the variables. The data are kept as variables, which permits the programmers to forget about addressing the memory. The whole project is divided on tasks which have specified the working frequency. Thanks to this system's working has many tasks and there is possible to assign different functions to the independent tasks. Thanks to keeping the dates as the variables there is possible to create a project, which is based on these five programming languages. It can happen because the information is exchanged between these languages automatically. Automation Studio software makes possible the creation of extra task, which is basing on system data and changing paintings actually displayed on panel [9, 13]. This kind of tasks is used to create visualization of the high storage system's work [6, 9, 10, 13]. Fig. 3b shows the example of the warehouse's work visualization. The logical controller, that was applied, is useful in teaching process of programming and it shows how to connect the logical controllers with external world. It happens so because this controller can communicate with external world across ETHERNET, PROFIBUS and also across RS232 computer.

To initialize Ethernet connection the Ethernet Powerlink is used [5, 13]. It is a strict, deterministic real-time protocol based on fast Ethernet (100 MBit). Time-isochronous transfer of cyclic I/O and motion data is supported along with asynchronous communication between network nodes - a part of network bandwidth is reserved to this end.

4. Conclusions

The high storage system owns lots of didactic values, because it is a kind of review of the newest trends in controlling and regulating systems. This system consists in elements which are used often in industrial applications. What is more, during the laboratory students develop their own skills and they gain experience.

This work has been conducted as a part of the research project No. 4 T07C 01827 supported by the Committee of Scientific Research in years 2004-2007.

References: 1. J. Świder, Wszolek G.: The methodical collection of laboratory and project tasks of technological process control. Pneumatic and electropneumatic systems with logical PLC control. Silesian University Publishing Company, Gliwice 2003 (in Polish), pp. 270, 2. J. Świder (redaction): Control and Automation of Technological Process and Mechatronic Systems. Silesian University Publishing Company, Gliwice 2002 (in Polish), pp.546, 3. J. Kosmol, Numerical Control Machines' servomechanisms, WNT, Warsaw, 1998, 4. NORGREN HERION's catalogue of pneumatics elements, Engineering advantage, IMI Norgren, 2003, 5. B&R's catalogue, Ethernet Powerlink, B&R 2004, 6. B&R's catalogue, PC Innovations, B&R 2004, 7. B&R's catalogue, X20 System, B&R 2004, 8. B&R's catalogue, Controls, Motions, Operator Interface, Communications, B&R 2003, 9. B&R Automation Studio Quick Start, B&R 2004, 10. B&R Automation Basic Manual, Language reference, B&R 2004, 11. Proportional technology – precise control of pressure and flow, ASCO JOUCOMATIC, 2003, 12. www.norgren.com, 13. www.br-automatin.com, 14. www.wobit.pl, 15. www.ascojoucomatic.com.

THEORETICAL CONSIDERATIONS REGARDING THE SURFACE ROUGHNESS BY SUPERFICIAL PLASTIC DEFORMING WITH CENTRIFUGED BALLS

Tanasa R.E., Munteanu A., Carp I., Grănescu, T., Slătineanu, L. (TUI, Jassy, Romania)

In this paper, some theoretical considerations regarding the surface roughness by superficial plastic deforming with centrifuged balls are presented, following to obtain the roughness variable R_a in accordance with different parameters.

Introduction.

The smoothing through plastic deforming by the using of centrifuged balls is considered a simple and economic method of fine processing and also of hardening for the metal parts' surfaces. The method can be successfully applied for cylindrical surfaces (internal and external) and also for plane surfaces.

For processing the external cylindrical surfaces, there can be used a device mounted on a lathe, whose cinematic scheme allows the rotation with different number of rotations per minute (tangential velocity) of the disk shaped tool. The disk is endowed with hard metal balls, which can displace along some radial channels.

The high quality of the cold plastic deformation method of the surfaces is justified by the advantages compared with the cutting process, with traditional or abrasive tools:

- decreasing of the roughness surface, therefore in many cases, we can drop out the thermal treatment (cementing, hardening, recrudescence, etc., especially for the big parts which manifest difficulties while thermal treatment); in this case, we can replace the alloyed steels with non-alloyed ones;

- 3-4 times increase of the functional hardness, especially if the hardening is made on a bigger deepness, with the purpose of increase of the fatigue compared to the parts manufactured by cutting, fact which is a positive aspect to the machine or equipment reliability; in many cases, the elimination of finishing/smoothing operation (grinding, honing, super finishing, etc.) which leads to a decrease of the final costs;

- obtaining a high precision, if we apply it after the cutting manufacture, when the depth of the superficial deformed layer reaches up to a few millimeter tenth (0,3-0,8mm); it creates a continuous fiber layer, where the granules are lengthening;
- the tool consumption is quite reduced; with one tool only, sometimes we can manufacture up to 30000 -50000 parts and their constructive simplicity makes them profitable, even for the unique and individual manufacture;
- work performance for this kind of manufacture can grow up to 5-15 times compared with grinding, and the pieces obtained by this method have a superior quality.

Theoretical consideration

The irregularity assemblies that represent the real surface relief and that are conventional defined in the limits of some sections without shape deviation are called *the surface roughness*. These irregularities appear due to oscillation movements of the tools tip, friction of the tools edge on the part surface, high frequencies vibrations of the tool or of the machine-tool. The presence of irregularities on the part surface has, in hard work conditions, some disadvantages: narrowing the effective contact surfaces, worsening the friction and functioning conditions of the part, decrease of the resistance to alternate efforts of the material by tensions summing, decreasing the tightness and variation in the effective dimensions of the piece. On the other hand, the absence of these elements makes impossible maintaining the oil film on the contact surface by normal oiling. The roughness is established in accordance with the working terms, correspondent to: working speed, contact surface size, stress size and characteristics, the precision of the dimensions and of the geometric shape.

A surface is so smooth that the R_a number is smaller. There are 14 classes of roughness, noted by NO....N13, in which the roughness value R_a is between the limits 0,015...100 μm .

The influence parameters of the roughness are: the geometric parts of the tool (by the beam of the pin tool, tool clearance, rake angle, angle of inclination), the cutting edge micro geometry (by usage tool, the roughness of the back edge and front face), the cutting conditions parameters (speed, feed, depth of cut), the physical-mechanic properties of the work-piece material, cutting oil and the technological system rigidity.

The surface roughness after the manufacturing process exert an influence on the working behavior of machine parts (corrosion resistance, endurance of stress, resistance to wear, and fitting character).

In this paper, we consider 3 different roughness analysis operations: recess, finish cut, smoothing, for a steel containing 0.45 % C.

This manufacturing process and their main correspondent entrance parameters are indicated in table 1.

Table 1. Input parameters values

Parameters	Roughing Turning	Finishing Turning	Smoothing
R_{ai} [mm]	3.2	1.6	0.8
v_s [m/min]	17.67	17.67	17.67
n_p [rot/min]	80 63	125 100	160 100
S_l [mm/s]	0.46 0.5	0.212 0.302	0.118 0.177
d_b [mm]			3 8
D [mm]			200

In the table 1, we used the symbols: R_{ai} -the initial roughness of the working surface, v_s -speed of tool, n_p -piece revolution, S_l -longitudinal feed, d_b -balls diameter, D -tool diameter.

For plastic deformation process with centrifuged balls, that can be compared with the smoothing process and taking in concern the factors contained in *Table 1*, we can observe that the roughness of the surface obtained R_{af} , after processing, can be a function of type (1):

$$R_{af} = f(R_{ai}, v_s, n_p, S_l, d_b, D) \quad (1)$$

To obtain a mathematical model by the using of the relation (1), for the roughness, we use the experimental plans from Taguchi method.

The theoretical planning experiments

A study of the processing system by the using of the experimental planning provides information about the working conditions (input parameters), parameters that depends on the process and the conditions used to evaluate the system performance. This experimental planning aims to reduce the costs, the human necessity, the materials and the overall time required to perform the task. For our study of could inelastic deformation processing with hitting balls (spheres), we have proposed the following input parameters: tool velocity (v_s) and revolution (n_p), longitudinal feed (S_l), ball diameter (d_b), initial roughness (R_{ai}) and the instrument diameter (D). These parameters are used in the mathematical models that evaluate the performance of the analysed production process.

Before actually perform the experiment, one has to study the feedback of the system, i.e. the response of the system on different input factors. G. Taguchi [1] suggested an original method that allows determining the experiment planning, minimums and orthogonally starting from several standard tables associated with linear plots of the model interactions.

After a careful analysis of the input factors, considering tool revolution, longitudinal feed and two levels for balls diameter, we have determined that the minimum number of experiments we had to make is five. The degree of freedom was calculated with relation (2), that is not taking into account the influence of the tool velocity, initial roughness and instrument diameter because they were considered only at one level.

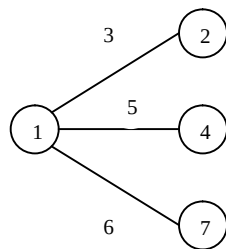
$$Y = M + n_p \cdot En_p + S_l \cdot ES_l + d_b \cdot Ed_b + n_p \cdot d_b \cdot In_p d_b \quad (2)$$

In relation (2), M is media, En_p is the effect of n_p parameter, ES_l is the effect of the longitudinal feed, Ed_b is the effect of the balls diameters and $In_p d_b$ is the interaction between the effect of the parameters n_p and d_b .

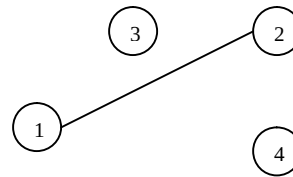
In order to perform all 5 experiments, we are choosing the table L8 and the Taguchi graph (see table 2). In the experiments table, one can change the all three input parameters to obtain the best optimized experiment.

Table 2. Experimental planning determined with Taguchi method.

Nr. of experiments	1[n_p]	2[d_b]	3[$n_p d_b$]	4[S_l]
1	1	1	1	1
2	1	1	1	2
3	1	2	2	1
4	1	2	2	2
5	2	1	2	1
6	2	1	2	2
7	2	2	1	1
8	2	2	1	2



Standard Taguchi graph



Modified Taguchi graph

Fig.1. Taguchi's graphs

The linear Taguchi graphs can be modified by the using of some simple rules; for example, we discard the factor seven because it is on a single level and we neglect the interactions one and four as being un-meaningful.

Conclusions

The experimental plane Taguchi has a lot of advantages, strict planning experiment, in accordance with the initial object defined, the final roughness surface processed by cold plastic deformation, and also a considerable decrease of the experiments number compared to the traditional step by step technique. Another objective taking in concern is getting a mathematical model of the studied system.

The method of processing by surface plastic deformation by the using of the percussion with centrifuged balls can be applied at smoothening the metal parts' surfaces with better roughness.

References: 1. Ross, P., J., Taguchi techniques for quality engineering, International Edition, 1989, ISBN 0-07-053866-2. 2. Nanu, A., Tehnologia materialelor, Bucuresti, Editura Didactica si Pedagogica, 1983. 3. Gramescu T., Slatineanu L., Upon some theoretical aspects at metallic surfaces' smoothing with centrifuged balls, Iasi, Buletinul Institutului Politehnic, Tom LII (LVI), Fasc.5A, 2006. 4. Gavrilas , I., Maier, A., Netezirea si ecrusarea suprafetelor prin rulare, alunecare si lovire, Bucuresti, Editura Tehnica , 1972. 5. Lupescu, O., Netezirea suparfetelor prin deformare plastica si durificare la rece a otelurilor, Iasi, Editura Junimea, 1999. 6. Picos, C., Pruteanu, O., et. Al, Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanicaprin aschiere.Manual de proiectare. Vol.I, Chisinau, Editura Universitas, 1992. 7.*** Iacobescu, T. Tehnologia materialelor. Available at www.actrus.ro/biblioteca/cursuri/tehnica-

SIMULINK MODELS OF $\Delta\Sigma$ MODULATORS FOR FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS

Teodoru E., Demeter Ș. (AFT, Sibiu, Romania)

$\Delta\Sigma$ modulators are high-performance circuits with a very important contribution to the evolution of many wireless devices. Fractional-N frequency synthesizers have also increased their performances – wider bandwidth, fine resolution, faster locking times, lower spur content, lower N division ratio – by incorporating this solution. The paper presents some aspects concerning the behavior of $\Delta\Sigma$ modulators in fractional-N synthesis, using Simulink models as study support. The main problem in $\Delta\Sigma$ fractional-N synthesizers is the specific quantization noise and the solutions must suppress it. **Keywords:** $\Delta\Sigma$ modulator, quantization, phase-noise, frequency synthesizers.

1. The $\Sigma\Delta$ modulator

$\Delta\Sigma$ modulators are performing circuits used in different types of communication devices like analog-to-digital converters, digital-to-analog converters, mismatch shaping DACs, fractional-N frequency synthesizers – generally referred as $\Delta\Sigma$ data converters, to improve their performances. The basic principle in this class of circuits is the use of a coarse quantizer included in a feedback loop such the inevitable quantization error will be suppressed in a specific frequency band of interest. The technique is known as *quantization noise shaping* and sometimes as *delta-sigma modulation*, so devices using it are referred as $\Delta\Sigma$ modulators.

In a quantizer (fig.1) having a *quantisation step size* Δ (the amount of the quantization levels space) an inevitable, specific quantization error $e_q[n]$ (1) is generated by the process of rounding the input value of the signal r to the nearest multiple of Δ :

$$e_q[n] = y[n] - r[n] \quad (1)$$

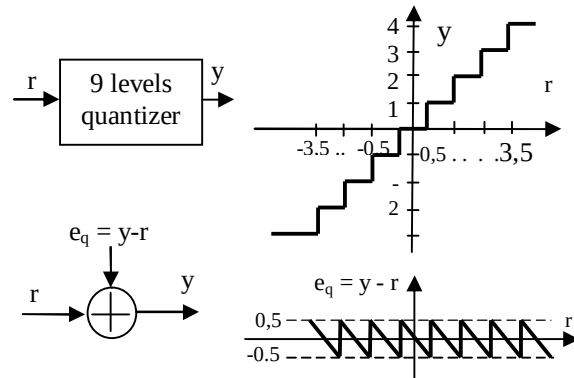


Fig.1. 9 levels quantizer

For a 9 levels quantizer, input values greater than $9\Delta/2$ or less than $-9\Delta/2$ set the output to 4Δ or -4Δ , respectively (overload situation). The range $(-4.5\Delta; 4.5\Delta)$ of the input signal is the no-overload range. The quantization error appears, by definition, like an additive noise source present to the output. The output sequence for a signal applied to such a quantizer is rich in spurious tones distributed in a large discrete-time frequency band, so the output signal will have important distortions, even after a lowpass filtration. Others structures can solve this inconvenient.

The $\Delta\Sigma$ modulator in fig. 2 consists of two discrete-time integrators preceding the quantizer and two feedback loops. Because of the transfer function of the integrators $z^{-1}/(1-z^{-1})$, a n -th output sequence component is the sum of all input

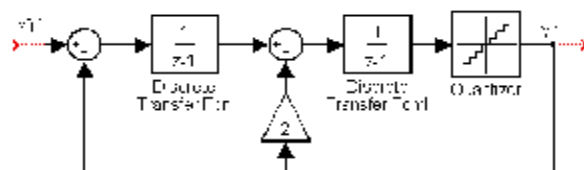


Fig. 2. A 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator

precedent samples. The system is a linear time-invariant discrete-time one, with the equation:

$$y[n] = x[n-2] + e_{qm}[n] \quad (2)$$

where $e_{qm}[n]$ is the overall quantization error of the $\Delta\Sigma$ modulator:

$$e_{qm}[n] = e_q[n] - 2e_q[n-1] + e_q[n-2] \quad (3)$$

For this modulator the quantization noise is attenuated at low frequencies and the spurious components are pushed in high frequency domain. Consider in the Simulink model in fig.2 the input sequence of the $\Delta\Sigma$ modulator a 75 kHz sinusoid plus a small signal of white noise, clocked at 75 MHz. Fig. 3 shows the output signal of the quantizer and fig. 4 the frequency spectrum of the same signal. After filtration with a LPF of 800 kHz cutoff frequency the original wave can be obtained without distortions.

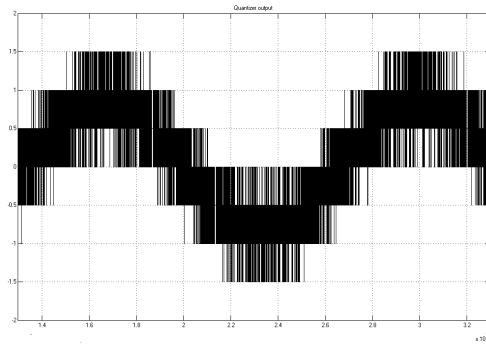


Fig. 3. The output signal of the quantizer of the 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator in time domain

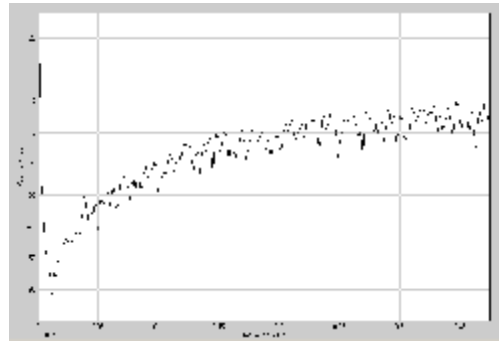


Fig. 4. The spectrum of the 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator output

The quantization noise e_{qm} of the modulator appears as the result of a lowpassing filtration in a LPF with the transfer function of $(1-z^{-1})^2$ of the additive quantization noise $e_q[n]$. It is significantly attenuated at low frequencies and has an increasing slope of 40 dB/dec above the 75 kHz component. The sequence $e_q[n]$ must have the character of white noise and this can be performed by: first, the input sequence of the modulator to have the magnitude in the range of $(-3\Delta, 3\Delta)$ ensuring by this that the modulator never overloads, and second, the noise input component to be arbitrary small, but white.

The dynamic range of a $\Delta\Sigma$ modulator is defined [3] as the sinusoidal input signal power that yields the maximum output signal-to-noise ratio (SNR) over the band of interest to that which results in an SNR of zero over the band of interest:

$$\text{Dynamic Range} = 20 \log(M-3) + 50 \log\left(\frac{f_s}{2f_{bw}}\right) - 11.1 \text{ dB} \quad (4)$$

M is the number of the quantizer levels, f_s the sampling rate of the modulator, and f_{bw} the bandwidth of the low frequency band over which the SNR is evaluated. The dynamic

range can be increased by reducing the quantization step size (increasing M) or by using higher sampling frequency f_s of the modulator.

2. $\Delta\Sigma$ fractional-N frequency synthesizers

A classical integer-N frequency synthesizer (fig.5) is a device using a reference frequency f_{ref} as input signal of a PLL to generate output signals of frequency:

$$f_0 = N \cdot f_{ref} \quad (5)$$

of great stability and poor noise content. The frequency resolution in these systems is equal to the reference frequency f_{ref} , where N is the integer programmable division ratio of the PLL. When high frequencies are needed, a high N produces a significant degradation in phase noise performance, because the reference noise and phase detector noise appears in the PLL's output multiplied [1] by N .

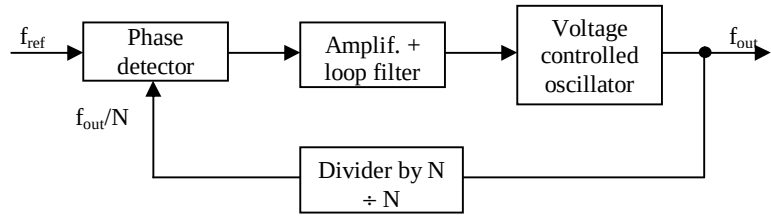


Fig.5. Basic structure of a PLL frequency synthesizer.

A fractional-N synthesizer (fig.6) allows better frequency resolutions by generating frequencies as a fractional portion of the reference frequency: $(N+k/F)f_{ref}$. The fractional-N architecture permits higher f_{ref} and consequently, faster lock times (for equal bandwidth). The output frequency results by fractional-N averaging: the division ratio is dynamically switched from N to $(N+1)$ in so a manner that k times in F reference cycles the divider is $(N+1)$ and $(F-k)$ times N . The average value of the division ratio is $N^*=(N+k/F)$. The accumulator in fig. 6 achieves this by overflowing k times in F reference cycles and the voltage controlled oscillator VCO carrier will be incremented by 2π in the same interval.

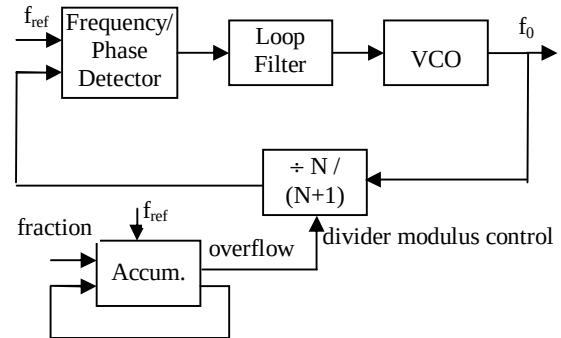


Fig.6. The structure of a fractional-N synthesizer

When the content of the accumulator is not 0, there is a phase error between the reference f_{ref} and f_{VCO}/N^* . This error increases with the accumulator value until the overflow is produced and the divider factor is incremented by 1 for a reference cycle. In the next fractional cycle the phase error continues to accumulate and the content of the accumulator will represent the actual phase error at the end of each reference cycle: Phase error (rad) = accumulator value $\times (2\pi/F)$. For an F size accumulator each increment value represents $2\pi/F$ rad phase error. These values can be used to correct the phase error to the phase detector output.

This periodic change in phase and N factor cause a spurious signal, the fractional spur, located to (f_{ref}/F) Hz away from the carrier. The classic compensation method consist to convert the accumulator content to a scaled current and correct the phase error at the end of each reference period by adding this current to the output of the charge pump circuit of the phase detector. A very small bandwidth of the loop permits also to suppress the phase noise, but a small bandwidth is not desirable, the main benefit in the fractional synthesis is the wider bandwidth that can be obtained.

In $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's (fig. 7) a $\Delta\Sigma$ modulator generates a sequence $y[n]$ consisting of independent random variables that take the values of 0 and 1 with the probability $(F-k)/F$ and k/F , respectively. By this randomization the periodicity in the selection of the divide factors is broken and the power spectral density of the fractional error becomes that of white noise.

great advantage by

The particularity in using a $\Delta\Sigma$ modulator consists in that the inherent quantization noise has the most of his power in a frequency domain above the PLL's bandwidth and can be attenuated by the low-pass filtering function of the loop. Inside the loop bandwidth the quantization noise is low enough not to affect the overall phase noise due to noise shaping.

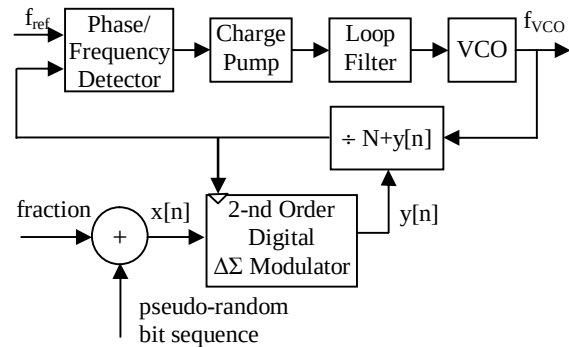


Fig. 7. $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL synthesizer

Other modulators architectures perform a better attenuation of the output phase noise. By using higher order $\Delta\Sigma$ modulators a more efficient suppression of the phase noise is performed. These modulators may incorporate a higher order loop filter and a single quantizer with more feedback loops. Modulators of MASH type are multistage $\Delta\Sigma$ modulators, comprising multiple lower (second)-order $\Delta\Sigma$ modulators in order to realize an equivalent single higher-order $\Delta\Sigma$ modulator.

3. Conclusions

$\Delta\Sigma$ modulators are components of data converters with a very important role in the behavior of many wireless devices. The main advantage by using 2nd and higher order $\Delta\Sigma$ modulators is the poor in-band noise, resulted by the specific quantization noise shaping. In the fractional-N frequency synthesizers $\Delta\Sigma$ modulators allows performances like larger bandwidth, faster lock times, reduced output phase-noise, with the price of some complexity. The aspect of a reduced specific quantization noise remains as problem to solve or to accept function of specific application. Others implementations in analog-to-digital converters, digital-to-analog converters are also used at large scale in wireless transceivers.

References: 1. W.F. Egan, *Frequency Synthesis by Phase Lock*, 2nd ed., J. Wiley, New York, 2000. 2. S. Pamarti and I. Galton, "Phase-Noise Cancellation Design Tradeoffs in Delta-Sigma Fractional-N PLLs", *IEEE Trans. on circuits and systems-II, Analog and digital signal processing*, vol. 50, no.11, pp. 829-838, nov. 2003. 3. I. Galton, "Delta-Sigma Data Conversion in Wireless Transceivers", *IEEE Trans. on microwave theory and technique*, vol.50, no. 1, January 2002, pp.302-315. 4. A. Howard, "Delta-Sigma Modulator PLLs with Dithered Divide-Ratio", Agilent EEsof EDA, 2002.

A SIMULINK MODEL OF THE REQUANTISATION INFLUENCE IN $\Delta\Sigma$ FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS PHASE-NOISE CANCELLATION

Teodoru E. E., Demeter Ș. (AFT, Sibiu, Romania)

The resolution in fractional-N synthesis results as a fractional part of the reference frequency. This category of synthesizers permits a greater f_{ref} and a smaller N, a larger loop bandwidth, faster lock times and reduced output phase-noise. In $\Delta\Sigma$ PLL's the main problem

is the specific quantization noise. To reduce them many techniques are used. The paper presents a Simulink model of the influence of the requantisation in the phase-noise cancellation process. Keywords: $\Delta\Sigma$ modulator, phase-noise, requantisation.

1. Fractional-N synthesizers

For the integer-N frequency synthesizers (PLL) the channel spacing is equal to the reference frequency f_{ref} , because the output frequency f_0 has a value of:

$$f_0 = N \cdot f_{\text{ref}} \quad (1)$$

where N is the integer programmable division ratio of the PLL. When high frequencies are needed, a high N produces a significant degradation in phase noise performance, because the reference noise and phase detector noise appears in the PLL's output multiplied [1] by N .

The fractional-N synthesizer allows frequency resolution to be a fractional portion of the reference frequency: $(N+k/F)f_{\text{ref}}$ and therefore f_{ref} can be higher than the step size between two adjacent frequencies. The main goal for using fractional-N architecture is to improve the output phase noise. Because of the higher f_{ref} , fractional-N PLL permits faster lock times (for equal bandwidth).

The simplest way to obtain fractional-N averaging is to change dynamically the division ratio from N to $(N+1)$ in so a manner that k times in F reference cycles the divider is $(N+1)$ and $(F-k)$ times N , so the average value is $N^*=(N+k/F)$. The accumulator in fig.1 achieves this by overflowing k times in F reference cycles. The VCO carrier will be incremented by 2π in the same interval. k is the programmable value that is equal to the number of times the device will divide by $(N+1)$ in a full fractional cycle and F is the value that determines the number of reference cycles that are in each full fractional divide cycle. F represents the size of the counter in the accumulator and k the value that is added to this counter each reference cycle.

When the content of the accumulator is not 0, there is a phase error between the reference f_{ref} and f_{VCO}/N^* . This error increases with the accumulator value until the overflow is produced and the divider factor is incremented by 1 for a reference cycle. Each time the overflow is produced a full cycle of the VCO is "swallowed" and the phase error is reduced by 2π . In new fractional cycle the phase error continues to accumulate and the content of the accumulator will represent the actual phase error at the end of each reference cycle: Phase error (rad) = accumulator value $\times (2\pi/F)$. For an F size accumulator each increment value represents $2\pi/F$ rad phase error. These values can be used to correct the phase error to the phase detector output.

The abrupt change in phase and the periodic change of the N factor cause a spurious signal, the fractional spur, located to (f_{ref}/F) Hz away from the carrier. The classic compensation method consist to convert the accumulator content to a scaled current and correct the phase error at the end of each reference period by adding this current to the output of the charge pump. A very small bandwidth of the loop permits also to suppress the phase noise, but this negates the main benefit of the fractional synthesis, the wider bandwidth that can be obtained.

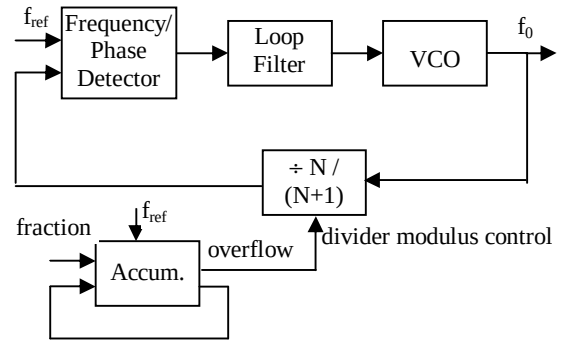


Fig.1. Basic structure of a fractional-N synthesizer

In $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's (fig. 2) a $\Delta\Sigma$ modulator generates a sequence $y[n]$ consisting of independent random variables that take the values of 0 and 1 with the probability $(F-k)/F$ and k/F , respectively. By this randomization the periodicity of the divide factors is broken and the power spectral density of the fractional error becomes that of white noise. The sequence $y[n]$ can be written as [3]:

$$y[n] = x + e[n] \quad (2)$$

where x is the desired fractional ratio and $e[n]$ is undesired zero-mean quantization noise (white noise).

The particularity in using a $\Delta\Sigma$ modulator consists in that this inherent quantization noise has the most of his power in a frequency domain above the PLL's bandwidth and can be attenuated by the low-pass filtering function of the loop. Inside the loop bandwidth the quantization noise is low enough not to affect the overall phase noise due to noise shaping.

2. The correction technique

In [2] is given a cancellation technique of the phase-noise in $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's. Without cancellation, this phase noise is given by the quantization noise $e_Q[n]$ from the second order $\Delta\Sigma$ modulator by injecting each reference period a charge sample $Q_Q[n]$ in the loop filter. With this technique a charge sample of opposite sign $-Q_Q[n]$ is added in the loop filter at same time to compensate $e_Q[n]$. The sample charge sequence is modeled as:

$$Q_Q[n] = I_{CP} T_{VCO} \sum_{k=n_0}^{n-1} e_Q[k] \quad \dots\dots\dots$$

where I_{CP} is the nominal charge pump current, T_{VCO} the nominal period of the VCO output, and n_0 an arbitrary starting time index. A cancellation DAC generates scaled current pulses added to the charge-pump error current pulses. This process must correct the quantization error without introducing others errors and depend on the order L of the $\Delta\Sigma$ modulator. A bandwidth extension $\lambda = B_{new} / B_{old}$ is achievable by the cancellation process with a good approximation value of:

$$\lambda \approx \left| \frac{1}{\beta} \right|^{\frac{1}{L-1}} \quad (4)$$

where β is the normalized gain mismatch between the charge pump current and the DAC current (the DAC current is $(1+\beta)I_{DAC}$ instead of I_{DAC}).

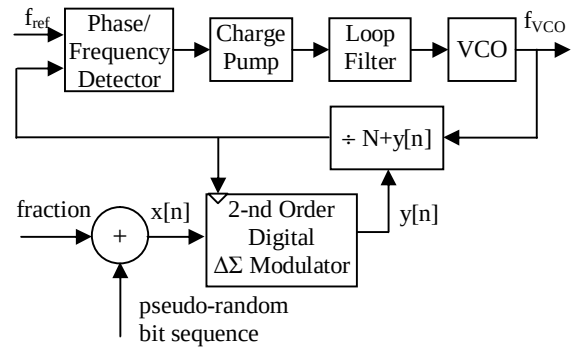


Fig. 2. $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL synthesizer

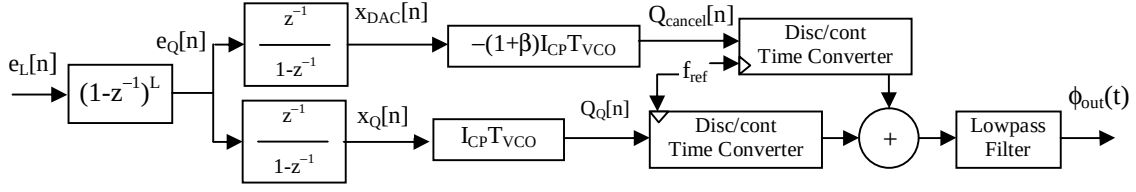


Fig.3. The model of the cancellation technique

To reduce [2] the required performance of the cancellation DAC by requantisation, only the most significant bits of the sequence $e_Q[n]$ are used to obtain the compensation current. Without requantisation, the DAC would process a 15 bit word and with requantisation, only a 7 bits word. This truncation of the command word generates phase noise in the PLLS's output.

The requantisation is accomplished with an M th-order $\Delta\Sigma$ modulator, having a LSB of Δ_{RQ} . The requantisation error $\hat{e}_Q[n] - e_Q[n]$ generates an error charge added to the loop filter every reference period. The requantisation error can be modelled as an additive source obtained by passing the sequence $e_M[n]$ of the $\Delta\Sigma$ requantisation modulator through M discrete

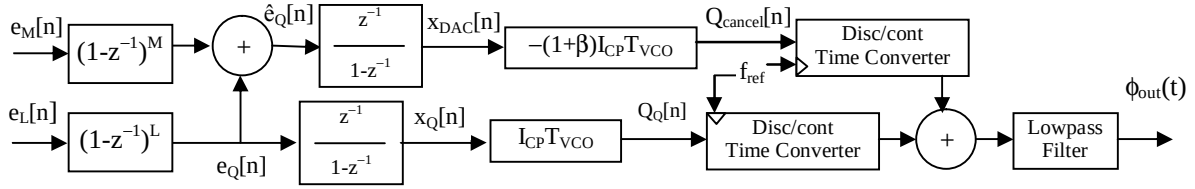


Fig.4. The model of the requantization influence.

differentiators. The sequence $e_M[n]$ is white and uncorrelated with the sequence $e_L[n]$ who generates the quantisation error $e_Q[n]$ (it is its delayed version). $e_M[n]$ is obtained by adding a 1 bit dither to the input of the fractional modulator, so their values are uniformly distributed between $-0,5 \Delta_{RQ}$ and $0,5 \Delta_{RQ}$, with a variance of $(\Delta_{RQ})^2/12$. The model of the requantisation is given in fig. 4 and the Simulink model in fig.5.

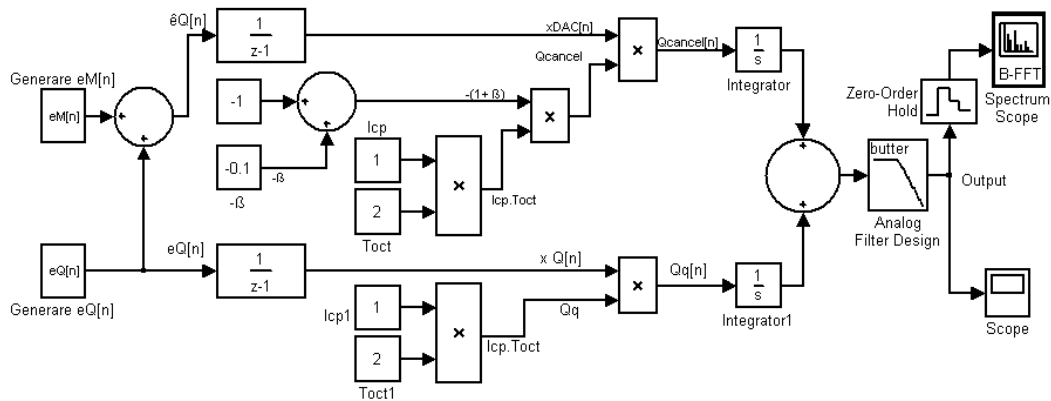


Fig.5. The Simulink model of the logic diagram in fig.4

The power spectral density of the requantisation error is given [2] by the relation:

$$S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) \approx \frac{\Delta_{RQ}^2 \pi^2}{3f_{ref}} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(M-1)} |A_{\phi}(j2\pi f)|^2 \quad (5)$$

where the mismatch gain $\beta \ll 1$ and A_{ϕ} is the closed-loop transfer function. The relation permits to determine the values of M and Δ_{RQ} to obtain a specified phase noise and bandwidth.

A good condition to obtain a limited requantisation phase noise is to compare the S_{ϕ}^{RQ} with S_{ϕ}^{β} for the situation without requantisation:

$$\frac{S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f)}{S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)} \approx \frac{\Delta_{RQ}^2}{\beta^2} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(M-L)} \quad (6)$$

S_{ϕ}^{β} is the lowest phase noise achievable by this cancellation technique, neglecting all others noise sources [4]:

$$S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f) = \beta^2 \frac{\pi^2}{3f_{ref}} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(L-1)} |A_{\phi}(j2\pi f)|^2 \text{ rad}^2 / \text{Hz} \quad (7)$$

To ensure $S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) < S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)$ a solution is to work with $M = L$ and $\Delta_{RQ} < \beta$.

3. Conclusions

$\Delta\Sigma$ fractional-N frequency synthesizers are performing devices ensuring very good resolution and wider bandwidth. The output phase noise depends on the order L of the modulator and the mismatch β between the cancellation and the quantization charges. Reducing the number of DAC bits by requantisation the requested performances of the cancellation DAC decreases, with the price of a greater output phase noise.

The added phase noise depends on the order M of the requantisation $\Delta\Sigma$ modulator and on the requantisation LSB Δ_{RQ} . To ensure a limited requantisation phase noise, the condition $S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) < S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)$ is accomplished for $M = L$ and $\Delta_{RQ} < \beta$.

References: **1.** W.F. Egan, Frequency Synthesis by Phase Lock, 2nd ed., J. Wiley, New York, 2000. **2.** S. Pamarti and I. Galton, "Phase-Noise Cancellation Design Tradeoffs in Delta-Sigma Fractional-N PLLs", IEEE Trans. on circuits and systems-II, Analog and digital signal processing, vol. 50, no.11, pp. 829-838, nov. 2003. **3.** I. Galton, "Delta-Sigma Fractional-N Phase Locked Loops", in Phase-Locking in High-Performance Systems: From Devices to Architectures, B. Razavi, Ed., Wiley-Interscience, New York, 2003, pp. 23-33. **4.** S. Pamarti, L. Jansson, I. Galton, "A Wideband 2.4-GHz Delta-Sigma Fractional-N PLL With 1-Mb/s In-Loop Modulation", IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 39, no.1, Jan. 2004, pp. 49-62.

LE RÔLE DE LA LANGUE MATERNELLE DANS L'APPRENTISSAGE DES LANGUES ETRANGERES

Stoicovici Maria (*Military Technical Academy, Bucharest, Romania*)

Ni la langue maternelle, ni la langue étrangère ne s'apprennent par imitation, mais par un processus d'élaboration d'une propre grammaire, spontané dans le premier cas, conscient dans le second ; et la méthode « indirecte » (grammaire – traduction) s'avère très utile dans certaines circonstances, et surtout lors du contrôle de l'acquisition du vocabulaire .

Tout au long des siècles deux courants se sont affrontés acharnement sur le plan de l'apprentissage des langues étrangères: **l'imitation et la coscientisation.**

Le premier de ces courants, représenté par la méthode directe et toutes ses variantes, partait du principe, aujourd'hui prouvé comme erroné, qu'une langue étrangère s'apprend dans la même manière dans laquelle un enfant s'approprie la langue maternelle et mettait la mémorisation sur le premier plan, à la place de la pensée.

Au début de notre siècle un nouveau courant s'est manifesté puissamment. Il soutenait qu'en classe « la langue étrangère doit être employée tant qu'il est *possible*, tandis que la langue maternelle, tant qu'il est *nécessaire* ».

Le seul emploi de la langue étrangère a ses limites très étroites et les discussions en classe menées exclusivement en langue étrangère ont souvent des effets inhibiteurs. Les mesures prises en différents pays visant l'élimination de la langue maternelle en classe de langue étrangère ont échoué. Dans les conditions du processus d'enseignement « penser en langue étrangère » c'est « un mythe qui ne veut pas mourir », la langue maternelle ne pouvant pas être oubliée juste à la classe de langue étrangère.

Entre la langue maternelle et la langue étrangère il y a beaucoup d'influences : positives (transfert) ou négatives (interférences). Eliminer la langue maternelle à la classe (la méthode audio) ne signifie pas éliminer les interférences . En plus il n'y a pas de méthode qui les élimine, car il n'y a pas de bilinguisme sans interférences. Non seulement que l'enseignement monolingue n'élimine pas les interférences , mais au contraire, il accroît les chances de leur apparition. En revanche, l'enseignement conscient basé sur la langue maternelle et la traduction mettant en relief les différences structurales aide à l'élimination des interférences.

La coopération avec la langue maternelle, le caractère confrontatif représentent une nécessité didactique aussi bien chez les débutants que chez les avancés, tous les deux présentant à la fois les ressemblances et les différences. La compétence communicative dans une langue étrangère n'est pas rompue de la langue maternelle , au contraire elle se base sur celle-ci, sur l'expérience sociale et de vie de l'apprenant. C'est surtout le travail bilingue qui représente la condition de la réalisation de l'unité entre la coscientisation et l'automatisation .

En conséquence, le rôle de la traduction s'avère d'une double importance , d'une part aidant à coscientiser les contrastes et d'autre part étant une activité par laquelle on transmet un contenu.

Dans la phase d'enseignement des connaissances, il est même nécessaire d'employer une structure **bilingue** de la leçon .La prémisses fondamentale pour la communication orale est l'habitude d'écouter et de comprendre ce qu'on a écouté. Et cela exige un entraînement intensif de l'ouïe qui doit confronter et établir les différences.

Le rôle de la langue maternelle dans l'assimilation du **vocabulaire** est à son tour d'une grande importance. N'oublions pas que la plus directe et exacte sémantisation des mots inconnus c'est leur traduction et explication en langue maternelle (si nécessaire).

Les sémantisations monolingues sont souvent trop vagues et demandent beaucoup de temps. C'est pourquoi il est nécessaire de traduire les mots isolés , les expressions phraséologiques et les syntagmes .

Dans ce travail avec le vocabulaire il faut avoir en vue la comparaison avec la langue maternelle ayant en vue que la difficulté d'une unité lexicale est parfois déterminée par sa

relation avec la langue maternelle. Une unité lexicale en langue étrangère comparée à la langue maternelle peut : être équivalente ou presque équivalente ; présenter des différences ; ne pas présenter des équivalences lexicales. Le contrôle bilingue de l'assimilation du lexique peut être réalisé en écrit ou frontalement.

La rôle de la langue maternelle se manifeste aussi dans le plan de la **grammaire** de la langue étrangère. On a souvent affirmé qu'un enseignement d'une langue étrangère sans grammaire représentait une contradiction en soi.

Il est très important d'élaborer un minimum grammatical sur des bases confrontatives, en prenant en considération les équivalences, les similitudes et les contrastes entre la langue maternelle et la langue étrangère. Ayant en vue les trois types de rapports qui puissent s'établir entre les structures des deux langues, il est clair combien d'importance acquièrent pour les apprenants les identités, les ressemblances et les différences entre les constructions morphologiques et syntaxiques et les fonctions des deux langues.

En conséquence, les connaissances sur la fonction, l'importance et la structure du phénomène linguistique doivent être étudiées par rapport à la langue maternelle. Il est absolument inutile d'expliquer la grammaire en langue étrangère, les efforts étant parfois gênants et les résultats, négatifs.

La traduction en langue maternelle est utile à l'identification des structures grammaticales. En traduisant, les apprenants arrivent à conscientiser des phénomènes grammaticaux liés à la langue maternelle. La systématisation des connaissances grammaticales se fait toujours en confrontant, le point de départ sous aspect fonctionnel ou structurel pouvant être soit le système linguistique étranger, soit celui de la langue maternelle.

Pour le contrôle des connaissances de grammaire on peut demander des explications en langue maternelle. Les traductions, en tant que forme de contrôle, peuvent être placées au début de la période accordée aux exercices. Il s'agit en général de traductions en langue maternelle parce que celles en langue étrangère sont, en général, plus difficiles.

Maintenant, essayons de systématiser les problèmes sur les quatre compétences : compréhension écrite et orale, expression écrite et orale et, séparément, la traduction.

2) *L'écoute . Activités de réception*

Voilà quelques exemples d'exercices en classe : a) le professeur prononce des propositions, qu'il modifie après. Les apprenants traduisent ces propositions. b) le professeur prononce des phrases, où il emploie des moyens linguistiques de coordination ou subordination. Les apprenants répètent les phrases, les traduisent et répondent aux questions en langue étrangère.

Le contrôle de la compréhension peut être effectué à l'aide des moyens linguistiques et non linguistiques. Le contrôle linguistique peut être effectué en langue étrangère ou en langue maternelle. Le contrôle des tâches auxquelles les apprenants réagissent en parlant peut être fait en écrit ou oralement.

Dans le domaine productif, du développement du monologue et du dialogue et de l'écrit, les apprenants peuvent élaborer des textes en se basant sur les traductions de langue maternelle en langue étrangère à l'aide des moyens linguistiques se trouvant à leur disposition.

2. *La communication orale* en langue étrangère apporte en plus en débat un problème de contenu.

Chez nous il y a eu toute une tradition jusqu'à la révolution de 1989 de parler en classe de langue étrangère de notre pays, de notre culture. L'apprenant doit savoir le faire dans des exercices de type monologue afin de pouvoir faire connaître aux étrangers le milieu roumain,

sa culture et sa civilisation , la vie d'une famille roumaine, les coutumes, le passé historique, l'activité professionnelle, les objectifs touristiques de ce beau pays.

Le développement de ce savoir-faire doit être stimulé par des moyens audiovisuels.

3. *Le contrôle d'une lecture* en essence *synthétique* peut être réalisé aussi bien en langue étrangère qu'en langue maternelle. Les procédés employés en langue maternelle peuvent être a) des tâches formulées en langue maternelle ou en langue étrangère se résolvant en langue maternelle ; b) des traductions de la langue étrangère en langue maternelle de tout le texte ou des fragments de texte.

L'emploi de la langue maternelle est nécessaire aussi ,quand on doit valorifier et interpréter d'une manière plus profonde un texte et on n'a pas la possibilité de le faire faute de niveau de connaissances des apprenants.

A une lecture *analytique* d'un texte posant des problèmes d'expression , le contrôle en langue maternelle est absolument nécessaire.

Une lecture analytique suppose aussi la traduction et la description partielle du contenu en langue maternelle ; à mesure que l'apprenant avance dans son étude de la langue on diminuera le poids de la langue maternelle. Les renseignements obtenus par lecture pouvant être transmis aussi bien en langue étrangère qu'en langue maternelle.

Un type de traduction très utile au processus d'enseignement c'est la traduction libre, d'après le sens. Ce genre de traduction contribue essentiellement au développement des compétences de communication écrite. La traduction libre de langue maternelle en langue étrangère est une activité importante qui aide à l'exposition de différents contenus en langue étrangère quand les connaissances de grammaire et de lexique ne sont pas trop vastes. Par ce genre de traduction les moyens lexicaux et grammaticaux inconnus au parleur seront remplacés par d'autres moyens ou seront éliminés , l'information restant presque intacte.

4. En ce qui concerne *l'écrit* on procède par confrontation, en commençant par les lettres : a) les lettres identiques pour les deux langues et qui représentent les mêmes sons ; b) les lettres apparaissant seulement en langue étrangère ; c) les lettres qui existent dans les deux langues mais qui représentent des sons différents ; d) les lettres qui se ressemblent ; e) des groupes de lettres qui représentent un certain son.

En conclusion, on peut affirmer qu'un enseignement solide des langues étrangères peut être réalisé seulement sur la base d'un apprentissage conscient appuyé sur la langue maternelle. Cette idée est devenue un principe de l'enseignement des langues étrangères.

Bibliographie: 1. Emil Bâldescu, Cartea școlară între tradiție și inovație, Craiova, 1981. 2. Institutul de științe pedagogice, Folosirea cunoștințelor de limba maternă în predarea limbilor străine (engleza, franceza, germana), București, 1956. 3. Ion Cerghit, Metode de învățământ, Editura didactică și pedagogică, București, 1980. 4. L'enseignement et la pédagogie en Roumanie , B.C.P. , vol. 6 , Bucuresti, 1988.

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET DE LA STABILITÉ OXYDATIVE DES ÉMULSIONS ALIMENTAIRES

Sturza R., Dragancea V., Vrîncean M., Cojocaru T.
(Université Technique de Moldavie, UTM, Chisinau, Moldavie)

The work presents the study over typical food oil-in-water emulsions fortified with inorganic iron introduced as ferrous sulfate and animal proteins represented by caseins. The study includes the analysis of physico-chemical properties of emulsions depending on the environmental factors and emulsions' stabilization by proteins as emulsifying agents.

3. Introduction

La problématique du fer pour l'organisme humaine est bien évidente, et les conséquences des carences en ce micronutriment sont assez graves. La déficience en fer est reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé comme étant un problème important de la santé publique.

Les émulsions alimentaires sont des produits très populaires, la consommation fréquente de la mayonnaise et du beurre est bien connu. La fortification alimentaire et la stabilisation du fer dans les produits alimentaires ont été choisies comme des stratégies primordiales pour solutionner le problème de la déficience en fer.

Les objectifs de la présente étude sont les suivantes: formulation des émulsions alimentaires enrichies en fer; analyse des propriétés physico-chimique et de la stabilité oxydative des émulsions enrichies en fer.

4. Matériaux et méthodes

Les études ont été effectuées sur les émulsions huiles/l'eau (H/E), de type mayonnaise, en utilisant l'huile de tournesol double raffiné et désodorisé, la caséine, la substance tensioactive- cremodan SE 68. L'émulsification a été effectuée en plusieurs étapes à l'aide d'un homogénéisateur rotot-stator à 23 tours/min.

Les dimensions des particules des émulsions ont été évaluées via le microscope électronique (Scanning Electron Microscope VEGA TS 5130) et on a calculé la surface spécifique des gouttelettes S , exprimée en m^2/cm^3 à l'aide de la formule (1):

$$S_{sp} = \frac{6}{D_{[3,2]}} \quad (1)$$

où $D_{[3,2]}$ [μm] est le diamètre moyen de la sphère qui aurait la même surface que les particules.

Pour l'estimation de l'indice de crémage, 10 ml d'émulsion a été transféré dans un tube-à-essai, hermétiquement bouché, et gardé à la température de chambre. L'émulsion se stratifie en temps et on a mesuré la hauteur de la couche sérique et de l'émulsion. L'indice de crémage a été calculé selon la relation suivante :

$$I.C. = \frac{H(S)}{H(E)} \times 100\% \quad (2)$$

où : $H(S)$ – hauteur de la couche sérique (divisions de 0,1 ml), $H(E)$ – Hauteur de la couche d'émulsion (divisions de 0,1 ml)

La charge protéique des émulsions présente une caractéristique très importante des systèmes émulsionnés. On a calculé la charge protéique à partir de la surface spécifique des gouttelettes selon la formule suivante :

$$\Gamma = \frac{\%P_{ads} \cdot [P]}{S_{sp} \cdot [H] \cdot r_{huile}} \quad (3)$$

où : $\%P_{ads}$ – pourcent des protéines adsorbées ; $[P]$ – taux des protéines en émulsion ; S_{sp} – la surface spécifique ; $[H]$ – pourcent de l'huile dans la mayonnaise ; ρ_{huile} – densité de l'huile ($\rho_{huile} = 0,9$).

La formation des produits primaires de l'oxydation des lipides a été suivie par le dosage des diènes conjugués (DC), qui absorbent dans l'ultraviolet au voisinage de 232 nm [5]. L'analyse a été effectuée à l'aide de spectrophotomètre SF-46 par la mesure de l'absorbance à cette longueur d'onde des lipides dilués dans l'isopropanol.

4. Résultats et discussion

La stabilité d'une émulsion est fortement dépendante des plusieurs facteurs : sélection de l'émulsifiant, l'énergie apportée lors de l'homogénéisation, composition des phases de l'émulsion, pH, la température, etc. Les émulsions alimentaires contenant des liquides émulsionnés constituent des systèmes très complexes, dont la stabilité est régie par de très nombreux facteurs intrinsèques au produit ou externes.

Une émulsion, obtenue uniquement avec de l'huile et de l'eau, est très instable et les deux phases se séparent rapidement à cause à la différence de densité des deux liquides. L'ajout d'émulsifiants (appelés aussi surfactants) permet d'obtenir des émulsions plus stables dans le temps.

Pour l'ensemble des émulsions examinées, les diamètres moyens en surface s'étendent de $0,69 \pm 0,07 \mu m$ à $1,1 \pm 0,10 \mu m$. La distribution de la taille de particules de la mayonnaise témoin et enrichie en fer est présentée dans la figure 1.

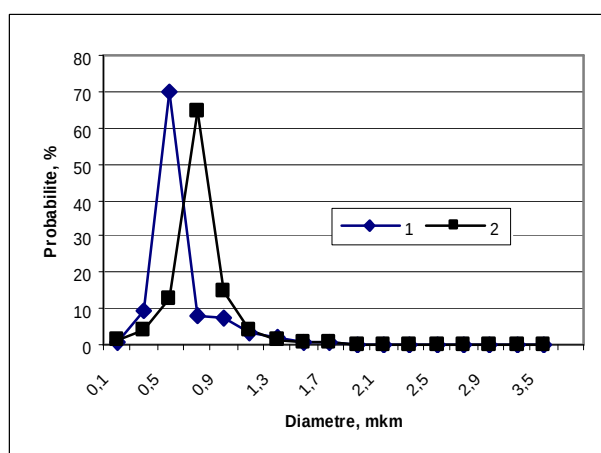


Fig. 1. Distribution de la taille de particules de la mayonnaise :
témoin – 1 ; enrichie en fer (4 mg%) – 2

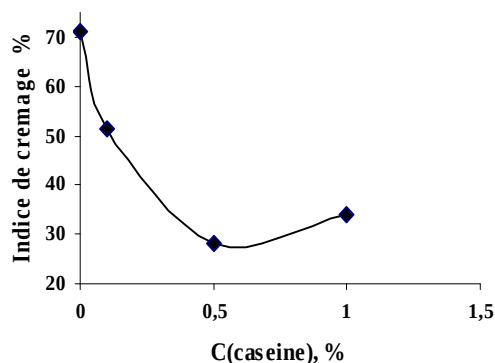


Fig. 2 Variation de l'indice de crémag en fonction de la concentration de la caséine;
 $C_{Fe(II)} = 4 \text{ mg/100 ml émulsion}$; pH = 4

Les données obtenues ont permis de calculer la surface spécifique des gouttelettes à l'aide de la formule (1). Ainsi, on a déterminé que la surface spécifique de la mayonnaise témoin est de $8,696 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, et pour la mayonnaise enrichie $S = 6,667 \text{ m}^2/\text{cm}^3$. Les données expérimentales dénotent, par conséquent, que les émulsions obtenues ont une surface spécifique bien développée, stabilisée par l'action commune du surfactant de faible poids moléculaire et par les caséinates.

L'analyse de l'influence de la concentration de la caséine sur la stabilité des émulsions a montré que la valeur minimale pour l'indice de crémage (qui correspond à la stabilité maximale) est pour la concentration de 0,5 % (figure 2). A des concentrations plus élevées on constate une légère augmentation de l'indice de crémage. Les liaisons entre cations et caséines sont, lorsqu'elles sont de nature électrostatique (cas du Ca, Mg, Na, K) sensibles aux variations de force ionique. Toute augmentation de force ionique induisant une diminution du pH_i de la caséine, se traduit par une capacité de liaison du cation par la caséine réduite. A l'opposé, si les liaisons sont de coordination (de même cas du fer) la variation de la force ionique n'a pas d'influence sur la fixation [2].

La charge protéique des émulsions présente une caractéristique très importante des systèmes émulsionnés. On a calculé la charge protéique de à partir de la surface spécifique des gouttelette selon la formule (3). La charge protéique sera de $0,83 \text{ mg protéine}/\text{m}^2$, cette valeur de la charge protéique est considérablement plus faible par rapport à celle connues pour les caséines permettant de stabiliser durablement une émulsion [3]

En considérant la surface spécifique des globules de gras dans la mayonnaise enrichie en fer, le taux des protéines, présentes dans la phase aqueuse suite à la chélation du fer exogène a été calculé - $\%P_{\text{ads}} = 0,98$; $\%P_{\text{aq}} = 1 - \%P_{\text{ads}} = 0,02$ (2%). Ce fait entraîne une affaiblissement non significatif de la charge protéique des globules des gras $\Gamma = 0,81 \text{ mg protéine}/\text{m}^2$.

Les émulsions alimentaires ont une phase aqueuse relativement complexe contenant un grand nombre d'ingrédients avec d'éléments susceptibles d'exercer un pouvoir pro- ou anti-oxydant. Outre sa composition, la phase aqueuse est caractérisée par différents paramètres physico-chimiques tels que le pH qui peuvent intervenir sur le développement de l'oxydation. Le pH intervient simultanément sur plusieurs caractéristiques de l'émulsion avec des effets parfois opposés sur le déroulement de l'oxydation des lipides.

Pour exercer son activité catalytique sur les acides gras insaturés ou les hydro peroxydes déjà formés, le fer ou d'autres métaux catalytiques doivent approcher la phase lipidique. Les métaux à l'état ionique étant chargé positivement, cette approche est fortement dépendante des interactions électrostatiques avec l'interface.

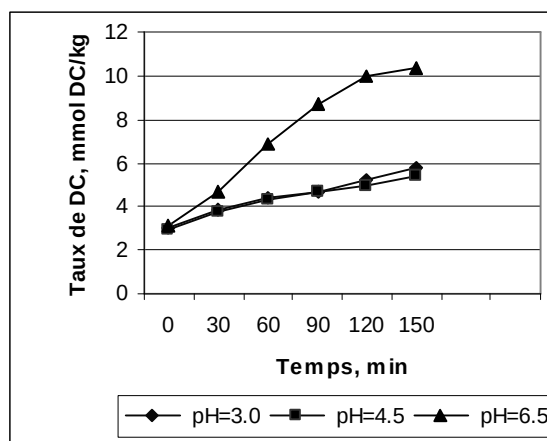
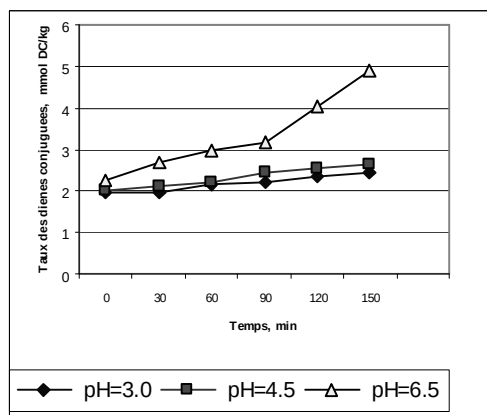


Fig. 3. Influence de la valeur du pH sur la cinétique d'accumulation des diènes conjugués: mayonnaise témoin (non enrichie en fer)

Fig. 4. Influence de la valeur du pH sur la cinétique d'accumulation des diènes conjugués: mayonnaise enrichie en fer (2 mg Fe/ 100 g)

L'oxydation des acides gras poly-insaturés s'accompagne d'un réarrangement des doubles liaisons qui passent de la position malonique à la position conjuguée. On a constaté, qu'en absence de fer les taux de DC aux $\text{pH} < \text{pI}$ varie très peu dans le temps (fig. 3.). Aux $\text{pH} > \text{pI}$ (le point isoélectrique de la caséine) le taux de DC est considérablement plus élevé. Ce fait est relié, bien évidemment, à l'oxydation induite par les traces des métaux, présentes dans le milieu émulsionné. En présence du fer (2 mg Fe/100 g du produit) le taux de DC aux $\text{pH} < \text{pI}$ varie d'une façon similaire aux pH examinés. Aux $\text{pH} > \text{pI}$ l'oxydation est beaucoup plus importante, et l'allure de la courbe montre, que l'oxydation est beaucoup plus rapide, qu'aux valeurs du $\text{pH} < \text{pI}$ (fig.4.)

Dans le cas des émulsions stabilisées par les protéines, la charge portée par l'interface est déterminée par le pH de la phase aqueuse et le point isoélectrique de la protéine. Lorsque le pH est inférieur au pI de la protéine, celle-ci est chargée positivement. Les interactions des métaux avec l'interface seraient alors minimisées du fait de répulsion électrostatiques, ce qui limiterait le développement de l'oxydation. A l'inverse, quand le pH est supérieur au pI de la protéine, la surface des gouttelettes est chargée négativement, des interactions avec les métaux pourraient avoir lieu et l'oxydation serait favorisée.

Ainsi, la stabilité oxydative des émulsions enrichies en fer aux $\text{pH} < \text{pI}_{\text{cas}}$, fabriquées avec les caséines est, probablement, liée à l'activité antiradicalaire des caséines qui se traduit par le piégeage des ions métalliques (le fer, dans le cas examiné) dans la phase aqueuse. Il n'est pas toutefois exclu que d'autres facteurs tels que la structure ou l'épaisseur du film interfacial puisse contribuer à la stabilité oxydative du système examiné.

4. Conclusion

Les dimensions des gouttelettes de gras et la distribution des particules de la mayonnaise témoin et enrichie en fer ont été évaluées. Les diamètres moyens en surface s'étendent de $0,69 \pm 0,07 \mu\text{m}$ à $1,1 \pm 0,10 \mu\text{m}$. L'ajout de supplément ferreux à la mayonnaise entraîne une faible augmentation de la taille des gouttelettes

La charge protéique et la surface spécifique des globules de gras de la mayonnaise témoin et enrichie en fer ont été mesurées. L'addition du supplément ferreux entraîne un affaiblissement non significatif de la charge protéique. Une compétition entre le surfactant de faible poids moléculaire et la caséine a lieu, ce qui a comme conséquence la diminution de l'aire interfaciale, occupé par la protéine.

L'oxydation de la phase lipidique de la mayonnaise dans les conditions de vieillissement a été suivie par la mesure des produits primaires de l'oxydation des lipides – diènes conjugués. Les interactions des métaux avec l'interface seraient alors minimisées du fait de répulsion électrostatiques, ce qui limiterait le développement de l'oxydation. Les groupements phosphosérylle de la caséine piègent le fer loin des gouttelettes de la phase lipidique.

References: 1. Dickinson E. Enston S.R., Woskett C.M. Competitive adsorption of food macromolecules and surfactants at the oil-in-water interface. *Progress Colloid and polymer sci.*, 82, 65-75, 1990. 2. Gaucheron F. Minéraux et produits laitiers. Lavoisier. 330 ; 84-94 ; 438-443, Paris. 2004. 3. Chan H., Autoxidation of unsaturated lipids, Academic Press, London, 141-150, 1993. 4. Klein R.A. The detection of oxidation in liposome preparation.

Biochimica et Biophysica Acta, 210, 486-489, 1970. 5. van Ruth S.M., Roozen J.P., Posthumus M.A., Volatile composition of sunflower oil-in-water emulsions during initial lipid oxidation: influence of pH. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47, 4365-4369, 1999.

HIGH STORAGE SYSTEM AS AN ADDITIONAL MODULE FOR THE MODULAR PRODUCTION SYSTEM (MPS)

Świder J., Wszolek G., Reclik D.

(Silesian University of Technology, Gliwice, Poland)

This document describes the newest didactic station integrated with a Modular Production System (MPS) model [1, 2]. It is in laboratory of Institute of Engineering Processes Automation and Integrated Manufacturing Systems at the Silesian Technical University in Gliwice, Poland. It is a module of high storage. This arrangement is the perfect didactic item for students. It permits them to getting to know better the programming and service of advanced logical controllers and range of visualization of production and assembling processes. During the laboratories students can get to know about the newest technical solutions about management of technological process and its connection with automatic storing system.

1. Introduction

Institute of Engineering Processes Automation and Integrated Manufacturing Systems tries to do all its best to develop its didactic offer which is directed to its students. One of the most interesting systems is high storage module, which gives possibility to demonstrate to the students the brand new world trends in automatic warehouse and high storage systems. Although this system is only a didactic model, it is built from fully industrial elements. Fig. 1a shows the photography of this model.

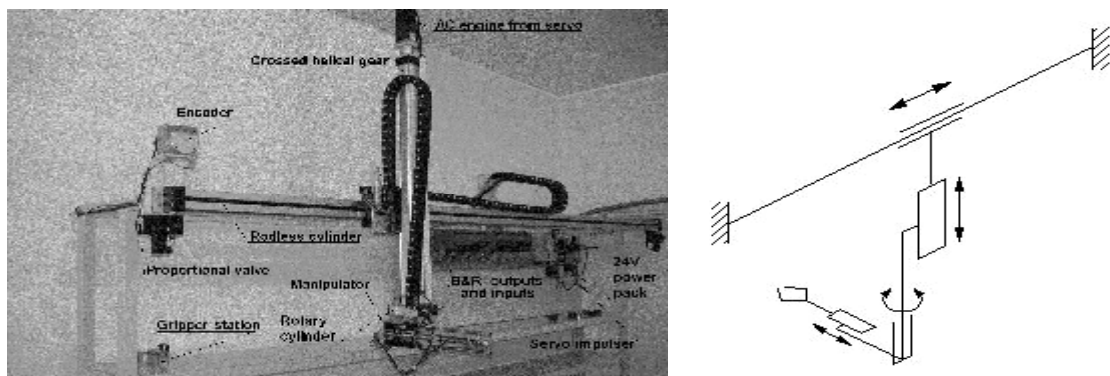


Fig. 1. a) Photography of the high storage system, b) The kinematical chain of the warehouse

Fig. 1 a shows the superior idea of the kinematical chain of the high storage system. To broaden the knowledge, using only one laboratory stand, all of the warehouse's kinematical pairs were built from the various transmissions. The management of the system working was visualised by using the advanced PLC from B&R Company with integrated touch panel [6, 7].

2. System description

The servomechanism of the B&R Company is used for moving the vertical axis of manipulator, which is integrated with warehouse [8, 13]. Thanks to this kind of motion system the manipulator can get a position with higher precision. It is necessary if we are moving objects using manipulator and when we want to change the gripper. This kind of motion system is used to develop our students skills. The servomechanisms are a tremendous example of position and speed controlled systems. During the laboratory occupations students learn how the servomechanisms are built, which problems they can solve and where they can use them.

To improve didactic values laboratory stand consists in many various cylinders. For horizontal axis transmission there is used rodless cylinder which is controlled in proportional technique [4, 11, 12, 15]. Using this kind of cylinders permits to get to know better the different way of industrial linear transmission. Pneu-Stat pressure regulators (valves controlled in proportional technique) use the PLC analogue outputs. It helps our student to understand the most important ideas of digital to analogue converters, e.g. their industrial applications and the methods of their programming.

During the classes objects with automatic pressure control are discussed. The encoder is used to measure the position. It is integrated with the reel. Showing the way of installation the rotation-to-pulse converters in industry and the way of connections these types of measuring systems with PLC were the main reason, why this kind of solution was chosen [14]. The position control system demands the connections with information about set position and the information about current position from the programmer. During the laboratory classes students can see how the control algorithm works. This algorithm exchanges gathered information about positions (set and current) for analogue signals which controls the proportional valves. The students' task is to choose the best pressure parameters, which brings satisfactory speed of the system. It must guarantee the fluency of acceleration and braking, and also the stability of system working.

3. The manipulator's description

To assure the possibility of manipulating the objects, which are in a warehouse, the two degrees of freedom manipulator is placed. The rotation cylinder, which has 180 degree of working span, assures the rotary motion [4, 12]. Fig. 2 shows the manipulator of the high storage.

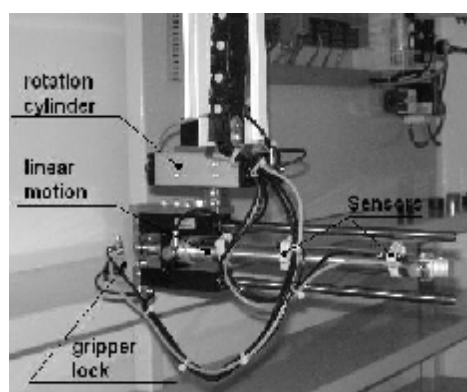


Fig. 2. Manipulator's photography

Using this type of controlled system permits students to get to know better of pneumatic cylinders with rotary motion. To assure the feedback of information, which achieved extremely position, contact sensors are used. In order to achieve proper positions inside of the warehouse piston rod cylinder which moves in linear way is applied [4, 12]. The

information about achieving the extremely positions are delivered to PLC by contact sensors system.

There is used fully industrial motion system. It has air mufflers systems and speed controlling systems of principal motion. By using the proper sensors it is possible to show how the task of gathering information about current position of the manipulator can be solved [4, 12]. What is more, students get acquainted with sensors which are often used in the industry. During the laboratory students can get to know better where sensors can be applied in, how they work and the solutions of their applications.

Manipulating of the elements, which have various shapes, is possible because the manipulator has automatically gripper exchange system with quick-release joint. This joint delivers the working medium to the gripper. This solution makes possible locking and unlocking the gripper. The proper algorithm assures the right place for gripper in a gripper's station, after that the gripper is automatically lockout. The manipulator without the gripper moves to the next, given gripper station. If it happen, the another gripper is automatically locked and the algorithm, applied to exchange the grippers, is finished.

The reason of building the grippers changing system was to assure the correct work using every accessible gripper. The proper sensing and constant, static gripper's position make this controlling system change the gripper, currently used, to another one, required in given operation. What is more, it can happen anywhere any time. After gripper exchanging the manipulator returns automatically to the position where the changing process has begun.

The superior controlled system, which is based on B&R, manages the working of the warehouse [6, 7, 13]. Fig. 3a shows where the outputs of the controller are. Thanks to CANBUS the outputs can communicate with the central processing unit, which is equipped in touch panel. The modules are situated in the visible place in the back of the warehouse.

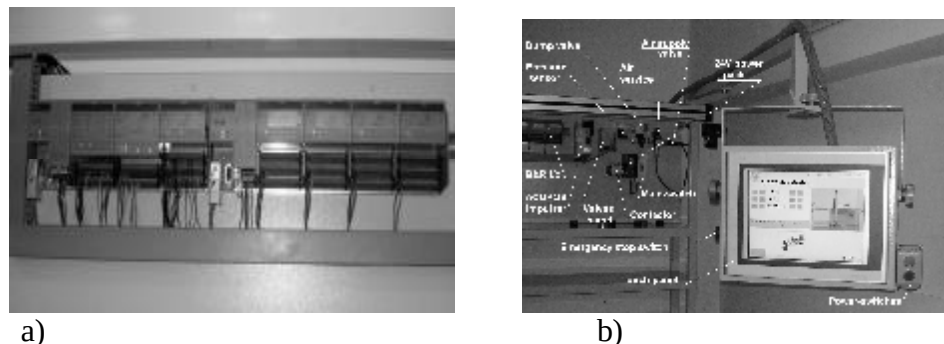


Fig. 3. a) B&R controller outputs and input, b) Photography of touch panel working

It was done to show to students the industrial solutions of controlling the pneumatic systems. To show the trends of integration and reducing the dimension of executable modules there was used a valves island by NORGREN HERION [4, 12]. During the labour students can set the logical states of the valves island by using PLC. The logical controller B&R, applied in the system, is setting by the Automation Studio software. During the labour students are taught how they should use this software. The Automation Studio makes also visualization of the whole process possible [8, 9, 13].

It is an innovatory solution of the setting PLC's software. It happens so, because Automation Studio software can use five languages of programming [9, 13]. The simplest one is very popular language which we know as the "ladder diagram" and the more advance is the implementation of C language. B&R Company made brand new programming language

called AUTOMATION BASIC [10, 13]. This solution shows very interesting data exchanges between all of these languages. The Automation Basic has very interesting way of showing the variables. The data are kept as variables, which permits the programmers to forget about addressing the memory. The whole project is divided on tasks which have specified the working frequency. Thanks to this system's working has many tasks and there is possible to assign different functions to the independent tasks. Thanks to keeping the dates as the variables there is possible to create a project, which is based on these five programming languages. It can happen because the information is exchanged between these languages automatically. Automation Studio software makes possible the creation of extra task, which is basing on system data and changing paintings actually displayed on panel [9, 13]. This kind of tasks is used to create visualization of the high storage system's work [6, 9, 10, 13]. Fig. 3b shows the example of the warehouse's work visualization. The logical controller, that was applied, is useful in teaching process of programming and it shows how to connect the logical controllers with external world. It happens so because this controller can communicate with external world across ETHERNET, PROFIBUS and also across RS232 computer.

To initialize Ethernet connection the Ethernet Powerlink is used [5, 13]. It is a strict, deterministic real-time protocol based on fast Ethernet (100 MBit). Time-isochronous transfer of cyclic I/O and motion data is supported along with asynchronous communication between network nodes - a part of network bandwidth is reserved to this end.

4. Conclusions

The high storage system owns lots of didactic values, because it is a kind of review of the newest trends in controlling and regulating systems. This system consists in elements which are used often in industrial applications. What is more, during the laboratory students develop their own skills and they gain experience.

This work has been conducted as a part of the research project No. 4 T07C 01827 supported by the Committee of Scientific Research in years 2004-2007.

References: 1. J. Świder, Wszolek G.: The methodical collection of laboratory and project tasks of technological process control. Pneumatic and electropneumatic systems with logical PLC control. Silesian University Publishing Company, Gliwice 2003 (in Polish), pp. 270, 2. J. Świder (redaction): Control and Automation of Technological Process and Mechatronic Systems. Silesian University Publishing Company, Gliwice 2002 (in Polish), pp.546, 3. J. Kosmol, Numerical Control Machines' servomechanisms, WNT, Warsaw, 1998, 4. NORGREN HERION's catalogue of pneumatics elements, Engineering advantage, IMI Norgren, 2003, 5. B&R's catalogue, Ethernet Powerlink, B&R 2004, 6. B&R's catalogue, PC Innovations, B&R 2004, 7. B&R's catalogue, X20 System, B&R 2004, 8. B&R's catalogue, Controls, Motions, Operator Interface, Communications, B&R 2003, 9. B&R Automation Studio Quick Start, B&R 2004, 10. B&R Automation Basic Manual, Language reference, B&R 2004, 11. Proportional technology – precise control of pressure and flow, ASCO JOUCOMATIC, 2003, 12. www.norgren.com, 13. www.br-automatin.com, 14. www.wobit.pl, 15. www.ascojoucomatic.com.

THEORETICAL CONSIDERATIONS REGARDING THE SURFACE ROUGHNESS BY SUPERFICIAL PLASTIC DEFORMING WITH CENTRIFUGED BALLS

Tanasa R.E., Munteanu A., Carp I., Grănescu, T., Slătineanu, L. (TUI, Jassy, Romania)

In this paper, some theoretical considerations regarding the surface roughness by superficial plastic deforming with centrifuged balls are presented, following to obtain the roughness variable R_a in accordance with different parameters.

Introduction.

The smoothening through plastic deforming by the using of centrifuged balls is considered a simple and economic method of fine processing and also of hardening for the metal parts' surfaces. The method can be successfully applied for cylindrical surfaces (internal and external) and also for plane surfaces.

For processing the external cylindrical surfaces, there can be used a device mounted on a lathe, whose cinematic scheme allows the rotation with different number of rotations per minute (tangential velocity) of the disk shaped tool. The disk is endowed with hard metal balls, which can displace along some radial channels.

The high quality of the cold plastic deformation method of the surfaces is justified by the advantages compared with the cutting process, with traditional or abrasive tools:

- decreasing of the roughness surface, therefore in many cases, we can drop out the thermal treatment (cementing, hardening, recrudescence, etc., especially for the big parts which manifest difficulties while thermal treatment); in this case, we can replace the alloyed steels with non-alloyed ones;

- 3-4 times increase of the functional hardness, especially if the hardening is made on a bigger deepness, with the purpose of increase of the fatigue compared to the parts manufactured by cutting, fact which is a positive aspect to the machine or equipment reliability; in many cases, the elimination of finishing/smoothing operation (grinding, honing, super finishing, etc.) which leads to a decrease of the final costs;

- obtaining a high precision, if we apply it after the cutting manufacture, when the depth of the superficial deformed layer reaches up to a few millimeter tenth (0,3-0,8mm); it creates a continuous fiber layer, where the granules are lengthening;

- the tool consumption is quite reduced; with one tool only, sometimes we can manufacture up to 30000 -50000 parts and their constructive simplicity makes them profitable, even for the unique and individual manufacture;

- work performance for this kind of manufacture can grow up to 5-15 times compared with grinding, and the pieces obtained by this method have a superior quality.

Theoretical consideration

The irregularity assemblies that represent the real surface relief and that are conventional defined in the limits of some sections without shape deviation are called *the surface roughness*. These irregularities appear due to oscillation movements of the tools tip, friction of the tools edge on the part surface, high frequencies vibrations of the tool or of the machine-tool. The presence of irregularities on the part surface has, in hard work conditions, some disadvantages: narrowing the effective contact surfaces, worsening the friction and functioning conditions of the part, decrease of the resistance to alternate efforts of the material by tensions summing, decreasing the tightness and variation in the effective dimensions of the piece. On the other hand, the absence of these elements makes impossible maintaining the oil film on the contact surface by normal oiling. The roughness is established in accordance with the working terms, correspondent to: working speed, contact surface size, stress size and characteristics, the precision of the dimensions and of the geometric shape.

A surface is so smooth that the R_a number is smaller. There are 14 classes of roughness, noted by NO....N13, in which the roughness value R_a is between the limits 0,015...100 μm .

The influence parameters of the roughness are: the geometric parts of the tool (by the

beam of the pin tool, tool clearance, rake angle, angle of inclination), the cutting edge micro geometry (by usage tool, the roughness of the back edge and front face), the cutting conditions parameters (speed, feed, depth of cut), the physical-mechanic properties of the work-piece material, cutting oil and the technological system rigidity.

The surface roughness after the manufacturing process exert an influence on the working behavior of machine parts (corrosion resistance, endurance of stress, resistance to wear, and fitting character).

In this paper, we consider 3 different roughness analysis operations: recess, finish cut, smoothing, for a steel containing 0.45 % C.

This manufacturing process and their main correspondent entrance parameters are indicated in table 1.

Table 1. Input parameters values

Parameters	Roughing Turning	Finishing Turning	Smoothing
R_{ai} [mm]	3.2	1.6	0.8
v_s [m/min]	17.67	17.67	17.67
n_p [rot/min]	80 63	125 100	160 100
S_l [mm/s]	0.46 0.5	0.212 0.302	0.118 0.177
d_b [mm]			3 8
D [mm]			200

In the table 1, we used the symbols: R_{ai} -the initial roughness of the working surface, v_s -speed of tool, n_p -piece revolution, S_l -longitudinal feed, d_b -balls diameter, D -tool diameter.

For plastic deformation process with centrifuged balls, that can be compared with the smoothing process and taking in concern the factors contained in *Table 1*, we can observe that the roughness of the surface obtained R_{af} , after processing, can be a function of type (1):

$$R_{af} = f(R_{ai}, v_s, n_p, S_l, d_b, D) \quad (1)$$

To obtain a mathematical model by the using of the relation (1), for the roughness, we use the experimental plans from Taguchi method.

The theoretical planning experiments

A study of the processing system by the using of the experimental planning provides information about the working conditions (input parameters), parameters that depends on the process and the conditions used to evaluate the system performance. This experimental planning aims to reduce the costs, the human necessity, the materials and the overall time required to perform the task. For our study of could inelastic deformation processing with hitting balls (spheres), we have proposed the following input parameters: tool velocity (v_s) and revolution (n_p), longitudinal feed (S_l), ball diameter (d_b), initial roughness (R_{ai}) and the instrument diameter (D). These parameters are used in the mathematical models that evaluate the performance of the analysed production process.

Before actually perform the experiment, one has to study the feedback of the system, i.e. the response of the system on different input factors. G. Taguchi [1] suggested an original method that allows determining the experiment planning, minimums and orthogonally starting from several standard tables associated with linear plots of the model interactions.

After a careful analysis of the input factors, considering tool revolution, longitudinal feed and two levels for balls diameter, we have determined that the minimum number of experiments we had to make is five. The degree of freedom was calculated with relation (2), that is not taking into account the influence of the tool velocity, initial roughness and instrument diameter because they were considered only at one level.

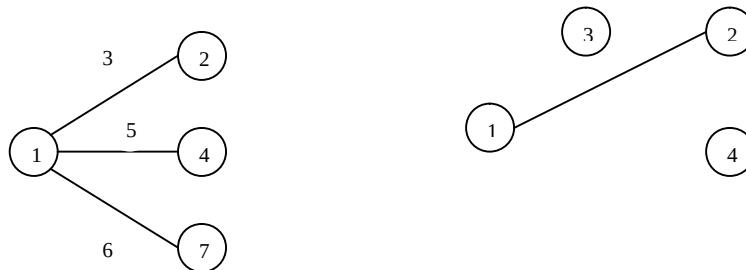
$$Y = M + n_p \cdot En_p + S_l \cdot ES_l + d_b \cdot Ed_b + n_p \cdot d_b \cdot In_p d_b \quad (2)$$

In relation (2), M is media, En_p is the effect of n_p parameter, ES_l is the effect of the longitudinal feed, Ed_b is the effect of the balls diameters and $In_p d_b$ is the interaction between the effect of the parameters n_p and d_b .

In order to perform all 5 experiments, we are choosing the table L8 and the Taguchi graph (see table 2). In the experiments table, one can change the all three input parameters to obtain the best optimized experiment.

Table 2. Experimental planning determined with Taguchi method.

Nr. of experiments	1[n_p]	2[d_b]	3[$n_p d_b$]	4[S_l]
1	1	1	1	1
2	1	1	1	2
3	1	2	2	1
4	1	2	2	2
5	2	1	2	1
6	2	1	2	2
7	2	2	1	1
8	2	2	1	2



Standard Taguchi graph

Modified Taguchi graph

Fig.1. Taguchi's graphs

The linear Taguchi graphs can be modified by the using of some simple rules; for example, we discard the factor seven because it is on a single level and we neglect the interactions one and four as being un-meaningful.

Conclusions

The experimental plane Taguchi has a lot of advantages, strict planning experiment, in accordance with the initial object defined, the final roughness surface processed by cold plastic deformation, and also a considerable decrease of the experiments number compared to the traditional step by step technique. Another objective taking in concern is getting a mathematical model of the studied system.

The method of processing by surface plastic deformation by the using of the percussion with centrifuged balls can be applied at smoothening the metal parts' surfaces with better roughness.

References: 1. Ross, P., J., Taguchi techniques for quality engineering, International Edition, 1989, ISBN 0-07-053866-2. 2. Nanu, A., Tehnologia materialelor, Bucuresti, Editura Didactica si Pedagogica, 1983. 3. Gramescu T., Slatineanu L., Upon some theoretical aspects at metallic surfaces' smoothing with centrifuged balls, Iasi, Buletinul Institutului Politehnic, Tom LII (LVI), Fasc.5A, 2006. 4. Gavrilas , I., Maier, A., Netezirea si ecruisarea suprafetelor prin rulare, alunecare si lovire, Bucuresti, Editura Tehnica , 1972. 5. Lupescu, O., Netezirea suprafetelor prin deformare plastica si durificare la rece a otelurilor, Iasi, Editura Junimea, 1999. 6. Picos, C., Pruteanu, O., et. Al, Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanica prin aschiere. Manual de proiectare. Vol.I, Chisinau, Editura Universitas, 1992. 7.*** Iacobescu, T. Tehnologia materialelor. Available at www.actrus.ro/biblioteca/cursuri/tehnica-mil/iacobescu3/k5.pdf-rezultat. Accessed May 2006.

SIMULINK MODELS OF $\Delta\Sigma$ MODULATORS FOR FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS

Teodoru E., Demeter Ș. (AFT, Sibiu, Romania)

$\Delta\Sigma$ modulators are high-performance circuits with a very important contribution to the evolution of many wireless devices. Fractional-N frequency synthesizers have also increased their performances – wider bandwidth, fine resolution, faster locking times, lower spur content, lower N division ratio – by incorporating this solution. The paper presents some aspects concerning the behavior of $\Delta\Sigma$ modulators in fractional-N synthesis, using Simulink models as study support. The main problem in $\Delta\Sigma$ fractional-N synthesizers is the specific quantization noise and the solutions must suppress it. Keywords: $\Delta\Sigma$ modulator, quantization, phase-noise, frequency synthesizers.

1. The $\Sigma\Delta$ modulator

$\Delta\Sigma$ modulators are performing circuits used in different types of communication devices like analog-to-digital converters, digital-to-analog converters, mismatch shaping DACs, fractional-N frequency synthesizers – generally referred as $\Delta\Sigma$ data converters, to improve their performances. The basic principle in this class of circuits is the use of a coarse quantizer included in a feedback loop such the inevitable quantization error will be suppressed in a specific frequency band of interest. The technique is known as *quantization noise shaping* and sometimes as *delta-sigma modulation*, so devices using it are referred as *$\Delta\Sigma$ modulators*.

In a quantizer (fig.1) having a *quantisation step size* Δ (the amount of the quantization levels space) an inevitable, specific quantization error $e_q[n]$ (1) is generated by the process of rounding the input value of the signal r to the nearest multiple of Δ :

$$e_q[n] = y[n] - r[n] \quad (1)$$

For a 9 levels quantizer, input values greater than $9\Delta/2$ or less than $-9\Delta/2$ set the output to 4Δ or -4Δ , respectively (overload situation). The range $(-4.5\Delta; 4.5\Delta)$ of the input signal is the no-overload range. The quantization error appears, by definition, like an additive noise source present to the output. The output sequence for a signal applied to such a quantizer is rich in spurious tones distributed in a large discrete-time frequency band, so the output signal will have important distortions, even after a lowpass filtration. Others structures can solve this inconvenient.

The $\Delta\Sigma$ modulator in fig. 2 consists of two discrete-time integrators preceding the quantizer and two feedback loops. Because of the transfer function of the integrators $z^{-1}/(1-z^{-1})$, a n -th output sequence component is the sum of all input precedent samples. The system is a linear time-invariant discrete-time one, with the equation:

$$y[n] = x[n-2] + e_{qm}[n] \quad (2)$$

where $e_{qm}[n]$ is the overall quantization error of the $\Delta\Sigma$ modulator:

$$e_{qm}[n] = e_q[n] - 2e_q[n-1] + e_q[n-1] \quad (3)$$

For this modulator the quantization noise is attenuated at low frequencies and the spurious components are pushed in high frequency domain. Consider in the Simulink model in fig.2 the input sequence of the $\Delta\Sigma$ modulator a 75 kHz sinusoid plus a small signal of white noise, clocked at 75 MHz. Fig. 3 shows the output signal of the quantizer and fig. 4 the frequency spectrum of the same signal. After filtration with a LPF of 800 kHz cutoff frequency the original wave can be obtained without distortions.

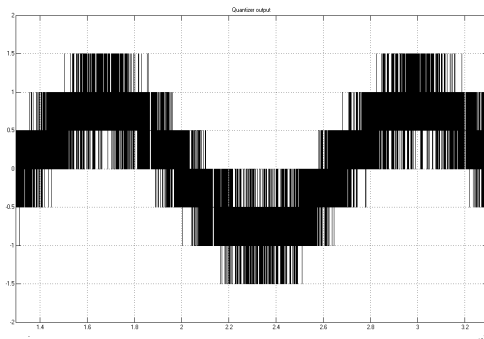


Fig. 3. The output signal of the quantizer of the 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator in time domain

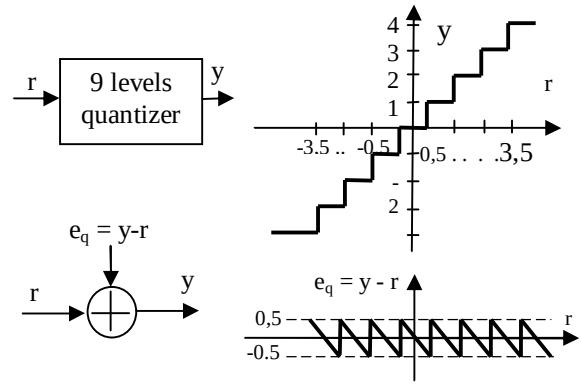


Fig.1. 9 levels quantizer

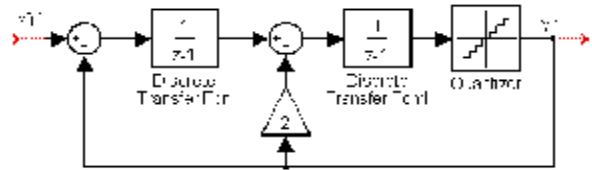


Fig. 2. A 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator

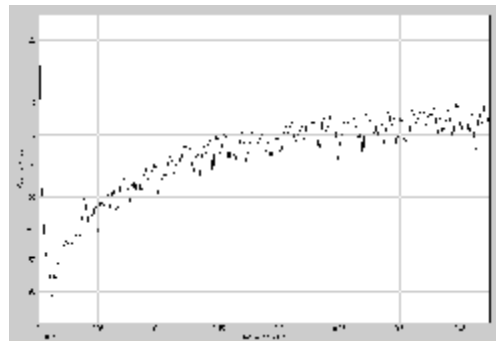


Fig. 4. The spectrum of the 2nd order $\Delta\Sigma$ modulator output

The quantization noise e_{qm} of the modulator appears as the result of a lowpassing filtration in a LPF with the transfer function of $(1-z^{-1})^2$ of the additive quantization noise $e_q[n]$. It is significantly attenuated at low frequencies and has an increasing slope of 40 dB/dec above the 75 kHz component. The sequence $e_q[n]$ must have the character of white noise and this can be performed by: first, the input sequence of the modulator to have the magnitude in the range of $(-3\Delta, 3\Delta)$ ensuring by this that the modulator never overloads, and second, the noise input component to be arbitrary small, but white.

The dynamic range of a $\Delta\Sigma$ modulator is defined [3] as the sinusoidal input signal power that yields the maximum output signal-to-noise ratio (SNR) over the band of interest to that which results in an SNR of zero over the band of interest:

$$\text{Dynamic Range} = 20 \log(M - 3) + 50 \log\left(\frac{f_s}{2f_{bw}}\right) - 11.1 \text{ dB} \quad (4)$$

M is the number of the quantizer levels, f_s the sampling rate of the modulator, and f_{bw} the bandwidth of the low frequency band over which the SNR is evaluated. The dynamic range can be increased by reducing the quantization step size (increasing M) or by using higher sampling frequency f_s of the modulator.

2. $\Delta\Sigma$ fractional-N frequency synthesizers

A classical integer-N frequency synthesizer (fig.5) is a device using a reference frequency f_{ref} as input signal of a PLL to generate output signals of frequency:

$$f_0 = N \cdot f_{ref} \quad (5)$$

of great stability and poor noise content. The frequency resolution in these systems is equal to the reference frequency f_{ref} , where N is the integer programmable division ratio of the PLL. When high frequencies are needed, a high N produces a significant degradation in phase noise performance, because the reference noise and phase detector noise appears in the PLL's output multiplied [1] by N .

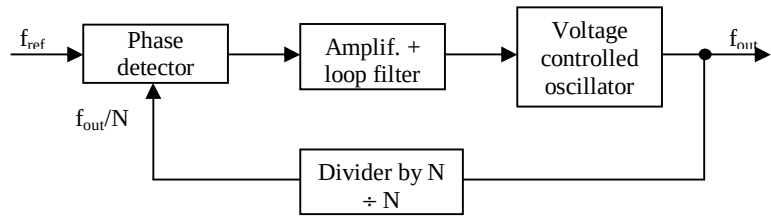


Fig.5. Basic structure of a PLL frequency synthesizer.

A fractional-N synthesizer (fig.6) allows better frequency resolutions by generating frequencies as a fractional portion of the reference frequency: $(N+k/F)f_{ref}$. The fractional-N architecture permits higher f_{ref} and consequently, faster lock times (for equal bandwidth). The output frequency results by fractional-N averaging: the division ratio is dynamically switched from N to $(N+1)$ in so a manner that k times in F reference cycles the divider is $(N+1)$ and $(F-k)$ times N . The average value of the division ratio is $N^*=(N+k/F)$. The accumulator in fig. 6 achieves this by overflowing k times in F reference cycles and the voltage controlled

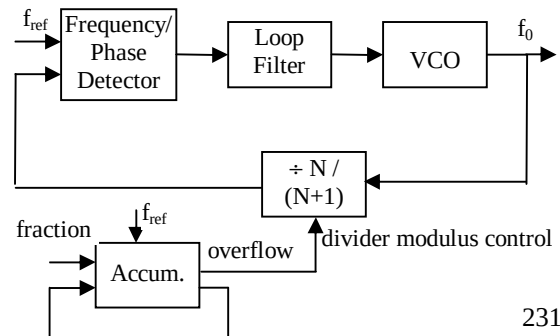


Fig.6. The structure of a fractional-N synthesizer

oscillator VCO carrier will be incremented by 2π in the same interval.

When the content of the accumulator is not 0, there is a phase error between the reference f_{ref} and f_{VCO}/N^* . This error increases with the accumulator value until the overflow is produced and the divider factor is incremented by 1 for a reference cycle. In the next fractional cycle the phase error continues to accumulate and the content of the accumulator will represent the actual phase error at the end of each reference cycle: Phase error (rad) = accumulator value $\times (2\pi/F)$. For an F size accumulator each increment value represents $2\pi/F$ rad phase error. These values can be used to correct the phase error to the phase detector output.

This periodic change in phase and N factor cause a spurious signal, the fractional spur, located to (f_{ref}/F) Hz away from the carrier. The classic compensation method consist to convert the accumulator content to a scaled current and correct the phase error at the end of each reference period by adding this current to the output of the charge pump circuit of the phase detector. A very small bandwidth of the loop permits also to suppress the phase noise, but a small bandwidth is not desirable, the main benefit in the fractional synthesis is the wider bandwidth that can be obtained.

In $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's (fig. 7) a $\Delta\Sigma$ modulator generates a sequence $y[n]$ consisting of independent random variables that take the values of 0 and 1 with the probability $(F-k)/F$ and k/F , respectively. By this randomization the periodicity in the selection of the divide factors is broken and the power spectral density of the fractional error becomes that of white noise.

great advantage by

The particularity in using a $\Delta\Sigma$ modulator consists in that the inherent quantization noise has the most of his power in a frequency domain above the PLL's bandwidth and can be attenuated by the low-pass filtering function of the loop. Inside the loop bandwidth the quantization noise is low enough not to affect the overall phase noise due to noise shaping.

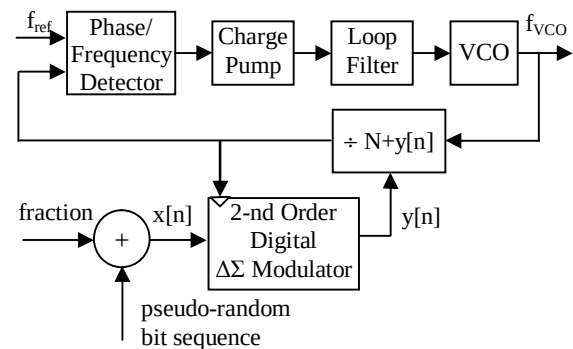


Fig. 7. $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL synthesizer

Other modulators architectures

perform a better attenuation of the output phase noise. By using higher order $\Delta\Sigma$ modulators a more efficient suppression of the phase noise is performed. These modulators may incorporate a higher order loop filter and a single quantizer with more feedback loops. Modulators of MASH type are multistage $\Delta\Sigma$ modulators, comprising multiple lower (second)-order $\Delta\Sigma$ modulators in order to realize an equivalent single higher-order $\Delta\Sigma$ modulator.

3. Conclusions

$\Delta\Sigma$ modulators are components of data converters with a very important role in the behavior of many wireless devices. The main advantage by using 2nd and higher order $\Delta\Sigma$ modulators is the poor in-band noise, resulted by the specific quantization noise shaping. In the fractional-N frequency synthesizers $\Delta\Sigma$ modulators allows performances like larger bandwidth, faster lock times, reduced output phase-noise, with the price of some complexity. The aspect of a reduced specific quantization noise remains as problem to solve or to accept function of specific application. Others implementations in analog-to-digital converters, digital-to-analog converters are also used at large scale in wireless transceivers.

References: 1. W.F. Egan, *Frequency Synthesis by Phase Lock*, 2nd ed., J. Wiley, New York, 2000. 2. S. Pamarti and I. Galton, "Phase-Noise Cancellation Design Tradeoffs in Delta-Sigma Fractional-N PLLs", *IEEE Trans. on circuits and systems-II, Analog and digital signal processing*, vol. 50, no.11, pp. 829-838, nov. 2003. 3. I. Galton, "Delta-Sigma Data Conversion in Wireless Transceivers", *IEEE Trans. on microwave theory and technique*, vol.50, no. 1, January 2002, pp.302-315. 4. A. Howard, "Delta-Sigma Modulator PLLs with Dithered Divide-Ratio", Agilent EEsof EDA, 2002.

A SIMULINK MODEL OF THE REQUANTISATION INFLUENCE IN $\Delta\Sigma$ FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS PHASE-NOISE CANCELLATION

Teodoru E. E., Demeter Ș. (AFT, Sibiu, Romania)

The resolution in fractional-N synthesis results as a fractional part of the reference frequency. This category of synthesizers permits a greater f_{ref} and a smaller N , a larger loop bandwidth, faster lock times and reduced output phase-noise. In $\Delta\Sigma$ PLL's the main problem is the specific quantization noise. To reduce them many techniques are used. The paper presents a Simulink model of the influence of the requantisation in the phase-noise cancellation process. Keywords: $\Delta\Sigma$ modulator, phase-noise, requantisation.

1. Fractional-N synthesizers

For the integer-N frequency synthesizers (PLL) the channel spacing is equal to the reference frequency f_{ref} , because the output frequency f_0 has a value of:

$$f_0 = N \cdot f_{ref} \quad (1)$$

where N is the integer programmable division ratio of the PLL. When high frequencies are needed, a high N produces a significant degradation in phase noise performance, because the reference noise and phase detector noise appears in the PLL's output multiplied [1] by N .

The fractional-N synthesizer allows frequency resolution to be a fractional portion of the reference frequency: $(N+k/F)f_{ref}$ and therefore f_{ref} can be higher than the step size between two adjacent frequencies. The main goal for using fractional-N architecture is to improve the output phase noise. Because of the higher f_{ref} , fractional-N PLL permits faster lock times (for equal bandwidth).

The simplest way to obtain fractional-N averaging is to change dynamically the division ratio from N to $(N+1)$ in so a manner that k times in F reference cycles the divider is $(N+1)$ and $(F-k)$ times N , so the average value is $N^*=(N+k/F)$. The accumulator in fig.1 achieves this by overflowing k times in F reference cycles. The VCO carrier will be incremented by 2π in the same interval. k is the programmable value that is equal to the number of times the device will divide by $(N+1)$ in a full fractional cycle and F is the value that

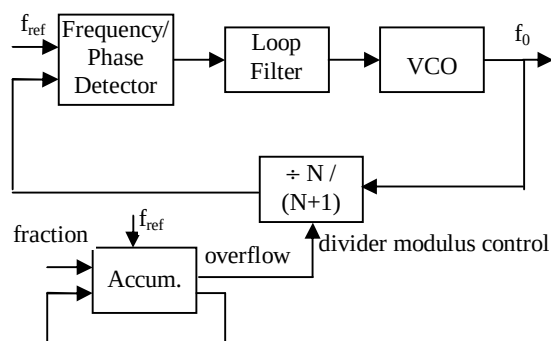


Fig.1. Basic structure of a fractional-N synthesizer

determines the number of reference cycles that are in each full fractional divide cycle. F represents the size of the counter in the accumulator and k the value that is added to this counter each reference cycle.

When the content of the accumulator is not 0, there is a phase error between the reference f_{ref} and f_{VCO}/N^* . This error increases with the accumulator value until the overflow is produced and the divider factor is incremented by 1 for a reference cycle. Each time the overflow is produced a full cycle of the VCO is “swallowed” and the phase error is reduced by 2π . In new fractional cycle the phase error continues to accumulate and the content of the accumulator will represent the actual phase error at the end of each reference cycle: Phase error (rad) = accumulator value $\times (2\pi/F)$. For an F size accumulator each increment value represents $2\pi/F$ rad phase error. These values can be used to correct the phase error to the phase detector output.

The abrupt change in phase and the periodic change of the N factor cause a spurious signal, the fractional spur, located to (f_{ref}/F) Hz away from the carrier. The classic compensation method consist to convert the accumulator content to a scaled current and correct the phase error at the end of each reference period by adding this current to the output of the charge pump. A very small bandwidth of the loop permits also to suppress the phase noise, but this negates the main benefit of the fractional synthesis, the wider bandwidth that can be obtained.

In $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's (fig. 2) a $\Delta\Sigma$ modulator generates a sequence $y[n]$ consisting of independent random variables that take the values of 0 and 1 with the probability $(F-k)/F$ and k/F , respectively. By this randomization the periodicity of the divide factors is broken and the power spectral density of the fractional error becomes that of white noise. The sequence $y[n]$ can be written as [3]:

$$y[n] = x + e[n]$$

where x is the desired fractional ratio and $e[n]$ is undesired zero-mean quantization noise (white noise).

The particularity in using a $\Delta\Sigma$ modulator consists in that this inherent quantization noise has the most of his power in a frequency domain above the PLL's bandwidth and can be attenuated by the low-pass filtering function of the loop. Inside the loop bandwidth the quantization noise is low enough not to affect the overall phase noise due to noise shaping.

2. The correction technique

In [2] is given a cancellation technique of the phase-noise in $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL's. Without cancellation, this phase noise is given by the quantization noise $e_Q[n]$ from the second order $\Delta\Sigma$ modulator by injecting each reference period a charge sample $Q_Q[n]$ in the loop filter. With this technique a charge sample of opposite sign $-Q_Q[n]$ is added in the loop filter at same time to compensate $e_Q[n]$. The sample charge sequence is modeled as:

$$Q_Q[n] = I_{CP} T_{VCO} \sum_{k=n_0}^{n-1} e_Q[k] \dots\dots\dots$$

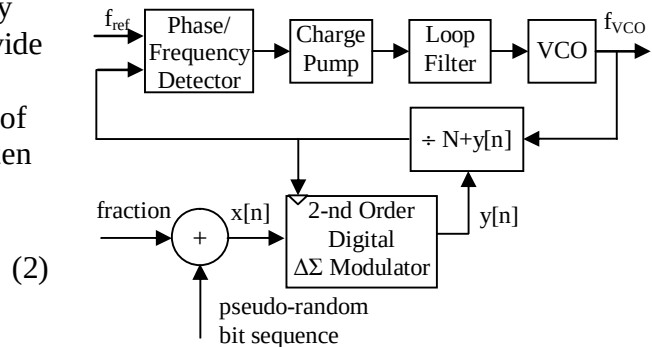


Fig. 2. $\Delta\Sigma$ fractional-N PLL synthesizer

where I_{CP} is the nominal charge pump current, T_{VCO} the nominal period of the VCO output, and n_0 an arbitrary starting time index. A cancellation DAC generates scaled current pulses added to the charge-pump error current pulses. This process must correct the quantization error without introducing others errors and depend on the order L of the $\Delta\Sigma$ modulator. A bandwidth extension $\lambda = B_{new} / B_{old}$ is achievable by the cancellation process with a good approximation value of:

$$\lambda \approx \left| \frac{1}{\beta} \right|^{\frac{1}{L-1}} \quad (4)$$

where β is the normalized gain mismatch between the charge pump current and the DAC current (the DAC current is $(1+\beta)I_{DAC}$ instead of I_{DAC}).

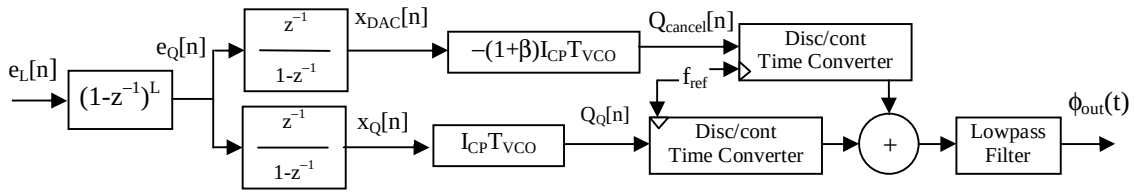


Fig.3. The model of the cancellation technique

To reduce [2] the required performance of the cancellation DAC by requantisation, only the most significant bits of the sequence $e_Q[n]$ are used to obtain the compensation current. Without requantisation, the DAC would process a 15 bit word and with requantisation, only a 7 bits word. This truncation of the command word generates phase noise in the PLLS's output.

The requantisation is accomplished with an M th-order $\Delta\Sigma$ modulator, having a LSB of Δ_{RQ} . The requantisation error $\hat{e}_Q[n] - e_Q[n]$ generates an error charge added to the loop filter every reference period. The requantisation error can be modelled as an additive source obtained by passing the sequence $e_M[n]$ of the $\Delta\Sigma$ requantisation modulator through M discrete

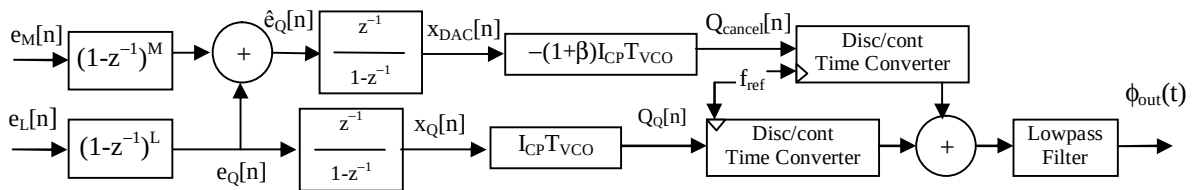


Fig.4. The model of the requantization influence.

differentiators. The sequence $e_M[n]$ is white and uncorrelated with the sequence $e_L[n]$ who generates the quantisation error $e_Q[n]$ (it is its delayed version). $e_M[n]$ is obtained by adding a 1 bit dither to the input of the fractional modulator, so their values are uniformly distributed between $-0,5 \Delta_{RQ}$ and $0,5 \Delta_{RQ}$, with a variance of $(\Delta_{RQ})^2/12$. The model of the requantisation is given in fig. 4 and the Simulink model in fig.5.

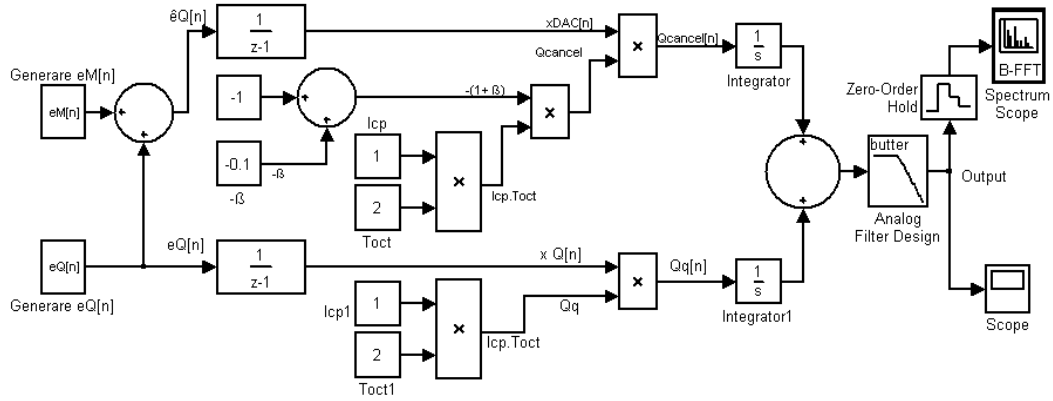


Fig.5. The Simulink model of the logic diagram in fig.4

The power spectral density of the requantisation error is given [2] by the relation:

$$S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) \approx \frac{\Delta_{RQ}^2 \pi^2}{3f_{ref}} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(M-1)} |A_{\phi}(j2\pi f)|^2 \quad (5)$$

where the mismatch gain $\beta \ll 1$ and A_{ϕ} is the closed-loop transfer function. The relation permits to determine the values of M and Δ_{RQ} to obtain a specified phase noise and bandwidth.

A good condition to obtain a limited requantisation phase noise is to compare the S_{ϕ}^{RQ} with S_{ϕ}^{β} for the situation without requantisation:

$$\frac{S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f)}{S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)} \approx \frac{\Delta_{RQ}^2}{\beta^2} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(M-L)} \quad (6)$$

S_{ϕ}^{β} is the lowest phase noise achievable by this cancellation technique, neglecting all others noise sources [4]:

$$S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f) = \beta^2 \frac{\pi^2}{3f_{ref}} \left| 2 \sin \left(\frac{\pi f}{f_{ref}} \right) \right|^{2(L-1)} x |A_{\phi}(j2\pi f)|^2 \text{ rad}^2 / \text{Hz} \quad (7)$$

To ensure $S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) < S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)$ a solution is to work with $M = L$ and $\Delta_{RQ} < \beta$.

3. Conclusions

$\Delta\Sigma$ fractional-N frequency synthesizers are performing devices ensuring very good resolution and wider bandwidth. The output phase noise depends on the order L of the modulator and the mismatch β between the cancellation and the quantization charges. Reducing the number of DAC bits by requantisation the requested performances of the cancellation DAC decreases, with the price of a greater output phase noise.

The added phase noise depends on the order M of the requantisation $\Delta\Sigma$ modulator and on the requantisation LSB Δ_{RQ} . To ensure a limited requantisation phase noise, the condition $S_{\phi}^{RQ}(j2\pi f) < S_{\phi}^{\beta}(j2\pi f)$ is accomplished for $M = L$ and $\Delta_{RQ} < \beta$.

References: 1. W.F. Egan, Frequency Synthesis by Phase Lock, 2nd ed., J. Wiley, New York, 2000. 2. S. Pamarti and I. Galton, "Phase-Noise Cancellation Design Tradeoffs in Delta-Sigma Fractional-N PLLs", IEEE Trans. on circuits and systems-II, Analog and digital signal processing, vol. 50, no.11, pp. 829-838, nov. 2003. 3. I. Galton, "Delta-Sigma Fractional-N Phase Locked Loops", in Phase-Locking in High-Performance Systems: From Devices to Architectures, B. Razavi, Ed., Wiley-Interscience, New York, 2003, pp. 23-33. 4. S. Pamarti, L. Jansson, I. Galton, "A Wideband 2.4-GHz Delta-Sigma Fractional-N PLL With 1-Mb/s In-Loop Modulation", IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 39, no.1, Jan. 2004, pp. 49-62.

PREMISES FOR ELABORATION OF THE STUDIES PLANS STRUCTURE IN 2 CYCLES: LICENSE AND MAGISTRATE

Toca A. (*Technical University of Moldova, Chisinau*)

In the paper the problems of elaborate of the educational studies plans structure for two cycles of university formation are examine in the concordance to Bologna process. There are shown, that at organization of university formation in 2 cycles very relevant there are connection between the requirements and components of the educational schedules.

One of the Bologna process objectives foresees the organizing of the university studies in two cycles: of license and of magistrate [1]

The declaration foresees the engagement of the signatory countries to fulfill this objective through an adequate environment of the institutional competences and respecting in a sure manner the cultural and linguistic diversity, the national systems of education and university autonomy to strengthen the European area of the high education.

1. Legislative and normative environment of the Republic of Moldova

Organization of the university education in two cycles is regulated by a set of normative acts emitted in the Republic of Moldova. We can enumerate some of them:

- Educational Framework-Law from the Republic of Moldova (project);
- High Education Law (project);
- Framework-plan for the I cycle (provisional);
- Listing of the professional formation domains and of the specialties for staff training in the high education institutions, I cycle.

At the moment there are not made public the:

- Framework-plan for the II cycle of magistrate;
- Listing of the professional formation domains and of the specialties for staff training in the high education institutions, II cycle of magistrate.

In these conditions there can be taken into account the eventual increased degree of similar formulations in the documents referred to the II cycle in proportion to the respective documents of the I cycle. Besides this there can be quoted the foresights of the normative acts emitted in Romania in 2004 - 2005 like:

- The Law nr. 288 of June 24 2004 regarding the university studies organization;
- The Governmental Decision regarding the licensed university studies organization;

Until 2005 the listing of the Republic of Moldova foresaw the attribution of specialties within the Faculty of Engineering and Management in Machine Building to 3 profiles: *Mechanic, Engineering, and Design*.

After 2005 that 3 specialties of 3 profiles, for which were elaborated the vision, concept, study plan, study programs, formed traditions, refer now to the same profile – *Engineering and Industrial Technologies*:

The listing regarding the fields of reference and license specializations, according to the HG nr. 88/2005, which includes the license studies organization from Romania, attributes the specialties of the 521 domain of the Republic of Moldova (only of the Faculty of Engineering and Management in Machine Building) to 3 profiles: *Industrial Engineering, Engineering and Management, Plastic and Decorative Arts*.

On the basis of these documents we can draw the following conclusions:

- The proposed by Romania and Republic of Moldova solutions at the level of listing for the 521 profile specializations - *Engineering and Industrial Technologies from RM* – are not identical;
- In the studies plans there can not be exactly respected the foresights of the national normative acts, which treat in different ways the foresights of the Bologna process.

2. Systemic approach

The university education organized in a single cycle is well known. The university education organization in two cycles is in process of establishment and necessities a more detailed examination.

The respective objective from the Bologna Declaration is formulated in some phrases, which contain a set of words and key notions:

- The constitution of a **system** - “Adoption of a system essentially based on two cycles, of undergraduating and graduating”;
- The studies of the II cycle complete the studies of the I cycle – “Access to the II cycle will necessitate the successful completion of the studies in the I cycle...”;
- The studies at both cycles are distinct, have a relatively independent character:
 - ü “... graduating of the I cycle will also be relevant for the European labour market as a special qualification level” and
 - ü “The second cycle should lead to diploma of magistrate or/and doctor, as it happens in many countries of Europe”.

The fundamental notion of this objective is expressed by the word **system**. And, then, for the both cycles is necessary the systemic approach.

From the systemic point of view, a set of requirements is imposed to the university education in two cycles:

- ***Integrity and divisibility of the I and II cycles.***

Both cycles, are conceived on the one hand as an integral formation (an entity), and on the other hand – each of them (cycles) in the quality of components and elements of the whole also are upright (entities).

The integrity and divisibility of each cycle is manifested individually by curricula and respective studies plans.

- ***Relations between the I and II cycles.***

Between those 2 cycles which are elements of one system and/or between their properties, there have to exist stable substantial relations. The relation in this context is nothing but an oriented channel of transfer and meaningful information power.

The I and II cycles have to be complementary through the temporary order of knowledge assimilation, through the content and methods of didactic material exposition, through the role and measure of education approaching usage from the position on the one hand of phenomena, processes, problems and on the other hand of instruments.

- ***Organization of the system in two cycles***

The education system in two cycles has to be characterized by an advanced organizational degree, which represents the actualizing of meaningful relations between the elements (cycles), systemization of their distribution, of their time properties. For each cycle in part and for both together is imposed the requirement referring to the advanced organizational degree through the foresights of the respective studies plans, so that, each plan in part forms and organizes the information and experiences in integral and functional knowledge, which also remain integral and functional and at the level of both cycles taken together.

- ***Integrative properties of the two cycle's system.***

As the result of the creation of the education system in two cycles, the system has to obtain integrative properties in that they are not characteristic to none of the cycles in part. Apparition of the integrative property is a major argument for existence of each cycle in part and of both together.

One more requirement of the systemic approach refers to three examination levels. In the context of studies plan elaboration for both cycles the high level is the specialty and domain of professional formation. Thus, the studies plans of a specialty can not be correctly elaborated without knowing the requirements imposed to the specialty and to the professional formation domain. We found that these requirements do not represent the official document subject "Listing of the professional formation domain and of the specialties for staff training in high education institutions, I cycle", and for the II cycle such a listing does not exist yet.

3. "Life Cycle" approach

One of the contemporaneous systems approaches is the "Life Cycle" approach. The quality as a system, in the present case belongs to the education in two cycles as entity, its component elements – I and II cycles, studies plans for these cycles, study courses (subjects), study themes.

Life cycle. Life cycle of an entity or of a system represents a set of phases – steps succeeded during life history. For defining the life cycle of the entity there can be used the GERAM model (Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology), which stipulates the generic phases of the life cycle: Identification, Conception, Requirements, Projection, Implementation, Operation and Liquidation (figure 1).

- a) **Identification phase.** The identification phase represents a set of activities which identify the content of some particular entities as professional formation domains, specialties in terms of constitution and relations with the exterior and interior mediums. At this phase there is defined the idea of the professional formation domain and of the specialty and is confirmed its feasibility. Here are imposed the restrictions related to the requirement and the necessity in the professional formation domain and in specialty. Identification of the professional formation domain and of specialties is made by the emission of the "Listing of the professional formation domain and of specialties for staff training in high education institutions, I cycle". There does not exist yet such a listing and for the II cycle and it has to be elaborated. In this case identification of specialties has to be made resulting from the fact that the studies at the II cycle have a more profound character and better pronounced contemporaneously.
- b) **Concept Phase.** The concept phase represents a set of activities at which takes place the entity concept development (professional formation domain, specialty (I and II cycles), studies plans (I and II cycles), studies subjects, studies themes) on the basis of the requirement and necessity. Here are given the answers to a set of questions as: which are the objectives, strategies and goals of the entity? What is intended to be done with the

entity? What perspectives has the entity on labour market (the specialist after I and II cycles) or in a functional sense (plan, subject, theme)? There are defined the mission, vision, values, strategies, objectives, operational concepts, politics related to this entity.

- c) **Requirements phase.** At this phase there is established the list of requirements referred to the entity (professional formation domain, specialty (I and II cycles), studies plan (I and II cycles), studies subject, studies theme). The requirements are specified resulting from actual and perspective interests of the society in connection with the professional formation domain and with specialty (I and II cycles), taking into consideration the legislation. More specific is the part responsible for the constitution activities of the operational requirements in connection with the studies plans (I and II cycles), studies subjects, and studies themes.

- d) **Projection phase.** It represents the activities at which all the entity and components specifications satisfy the entity requirements.

- e) **Implementation phase.** This phase includes the activities at which are defined all tasks that have to be fulfilled at the entity constitution and reconstitution. The entity reaches the condition when it corresponds to all stages of the projection phase. There take place specific activities related to configuration, to diverse monitored tests.

- f) **Operation phase.** At this phase the entity (professional formation domain, specialty (I and II cycles), studies plan (I and II cycles), studies subject, and studies theme) fulfills the functions, is active, operates, is obeyed to control, and is monitored. Here is organized an efficient feedback for establishment of a relation between the processes that take place in the “lyceum (school) – university – enterprise” chain.

- g) **Liquidation phase.** This is the final phase of the entity life cycle.

Recursive life cycles. Recursive function is a relation between different dependent life cycles, which consists in the fact that the operational phase of a life cycle is the life cycle (phases) cause or support of the other system.

In the context of this analysis the notion of “life cycle” is applied to the entities: industrial environment section, university environment section, specialty, education plan, studies subject, and studies theme.

A specialty is formed on account of the requirements and necessities of the operation phase of the industrial environment section, where the specialists activate. At the same time

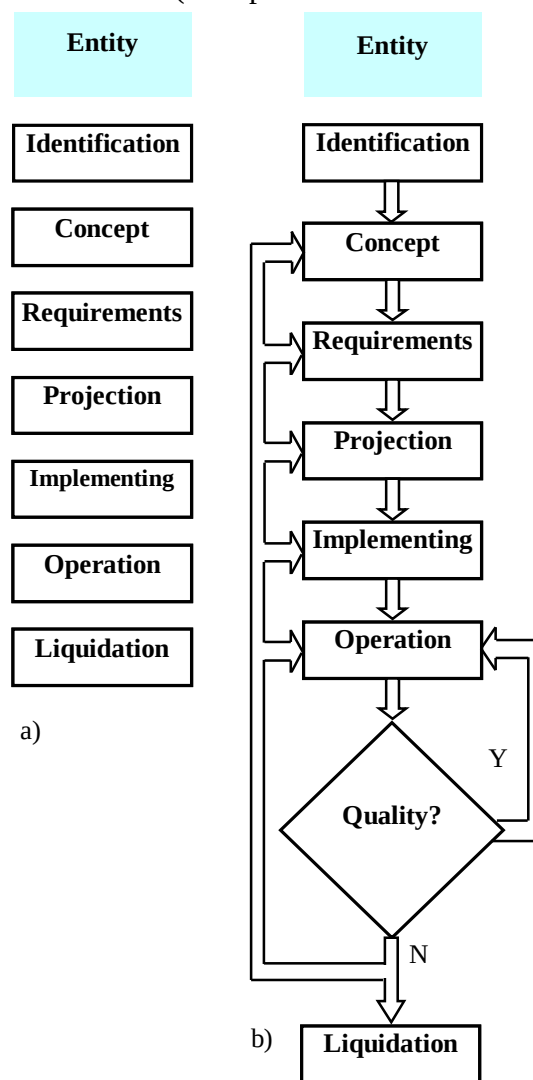


Fig. 1. a) Life Cycle of an entity (professional formation domain, specialty (I and II cycles), studies plan (I and II cycles), studies subject, studies theme, b) improvement activity

the operation phase of the life cycle of the university environment section has a big influence. The practice of other universities in the field of specialists' training also has a significant influence. The Bologna process with its objectives demonstrates one more time the necessity of the university processes approaches according to the life cycle model.

The life cycles of the university environment section and of the industrial environment section are recursive. The specialists training is made through the industrial environment functioning and this environment is determined by the operation phase of the university environment section through the formation domains and respective specialties. On the other hand the industrial environment is developing according to the concurrence law and in an imminent manner the operation phase of the industrial environment influences the phases of the university life cycle.

The operation phases of the university environment section and of the industrial environment section determine the life cycle phases of the formation domain and of the specialty. At its turn, the operation phase of the formation domain and of the specialty determines the life cycle of the studies plan.

The usage of the methods based on the life cycle notion is not related to the conclusion that the specialties, education plans, subjects, studies themes appear and disappear rapidly. Another conclusion is imminent – an entity reaches the liquidation phase if there were exhausted all possibilities of improvement and adjustment to the operation phase necessity of the industrial environment section.

The conception and improvement of the formation domain and specialties characteristics take place at the hierarchic level. The biggest mobility is at the studies themes level, which can be modified very operatively, by the own structure modification. Together with the improvement possibilities exhausting, the theme is limited or/and replaced. Its elimination and replacement provokes the subject structure modification.

Moulding of the formation domain curriculum and of the specialty for the studies in 2 cycles is more complex. The studies plans of the cycles being determined by the operation phases of the specialties cycles have a specific degree of independence.

To one specialty at the I cycle can correspond more specialties at the II cycle, this way there can be assured a diverse professional formation according to the domain development necessities. To more specialties at the I cycle can correspond a specialty at the II cycle.

The fact that the life cycles phases of the specialties at I and II cycles are recursive denotes also that the life cycles of the studies plans at both cycles are recursive.

This thing demonstrates that studies plans elaboration for both cycles has to be done simultaneously and in a close relation.

4. Conception of the studies plans for the I and II cycles

Conception of the studies plans for both cycles begins on the basis of the relation between the requirements phases of the I and II cycles specialties and on the basis of the concept phases of the I and II cycles studies plans with the condition that these phases are recursive.

The requirements of the study cycles are the following:

1) Requirements for the I cycle

- s** They demonstrated that they possess **knowledge** and **comprehensive abilities** in a study domain which completes those features purchased in lyceum and which is appropriate for a level, which includes some specific aspects of their study domain, while it is supported by the manuals that comprise advanced knowledge;

- s Can apply their knowledge and comprehensive abilities in a way that indicates **professional approach** of their activity domain and can demonstrate their **competence** through the agency of some arguments supporting and of some problems solving of their study domain;
 - s Have the ability of **synthesizing and interpreting of the relevant dates** (as usual from a specific study domain) and of **formulating judgments** which comprise reflections regarding relevant problems of social, scientific, etc. nature;
 - s Have the ability of **communicating the information, ideas, problems and solutions** to both specialized and not specialized auditorium;
 - s Have developed their ability of studying, necessary for continuing of some studies with a higher autonomy level;
 - s Within the licensed studies there is obligatory to effectuate some **practice strategies**, which complete the formation process of the professional competences;
- 2) **Requirements for the I cycle**
- s They demonstrated that they possess **knowledge** and **comprehensive abilities** that are founded, **extended and/or intensified, associated** to the specific level of the graduator and that offer a base or occasion of becoming an **original** in **discovering and/or ideas application**, often in the research context;
 - s Can apply their knowledge and comprehensive abilities, as well their abilities regarding the **problems solving** in new unfamiliar domains **from the interior of some foreign contexts (or multidisciplinary)**, in relation with their study domain;
 - s Have the ability of **integrating the knowledge** and of facing the complexity, **formulating judgments** on the basis of some incomplete and limited information, but this presume **reflections** over social and ethic problem related to those knowledge and judgments
 - s Can communicate the **conclusions** of their researches, the **knowledge** and **reasoning** exposing them clearly and without **ambiguity** both to the specialized and not specialized public;
 - s Have the ability of studying, the fact that permits them to continue their studies in a autonomous manner;
 - s Magistrate studies are organized and are accompanied by a practice training;

References: 1. European high education domain. Common Declaration of the Ministers of Education from Europe agreed in Bologna, June 19 1999. 2. Legea-cadru a învățământului din Republica Moldova (proiect). 3. Legea învățământului superior din Republica Moldova (proiect). 4. Legea nr. 288 din 24 iunie 2004 privind organizarea studiilor universitare (România). <http://www.edu.ro>. 5. Hotărârea de guvern privind organizarea studiilor universitare de licență (România). <http://www.edu.ro>;

EXPERT SYSTEMS AND THEIR APPLICATION TO POWER SYSTEMS

Muien Unes, George Isber (*Lattakia, Syria, Tishreen University, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering*)

This research presents the development stages of using expert programs in the electrical power systems in addition to a program system characterizes by artificial intelligence for diagnosing the level of voltages in all the network nodes.

It depends on the power flow system which depends in its turn on Newton-Rafson method. This program has been written in Turbo-Pascal language. It consists of helping programs and expert system making decisions according to general knowledge rules, and a general reasoning mechanism, then developing them to a rule of statements (data) in addition to the results of the logarithmic programs that calculate the node currents and voltages during normal work during holidays.

It also gives the economic comparisons between the optimum solution programs and expert systems. The program has been tested primarily and it has given conformable values to the programs using the optimum solution with the speed difference.

1. Introduction.

The efforts of researchers and those working in the field of analyzing electrical power systems have been concentrated up to the sixties of this century on developing mathematical models of generators, transport lines and the other constituents of the electrical power system by using the techniques that can give formulations close to the analytical solutions. And the availability of the computer sets on a large scale has led to the achievement of a great advance in developing the mathematical models of the system as a whole and to develop a great number of numerical methods connected with each other besides finding effective methods of the load flow in the calculations that depend on imitating the swinging curves of traversing stability and analyzing static stability by using these methods, then achieving a specific jump in the field of analyzing the electric power systems.

This has been followed by the stage of developing the control centers by electric power systems through the computer such as SCADA systems which allowed us to collect information and to handle it on line. This has led to a great interest in the real time methods of analysis. Then the state estimation system has been introduced, on line security estimation and the optimum load flow.

This stage has also witnessed a great activity in developing the decision supporting systems whether on-line using control and mathematical programming theories, depending on developing the mathematical models of the systems.

Many important and remarkable successes have been achieved in all the above but effective as well. Yet there still remains a great number of problems in the electric power systems which are solved by human experts but in an individual way through experience or actual control depending on experience which is connected with the results reached through numerical analysis and the decision supporting systems.

- the expert systems have developed as a result of long researches that tried to imitate the operation of actual reasoning used by man. These systems grew up when the scientists of artificial intelligence (A.I.) concerned themselves with finding programs that may help in solving a particular problem more than finding programs for solving general problems.
- Ever since 1981 interest has become increasingly concentrated on the use of applying expert systems of electric power systems "Work in these fields has developed such as the fields of systems, process and control data". One of the important characteristics of the expert system is keeping the knowledge even after the human expert has retired.

2. Constituents of the Experts System.

There are four main constituents of the expert system: They are the base of knowledge, the inference engine, the means of interface with the user and the developing engine.

2.1. Knowledge Base.

Knowledge base of the expert system contains information that the system uses in searching for a solution, and the wider the knowledge base becomes the more increased the

power of the expert system and its effectiveness be come. Knowledge is represented in the form of facts and relations.

Later on the details of the more used methods will be explained for representing these relations. The facts are stored in the data base where facts may be stored as the formulations of solving the integral and differential calculations in this region of the expert system, being an ineffective region and is greatly like the bases of the statements found in the computer traditional programs.

- if the expert system is of the king adopting the rule-based system, then the production rules are stored in this regions of knowledge base. This is the region that distinguishes the expert system from the traditional computer programs.
- There is another important part of the knowledge base which is the working memory where facts continue from the knowledge to be processed by the inference engine through using the Heuristic Rules for reaching the desired solution. These three parts: knowledge, facts and the working memory are in a whole the knowledge base if considered by the more comprehensible concept.

2.2. Inference Engine.

Inference in the artificial intelligence is a group of different operations which the intelligent program uses by inference (just like man) from facts and suppositions. It is one of the branch operations of the more comprehensive reasoning process. The programs working in this way are often called inference engines.

- Most of the work done within the expert system takes place here (in the inferences engine). It is continuously eliciting facts from the data base and knowledge from the knowledge base and Heuristic Rules given by knowledge engineer who processes it until reaching solution using the adopted research strategy.

2.3. Means of Interface.

It is the medium of continuance between the expert system and the outside world; it usually takes the form of the screen. Interface means works in a natural way in one of the three following circumstances:

First: When the knowledge engineer wants to expand the knowledge base.

Second: When the users want to obtain replies from the expert system.

Third: When the users want to learn from the expert system.

2.4. Development Engine.

The development engine is known as the liberator. It is essential in designing the expert system for the knowledge engineer depends on it in constructing, expanding and amending knowledge base. But the development engine is not always present in the expert system.

3- Knowledge Representation Methods.

It is highly important to represent the expert knowledge in a brief way according to it. And we will mention here a description of the four most common methods in representing the knowledge used in the expert system.

3.1. Semantic Networks:

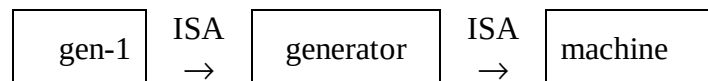
Semantic networks are considered as one of the most important general methods for representing knowledge is represented in this way in the form of a graph, where nodes represent things, facts or cases, whereas relations are represented between different things, facts and cases by arrows.

Semantic networks form the bases of other methods for representing knowledge as the frames method, and the production rules method. If we want to represent the expression "The generator is a machine" in this way, then each of the generator and the machine will take the form of models, and the arrow describing the relation between them will be symbolized by:

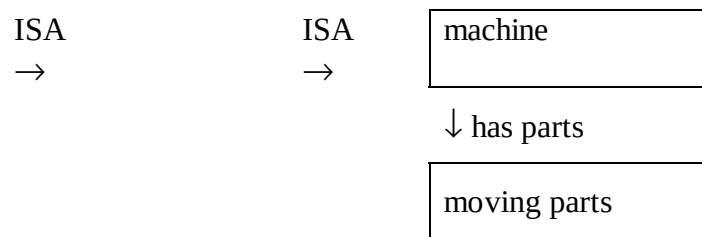


One of the main characteristics of using semantic networks is then ability of inheriting relations. There are two forms of transmission (inheritance) in semantic networks which are the inheritance of characteristics and that of graded series.

- the graded series inheritance should be defined by following a number of arrows "For example, if there were generators symbolized by Geni-represented in the semantic networks as follows:



It would be possible then to deduce the fact that Geni. Is a machine that has the inheritance of characteristics by describing the target properties. And if the fact was that all the machines have mobile parts which should be described in the semantic networks, then it should be represented as follows:



By using the characteristic of properly inheritance of semantic networks we may infer Geni has moving parts. Including the fact that all machines have moving parts show another characteristic which is important to the semantic networks it is the easy possibility of adding new data and omitting the Id data or amending them without any noticeable effect on the existing facts (data).

How ever, the difficulty of distinguishing between individual inheritance and group inheritance is one of the disadvantages of Semantic Networks. For representing the fact that the generator is an electrical machine studied by an electrical engineer.

By looking at this semantic network we may deduce that (Geni) has been studied by the specialized electrician. Yet this may be true or untrue. There is another case of semantic networks which is the nonexistence of any renewed representation structure as in the method of the predicate calculus. Although the small semantic network is good and easy to understand, it may quickly change into a complicated network where the inference of relations becomes very difficult.

The reasoning machinery used "by most semantic networks depends on connection between facts and the raised question. On the occurrence of questioning, the reasoning process creates an independent network structure or what may look like the subnetwork.

Then we try matching this subnetwork with the facts in the rule data. If there were complete matching the problem would be solved, but if there were not any matching the "No".

- Among the numerous existing semantic networks there are networks commonly used in the expert systems, they are the tripartite: (Object – Attribute – Value) where the tripartite (O – A – V) makes the semantic networks more controllable through permit-

ting the network to be represented by a tree like plan, thus giving a starting point for the inference process called (Root) and the methods of knowledge representation is derived from the tripartite: (O – A – V).

3.2. Predicate Calculus.

Logic is regarded as one of the oldest types of knowledge representation used in maths, and philosophy. Logic concerns itself with arranging words in expressing fact and defining it through processing word arrangement. As the basic common concept in logic is truth, and by understanding the method of knowledge representation by using predicate calculus in artificial intelligence, therefore, one should accept the hypothetical calculus where the hypothesis takes only one of the two values of truth which is right or wrong. And he binds hypotheses by using what is known as (conjunction sentences), thus it becomes possible to represent the expressions of ideas.

There are five conjunction sentences which are:

and	$\wedge$
or	$\vee$
not	$\neg$
implise $\rightarrow$	or $\supset$
equivalent	$\equiv$

3.4. Frames.

Frames depend basically on the method of man's thinking and according to which he adapts himself to new situations through recalling the previous experiences. Frames have originally been developed for dealing with natural language and imaginary realization.

Production Rules:

Production rules describe the state by using one of the two expressions (if, then, else) and beginning the part (if) in the introduction or the condition and part (then) or (Else) with the verb or performance and it is not compulsory to place the part (Else).

The arrangement of production rules is known as the Rule-Based system which consists of the following three main parts:

- 1) Rule base consisting of the group of production rules.
- 2) Context data structure.
- 3) Inference mechanism.

The ordinary expert system may contain hundreds of production rules in the rule base. (The Programming Languages Used in Building the Expert System).

Programming languages which are chosen for building the expert system depend on the nature of the studied problem. As the expert systems use symbolized reasoning more than the operations of numerical data, then in addition to the help for executing the symbolized calculus operations, this language should provide flexibility in the coordinated control, connection and the properly defined symbol indications.

Expert systems have been designed by the traditional programming languages as the Pascal and (C++) and Delphi owing to the easiness of their formulation and their high efficiency. But the more common languages using expert Systems are the artificial intelligence such as the language of Prolog and Lisp, in particular.

4. Usage of Traditional Power System Software and Expert Systems.

It is useful to distinguish between the traditional power software and the expert systems in order to understand clearly the weak points and the strong points existent in the expert systems in comparison with the more traditional software.

There are three important differences in the traditional software and the expert systems that help us to distinguish between them;

- In the traditional power system software mixture is repeatedly made "between the knowledge relating to the problem and the method in which reasoning is performed from this knowledge to get the solution.
- In the expert systems we are more concerned with processing symbolize' data than dealing with numerical data in a direct way. This forms an evident contrast to most of the traditional power system software such as the load flow that is basically concerned with processing numerical data.
- The expert systems depend basically on the problems in which knowledge is less definite or vaguer and suspicion (i.e. rate of wrong) is taken into consideration on performing reasoning where as the traditional power system software deal greatly with problems in which the mathematical model of the problem and logarithmic solution are available.

5- The mathematical solution of the optimum compensation of reactive

power in electrical networks with the help of the expert system.

The sum of annual expenses required for reactive power $Z(Q)$ equals the sum of expenses required for reactive compensation devices $Z_k(Q_k)$ in addition to the cost of annual electrical power loss in the electric network resulting from the compensation of reactive power $\rightarrow wP(Q)$

$$Z(Q) = Z_{\square}(Q_{\square}) + Co wP(Q) \quad (1)$$

where:

C_0 – the specific price of electric power loss per year is (cash unit/hour kilowatt).

Q – power ray in all nodes of the network.

Q_u – power ray of reactive power compensation devices in some nodes of the network.

$Z(Q)$ – value forms a perfect function where its minimum value matches with the optimum power of the reactive power compensation devices.

Q_k – the expenses required for the compensation devices of reactive power in each nod (i) is related to the power of the compensation devices Q_{ki}

$$Z_{(Q)} = Z_{koi} + Z_{k1i} + K_{k2i} Q_{ki}^2 \quad (2)$$

then:

$$Z_k(Q_k) = \sum_i^{nk} k_i \quad (3)$$

where:

nk – number of nodes – where compensation divices installed.

$Z_{koi}, Z_{k1i}, Z_{kzi}$ – factors of cost of the varying types of compensation devices.

The power of each node Q_i is the sum of the load power (Q_{load}), I then

$$Q_i = Q_{load} - Q_{ki} \quad (4)$$

Therefore the power loss value in the network $\Delta P(Q)$ is in the form of complex function of Q_{ki} value. Finding the differential value of the perfect function of equation (1) for the variable Q_{ui} and all axes of readient rays equaling them zero.

$$\frac{dz(Q)_k}{dQ_i} = \frac{dZ_k(Q_k)}{dQ_{ki}} + Co \frac{d\Delta p(Q)}{dQ_i} \cdot \frac{dQ}{dQ_{ki}} = 0 \quad (5)$$

taking (2) into consideration then:

$$\frac{dZ(Q_k)}{dQ_{ki}} = Z_{z1i} + 2Z_{k2i}Q_{ki} \quad (6)$$

and taking (4) into consideration:

$$\begin{aligned} \frac{dQ_i}{dQ_{ki}} &= 1 - \\ \frac{dZ(Q)}{dQ_{ki}} &= Z_{k1i} + 2Z_{k2i}Q_{ki} - C\alpha dQ_i \end{aligned} \quad (7)$$

where $dQ_i = \frac{d > p(Q)}{dQ_i}$ - an increase of relative loss of active power in the network resulting from the rise of reactive power in the nodes.

The relative increase in the power loss is a complex unlinear function of the reactive power in the nodes. Therefore, according to the number of axes (nk) of the gradient ray a member on the order (nk) unlinear algebraic equation,

$$\nabla Z(Q) = Z_{ki} + 2[Z_{k2}]Q_k - C\alpha dQ_i \quad (8)$$

and the box plan (fig. 1) refers to the series of mathematical operations and how they are programmed to obtain the optimum value of the compensated reactive power.

Helping programs of the expert system have been prepared; they are as follows:

- A program for calculating voltages in the nodes.
- A program for calculating the power flow.
- A program for calculating the loss of power in the network.
- A program for calculating the loss of power in the nodes (loads).
- An economic program for calculating the distribution of reactive power in the network.
- A program of technical economic comparison.
- An expert program depending on the information presented to it from the helping programs.

Result:

This research has been concerned with the importance of using expert systems in the electric power systems in addition to the control, calculation of defects and the helping operation that may be presented by the expert system to man in making decision for giving the optimum values to compensate for reactive power for the purpose of controlling the generation of this power, and consequently, to obtain the least possible economic cost.

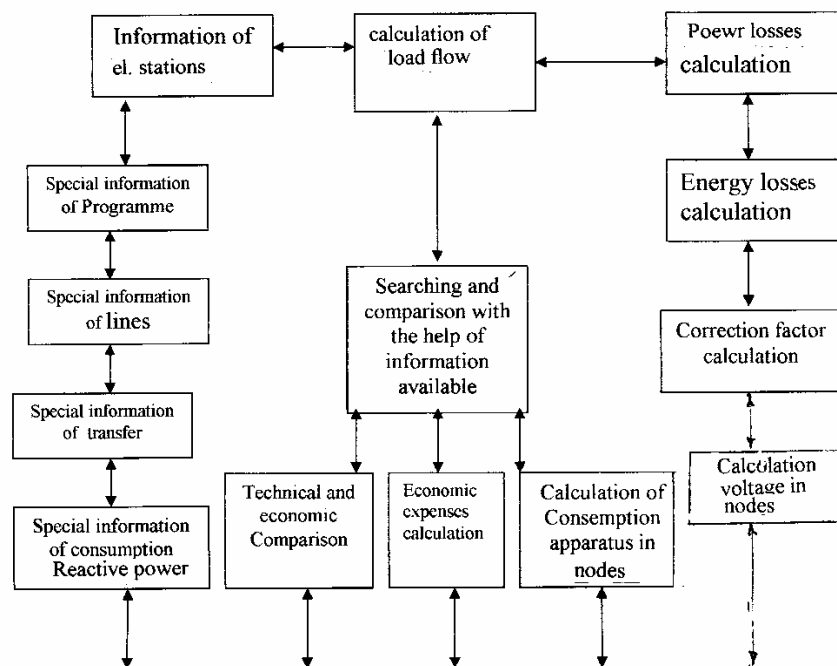


Fig. 1. Expert system diagram

References: 1. Lo, K.L. and Nashid, I. "expert systems and their applications to power systems, part2: search methods and languages". IEE Power Eng. Journal, Vol. 5-7, No.3, June 1993. 2. Jackson, P. "introduction to expert systems", Addison-wesley Longman Higher Education 1999. 3. Arrillaga, J., Arnold, C.P. "Computer analysis of power systems, John Wiley and Sons, New Delhi, 1990. 4. Baran, M.E. and W.F.F., "Optimal Capacitor Placement on radial distribution systems; IEE Transactions on power delivery – PWRD, Vol. 4, No.1, January 1989.

EXPERIMENTAL RESULTS OF SURFACE THERMIC TREATMENTS BY THE PULSES OF OPTICAL RADIATION ON SOME METAL POWDER PIECES

Virca I., Nanu D., Nederita V., Lazar V.
(LFA, ULB, ULB, Sibiu, Sinterom Cluj Napoca, Romania)

The study focuses on the investigation, which the authors undertakes in order to obtain the superficially structural modifications to metallic powders pieces, with the help of the optical radiations pulses. Gas unloading lamps represent the energy source. The results emphasize both the energetic possibilities of raising this lamps and the ability of metallic powders pieces to superficially be treated after the sinterized process.

For about 10-15 years, the specialists from different fields of scientific research and industry (Food Industry, Medicine, Chemistry, Machine Building Industry etc) study the warming effects, the decontamination of some processes, the finishing, the thin layers deposits, meant to protect or design etc., accomplished by means of optical radiations pulses (IRO), achieved using the gas unloading lamps. (LDG).

This paper emphasizes the problem of the superficial thermic treatments with LDG on sinterized devices from metallic powders. Gas unloading lamps represent the concentrated

energy source that releases no coherent radiations pulses in the electromagnetic radiation optical spectrum.

Therefore, the local changing of the metal surfaces proprieties of some devices from the aggregate structure and equipments from the machine Construction Industry, Electrics and Electronics, Auto vehicles etc, imposes the use of concentrated energy sources technical-economic advantages, thus offering multiple technical-economic advantages unlike thermic treatment in volume or extended surfaces.

The remarkable results in the superficial treatment field were obtained by means of lasers [1], electrons fascicules [2] and flash lamps [3]. The thermic treatment often used by means of these energetic sources is the one of superficial hardening, generally applied to steel and casting pieces and devices, by rapidly warming and cooling them, that leads to a state out of balance, featured by a great quantity of martensite loaded with extra dislocations and with a greater density than the martensite's provided by means of its classic hardening. This structure offers a certain toughness to the products and also a greater resistance to fatigue, twisting, usage etc.

In the case of pieces sinterized from metal powders, the superficial thermic treatments belong to the supplementary operations or to the final one of the piece structure modifying, meant to improve their physical-mechanical features.

The products made of metallic powders have a macrostructure made of metallic phases and non-metallic inclusions (graphite, oxides, sulphides), and pores. This presents special physical and chemical properties, established both by the composition of the phases as well as by the size, shape and mass distribution of the powder grains.

The copper in the sinterized steels are frequently used because they activate the sinterized process by forming a liquid phase, thus increasing the mechanical resistance, they lead to the achieving of more homogenous structures and to the decreasing of contraction and to the increasing of the stability of the piece dimensions.

Depending on the quantity of copper added, the structure of the sintering pieces may or may not reveal free copper, as a secondary phase in the basic iron mass. This may also increase the activity of the carbon and decrease its solubility. At the same time, the copper increases the speed of the carburization, increasing the quantity of pearlite in the structure and slowing down the diffusion of the carbon in iron, preventing the forming of free cementite. The alloying with copper delays the decaying of the austenite and this makes the forming of a new structure with finer lamellar pearlite possible.

For the experimental research, we chose a composition of iron-copper-graphite, with 0.72% C, 2.97% Cu, 0.017% S and the rest Fe (no. analyse bulletin C 716 from 18.05.2004).



Fig. 1. Sinterized pieces of collar type

These pieces used for the treatment with IRO, are of the collar type, used in the rocker apron of some caloric engines and are designed at S.C. Sinterom S.A. Cluj-Napoca, Romania .

The material used for research and its composition were according to the recommended carbon content, used for superficial thermic treatments, and the shape and the dimensions of the piece was conditioned by the shape and the dimension of the gas unloading

lamps, available for this experiment (fig. 1). The piece has two perpendicular cylindrical orifices, with diameters of $D=19$ mm, and $d=12$ mm.

Thermic treatment installation with optical radiation pulses and experimental mounting for the collar type pieces is represented in fig. 2 and 3.



Fig. 2. The condensers block and the optical radiation lamps

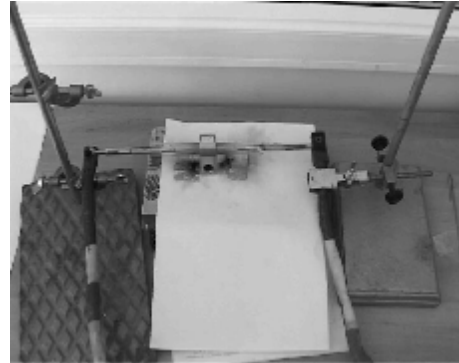


Fig. 3. The mounting scheme: the feeding-lamp-piece cables

The installation is formed from its optical radiation source, and the gas-unloading lamp (fig. 2), being placed while mounting inside the piece orifices, (fig. 3), being subjected to the thermic treatment. The lamp is supplied by an electrolytic condensers block (fig. 2), having the capacity of 700 μF , that is connected to 220 V alternate electric current network. The lamp supply is accomplished by means of two electric cables installed with fixing devices at the lamp ends (fig. 3).

The gas unloading lamps release no coherent optical radiation impulses of great intensity, with a short period of emission ($\tau=10^{-1}\div10^{-6}\text{s}$). The chosen lamps are of the quarts type, with neutral gas unloading (Xe). In order to accomplish the research processes, from this class we have chosen the lamps of the IFP-800 type and IFP-2000 type, and we have presented their features in table 1 [4].

Table 1

The lamp type	IFP-800	IFP-2000
Feature		
Triggering voltage [V]	≤ 700	≤ 600
Self- triggering voltage [V]	≥ 2500	≥ 2000
Light output in the direction perpendicular to the tube axis [$\text{cd}\cdot\text{s}/\text{J}$]	4.0	4.0
Lifetime [flashes]	$1\cdot 10^6\text{-}1\cdot 10^7$	$5\cdot 10^4$
Discharge energy [J]	≤ 800	≤ 2000
Average power [W]	≤ 5000	≤ 3000
Flash repetition rate [Hz]	≤ 50	≤ 50
Flash duration [μs]	500-1000	500-1000
Electrodes distance/interior diameter [mm]	80x7	130x11

The lamp functioning is based on electric unloading between wolfram electrodes in gas environment and the plasma creating that release a radiant energy shining flux having the wave length between $\lambda =(100\div 1100)\text{ nm}$, through the lamp quarts walls. We chose the Xe

lamp because xenon has the highest coefficient of transforming the electric energy into radiant energy ($\eta=0.7$). The pulse period is of the milliseconds type ($\tau= 10^{-3}$ - 10^{-4} s). The radiation intensity depends on the tension applied to the condensers terminal and it is of (100-40,000) per pulse and the maximum power is of 10^4 - 10^6 W. The plasma temperature can reach values of 10,000-15,000K and the maximum of the spectral intensity is placed between the short length waves ($\lambda_m= 0.35$ - $0.5\mu\text{m}$).

Out of matters related to the uniform distribution of the radiations on the treated piece surface, to the increased energetic efficiency, and depending on the lamps' size and diameter, we chose interior cylindrical surfaces, $D=19\text{mm}$ and $d=12\text{mm}$, for the optical radiation pulses treatment. For the treatment, we chose 24 pieces, divided into 5 groups, and in order to increase the radiation absorption rate by the piece, in the superficial layer, the interior surface $D=19\text{mm}$ of the pieces from the group II (see table 2) was covered with typographic black paint. All the pieces were degreased with chemical paste and washed with technical alcohol, and then they were numbered in order to identify the correct solution during the different measurements. Then, we purchase the experimental mounting and we executed the treatment operation that comprises the following stages: fixing the device in the support; cleaning the bulb from admixtures; placing the lamp in the piece and fixing its ends in the power feeding cable place from the condensers battery; centring the lamp inside the cylindrical surface of the piece; starting the condensers block; loading the condenser block and tripping the electric unloading. We established a variant working mode of operation, depending on the pulses number (n_i) and their triggering voltage (U) (table 2).

After the treatment, we prepared the pieces for the metallographic analysis. Therefore, both plan surfaces perpendicular on the treated cylindrical surfaces were polished according to a well-known method. The pieces were subjected to microstructure establishers by means of the sweeping with electron beam at a SEM (Oxford).

Table 2

Piece group Piece no.	I D=19 mm Unpainted IFP 800	II D=19 mm Painted IFP 800	III D=19 mm Unpainted IFP 2000	IV d=12 mm Unpainted IFP 800	V d=12 mm Unpainted IFP 800
1	U=1.8 kV $n_i = 1$	U=1.8 kV $n_i = 1$	U=1.9 kV $n_i = 1$	U=1.8 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 2$
2	U=1.9kV $n_i = 1$	U=1.9 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 1$	U=1.9 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 3$
3	U=2,0 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 1$	U=2.1kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 4$
4	U=2.1 kV $n_i = 1$	U=2.1 kV $n_i = 1$	U=2.2 kV $n_i = 1$	U=2.1 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 5$
5	U=2.2 kV $n_i = 1$	U=2.2 kV $n_i = 3$	-	U=2.2 kV $n_i = 1$	U=2.0 kV $n_i = 6$

After the sinterized technologic process (reference check), the sample microstructure has the form as in fig. 4. The acicular aspect, specific to this stage is owed to the great compacting pressure of the powder in the matrix, and the white grains among the needles represent the copper part.

The superficial treatment accomplished with IRO, at ultra fast warming speed, (about 10^8 K/s), led to the microstructure from the fig. 5. For all the pieces treated using the processes mentioned in table 2, we noticed the appearance of a 35-40 μm consistency structure, in the superficial layer. For the painted pieces, the same layer consistency is

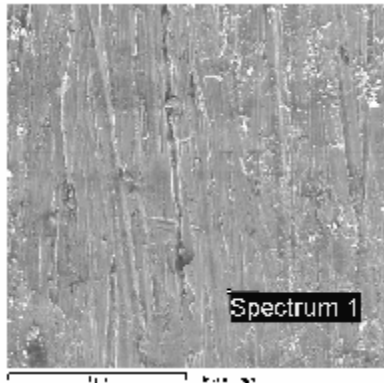


Fig. 4. The reference check microstructure

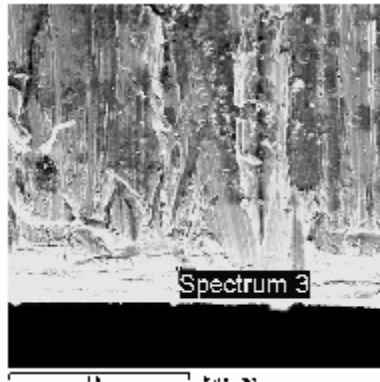


Fig. 5. The treated piece microstructure

revealed, in cases of lower radiation intensities. For the maximum values of the applied radiation intensity, this feature becomes negligible.

This thing establishes the improving of the piece mechanic features. Therefore, as an example, we established the $HV_{0.1}$ micro hardness for the piece from the I group, no.5, with a

preloading of 10 gr, a loading of 100gr., and a load maintenance time of 15 seconds. The witness check had $HV=170$, and after the treatment we established $HV=254$.

References: 1. Marinescu N.I., Nanu D., ș.a. Procese de prelucrare cu fascicule și jeturi. Editura INOE, București, 2000.-p.91-92. 2. Neagu D. Durificarea cu fascicul de electroni. Editura Printech, București, 2001-p.146-152. 3. Nederiță V., et.al., A.S. SSSR, nr. 1353824, C21, D 1/04, 1988. 4. Catalog Gas-discharge sources of higt-intensity optical radiations. Vnestorhizdat, Moskva.

APPLYING GRAPHIC MODELS TO ANALYSIS OF SELECTED MACHINE PARTS

Wojnarowski J., Kopeć J.

(Silesian Polytechnics, Gliwice, University of Bielsko-Biala, Bielsko-Biala, Poland)

Using bond graph method for modelling and describing mechanical properties of gears was performed. Selected numerical result and discussion was presented. Graph method as the tool for engineers was treated.

Introduction

Engineers need simple and robust methods that can be used in design and dynamic analysis progress. The new machines and devices are more loaded and should be lighter and reliable. There is great progress in automation of production processes decreasing dramatically productivity, however shortening the time period spent for design is really hard, despite using many, sometimes sophisticated CAD packages. You also need method useful for preliminary, conceptual stage.

Bongraphs

There are a few methods, using graphical notation. For example graphs which are used for networks, models of electrical networks, mechanism and cellular telephony.

Bondgraphs – special graph method prepared for modelling dynamic systems. The systems with energy exchange. Bondgraphs were originally invented by Paynter and developed by Karnopp and Rosenberg [2]. This method utilised system of general variables, see table 1.

Table 1. General variable set

System	Effort variable	Flow variable
	e	f
mechanical	F [N]	v [m/s]
mechanical	M [Nm]	ω [rad/s]
electrical	U [V]	I [A]
hydraulic	p [Pa]	V [m ³ /s]
thermal	T [K]	$\dot{Q}$ [J/(K·s)]

The two stage gear was considered with conical first stage (see fig. 2). Second stage is spur gear. For completing the system, the load was added to the graphical model.

We consider only torsional vibration. Since there are two variables $e = M$ and $f = \omega$.

The standard elements were used for describing dynamical properties of modelled device. **C** elements are used for compliance, **I** elements for inertial properties. Input excitation was represented by **S** elements (S for sources).

Building model

We start from skeleton graph, which describe the kinematical dependences between parts of gear. Next we add elements which describe properties of system and connect every part with **TF** elements (transformers), transformer coefficient is equal to gear ratio. Usually bondgraph requires some reordering and simplification. This procedure reduces number of bonds and so on the number of equations. The complete graph is shown in fig. 2b.

We can use library of basic components for building complete model. The library contains basic elements: shafts and wheels, bearings, and collections of these items. Example is shown on fig.1: CAD model and corresponding bond-graph.

Having proper and complete graph, the system equations have been written down. Another way is transforming bond graph to block diagram (common language in control theory) – see [1].

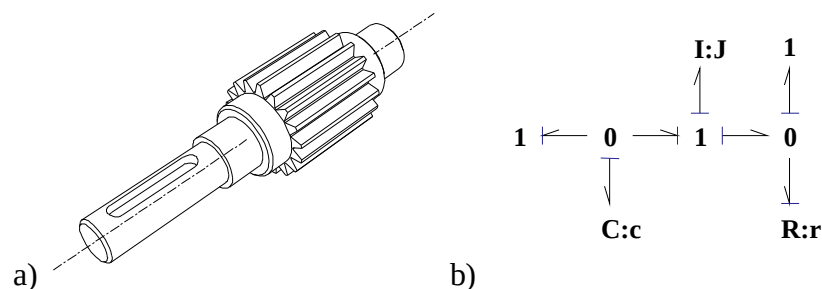


Fig. 1. Schematic drawing of gear and corresponding bond graph

There are a few programs that utilised this modelling methodology (20sim, Symbols 2000) and let you prepared and handle pure graphical model.

Of course you can obtain equations without computer either[4].

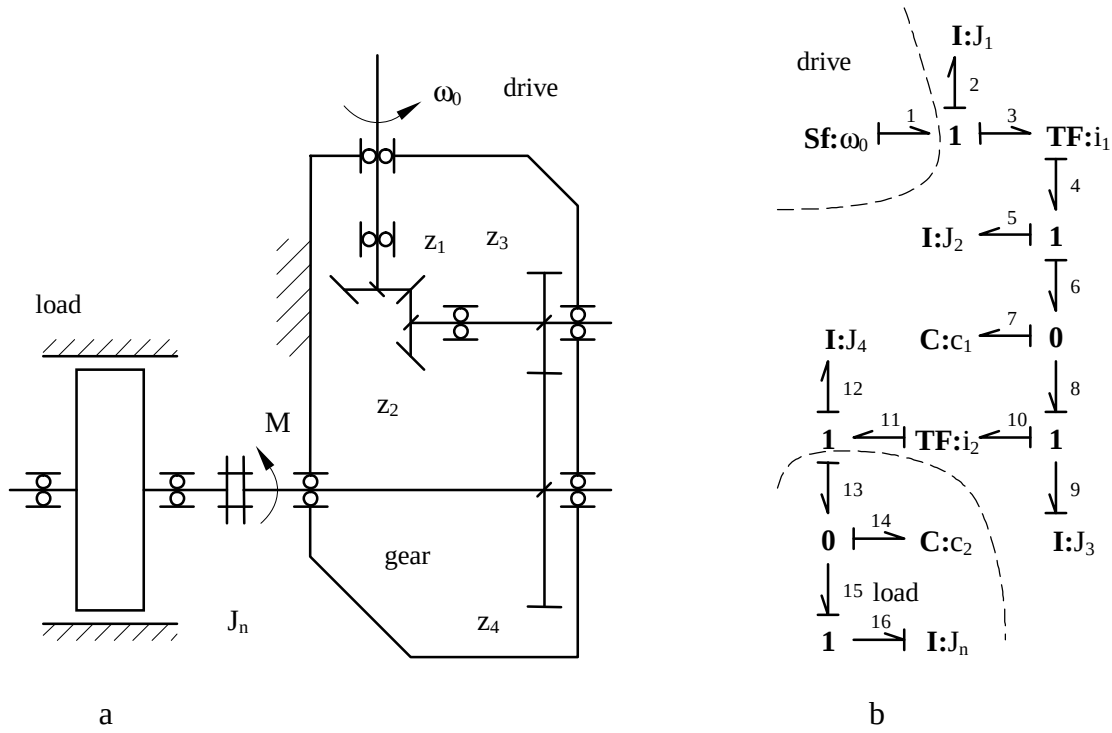


Fig. 2 Schematic drawing of gear and corresponding bond graph

The excitation ω_0 is inlet value. The system motion equation derived using common procedure has the form:

$$\left\{ \begin{array}{l} e_2 = J_1 i_1 \frac{d\omega_0}{dt} \\ e_5 = J_2 i_1 \frac{d\omega_0}{dt} \\ e_7 = \frac{1}{c_1} \int (i_1 \omega_0 - f_9) dt \\ \frac{df_9}{dt} = \frac{1}{J_3} [e_7 - i_2 (e_{12} + e_{14})] \\ e_{12} = J_4 i_2 \frac{df_9}{dt} \\ e_{14} = \frac{1}{c_2} \int (i_2 f_9 - f_{16}) dt \\ \frac{df_{16}}{dt} = \frac{1}{J_n} e_{14} \end{array} \right. \quad (1)$$

Results of simulation

Numerical values of parameters are collected in table 2. There were used for performing calculation using numerical integration method.

Table 2. Model parameters

Mass inertia [kgm^2]				
$J_1=1,467 \cdot 10^{-04}$	$J_2=5,605 \cdot 10^{-04}$	$J_3=5,605 \cdot 10^{-04}$	$J_4=3,421 \cdot 10^{-02}$	$J_5=2,000 \cdot 10^{-01}$
Compliance coefficients [rad/Nm]				
$c_1=4,00 \cdot 10^{-05}$	$c_2=6,00 \cdot 10^{-05}$			
Transformer coefficients				
$n_1=-2$	$n_2=-5$			
Kinematical excitation [rad/s]				
$\omega_o=308.9$				

Using numerical values the angular velocities and torque moments of spur parts were calculated. The eigen-value are $h_1 = 45 \text{ Hz}$, $h_2 = 580 \text{ Hz}$.

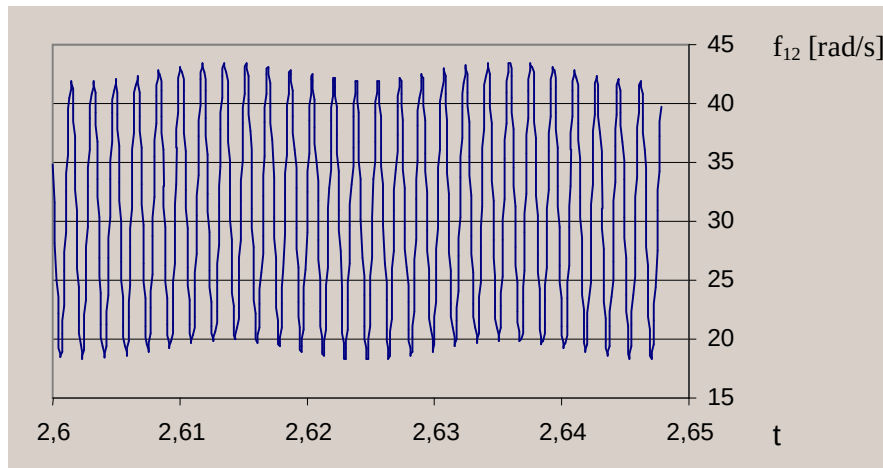


Fig. 3 Angular velocity for element I_4

Conclusions

The system equation was prepared, and used calculating. The nonlinear elements should be used for guaranteeing results accuracy. There is necessity of creating more validated library of elements. The library element should be connected with geometrical description of parts and interact with it. This is first step to build the synthesis method.

References: 1. Broenink J.F., Introduction to Physical Systems Modelling with Bond Graphs, electronic publication: 2. Karnopp D. C., Margolis D. L., Rosenberg R. C., System Dynamics, Modelling and Simulation of Mechatronic Systems, Jonh Wiley & Sons, New York 2000. 3. Thoma J. U., Simulation by Bondgraphs, Introduction to a Graphical Method, Springer-Verlag, Berlin 1990. 4. Wojnarowski J., Kopeć J., Zastosowanie metody grafów przepływu mocy do analizy drgań skrzętnych przekładni walcowej, AT-H Bielsko-Biała, ZN Nr 5, Budowa i Eksploatacja Maszyn Z.8, 2003. - 2 p. 279-286. 5. Wojnarowski J., Sikora K., Zawislak S., Analiza istnienia kół nadmiarowych w przekładniach planetarnych w ujęciu teorii grafów, AT-H Bielsko-Biała, ZN Nr 5, Budowa i Eksploatacja Maszyn Z.8, 2003. - p. 287-292

INFLUENCE OF SURFACE MODIFICATION ON GRAIN REFINEMENT OF IN 713C

M. Zielińska, J. Sieniawski

(University of Technology, Department of Materials Science, Rzeszów, Poland)

An investigation was carried out to determine the influence of CoAl_2O_4 manufactured by firms: Remet, Mason Color, Permedia Lublin on grain refinement of castings with diversified section thickness. It was found that grain size is controlled by the inoculant content, section thickness (cooling rate), type of nucleant.

Introduction.

Superalloy IN 713C is very wide used for turbine blades, turbine disks of aircraft engines which work up to 1050°C. These elements are produced by vacuum investment cast method. One of the characteristic feature which castings should possess to increase mechanical properties especially high temperature tensile and creep behavior is uniform and fine – equiaxed grain[1-2].

The predominant feature of conventional investment cast alloys is microstructural coarseness or non-uniformity of grain size. To obtain the proper microstructure and mechanical requirements the methods are used which provide simultaneously solidification inside whole casting volume eg. through the interference in carrying away of heat from the cast in casting mold. In case of complicated shape of castings and diversified cross thicknesses that way is not absolutely effective. Therefore, researchers have tried to find an alternative chemical method of refinement of cast structure. Although additions of boron, particles of metallic oxides, refractory carbides and nitrides could refine grains, they were not used in industry scale due to inclusion or lowering the incipient melting temperature of the alloy[3-5]. Grain refinement of superalloys during casting process is more difficult than most of the nonferrous alloys due to their complicated composition, multi-phases, high melting point and melted in vacuum. The other chemical method of refinement, which doesn't need change in experimental equipment, is realized by addition of inoculants (eg. CoAl_2O_4) into the interior surface of investment mold. Chang and Chou's [6] investigations have shown that the grain size of thin specimens of IN-713LC (1.6 mm thickness) is mainly controlled by the inoculant content. Pouring and mold temperature affect the grain size to a lesser extent. The effect is relatively weak for refining large-sized and thick castings. On the basis of made examinations Fung and Du [7] said that the grain refinement of grains of the castings depend upon the decomposition of cobalt aluminate which can react with certain alloying elements such as Al, Cr etc., contained in the castings. The consequence of reactions brings Co particles which can be the essential nucleants for surface grain refinement in Fe, Ni or Co base alloys.

In the present work grain refinement of superalloy IN713C by inoculants of cobalt aluminate produced by three different firms has been studied.

Experimental procedure.

The alloy used in this study is Inconel 713C having the following composition: 74%Ni, 12.5%Cr, 4.2%Mo, 2%Cb, 6.1%Al, 0.8%Ti, 0.12%C, 0.012%B, 0.1%Zr.

The IN 713C master heat was cast by precision casting method. The first slurry coat applied to the stepped wax model (fig.1,2) contained respectively 0%, 5%, 10% of nucleant (made by: Remet, Mason Color or Permedia Lublin). The mould preheating temperature was 1000°C and the pouring temperature was 1540°C in all cases.

Physical and chemical properties of nucleants have been investigated by means of X-ray disc centrifuge BI-XDC and X-ray diffractometer ARL X'TRA.

Castings were etched with heated Marble's reagent (10g CuSO_4 , 50 ml HCl , 50 ml H_2O) and examined (macro examination) using image analysis software APHELION 2.3. The surface area of grain cross-section (A) was calculated. Images of grains of γ matrix were obtained by means of a stereoscope microscope Zeiss Stemi 2000-C equipped with digital camera.

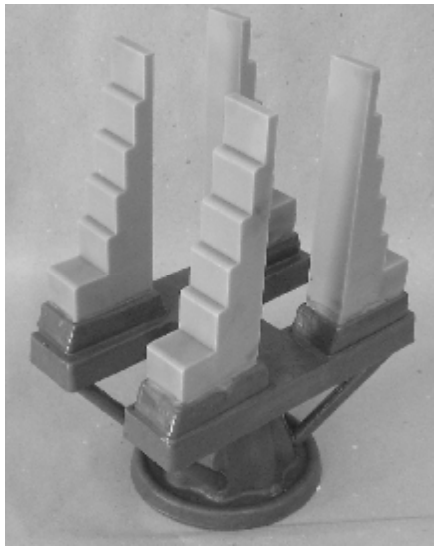


Fig. 1. Assembled wax tree of stented wax

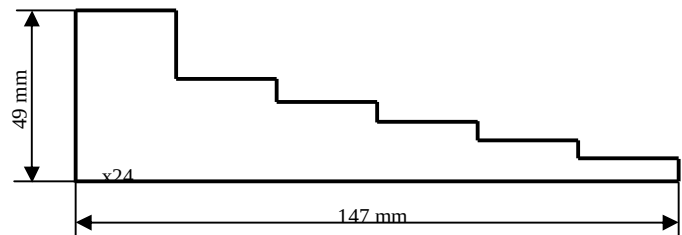


Fig. 2. Dimensions of stepped casting

Results and discussion:

In order to find out the difference in properties of cobalt aluminate manufactured by firms of Mason Color, Remet and Permedia Lublin the particle size and its distribution has been measured (fig. 3). It was found that the cobalt aluminate produced by Permedia Lublin firm exhibited the largest degree of fineness. From the plot the average diameter (median) of particles was determined: Mason Color $d_{50}=6.49\mu\text{m}$, Remet $d_{50}=7.37\mu\text{m}$, Permedia Lublin $d_{50}=0.683\mu\text{m}$.

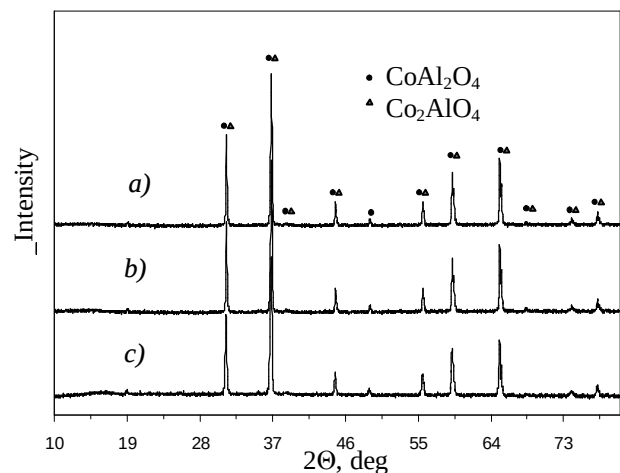
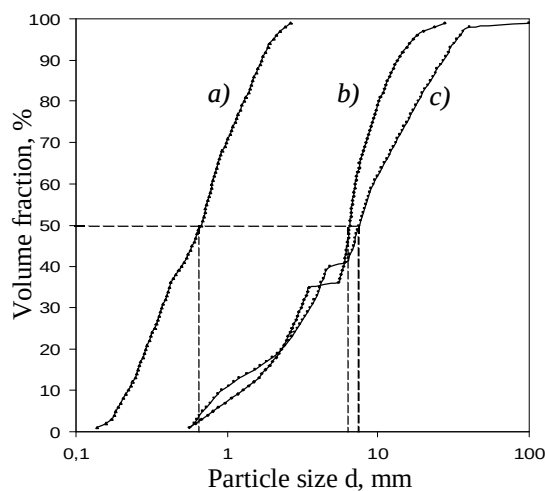


Fig.3. Volume distribution plot of cobalt aluminate powder a) Permedia Lublin, b) Remet, c) Mason Color

Fig.4. Diffraction powder of cobalt aluminate powder a) Mason Color, b) Remet, c) Permedia Lublin

Figure 4 shows the X-ray diffraction patterns of the three types of cobalt aluminate. It was found that it consisted of two phases with spinel structure CoAl_2O_4 with lattice parameters: $a=0.810664\text{nm}$, Co_2AlO_4 $a=0.8086\text{nm}$. The amounts of phases can affect the modification process.

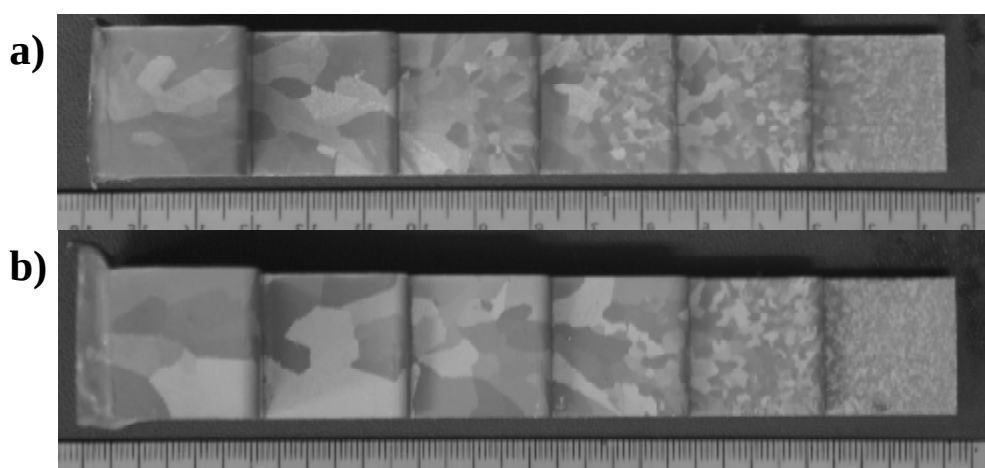


Fig.5. Microstrucutre of the castings obtained at conventional melting nad casting conditions inoculated by 5% of a) Remet powder b) Permedia Lublin powder

Table 1 Grain size on the surfaces of different sections thickness, various type and inoculant content.

Section thickness [mm]	Surface area of grain cross section, mm^2						
	0%	Mason Color 5%	Remet 5%	Permedia Lublin 5%	Mason Color 10%	Remet 10%	Permedia Lublin 10%
49	38.83	12.02	39.51	82.25	10.56	21.26	15.46
29	114.01	8.07	22.12	193.3	6.05	11.48	12.20
23	58.75	4.44	7.01	22.02	2.56	5.15	11.74
17	65.47	1.94	3.73	7.3	1.68	2.03	4.46
11	30.77	1.29	1.92	2.62	0.5	0.3	0.98
5	5.62	0.63	0.31	0.37	0.21	0.17	0.087

The effect of grain refinement on the surface of castings depending on the section thickness was measured (fig5). The results indicate that amount of inoculant in the inner coat of mold influences the grain size on the surface of the casting. In case of thick sections 17- 49 mm the cobalt aluminate of Mason Color firm reduced the surface area of grain cross sections the most. Whereas in case of thinner sections it's difficult to select the best one. Interesting is fact that cobalt aluminate from Permedia Lublin firm exhibits the lowest effect on grain refinement on surface area especially in case of 5% amount. However as the cross section was thinner the effect become more distinct and in case of 10% inoculant content and 5mm casting cross section the finest grains were obtained (tab.1).

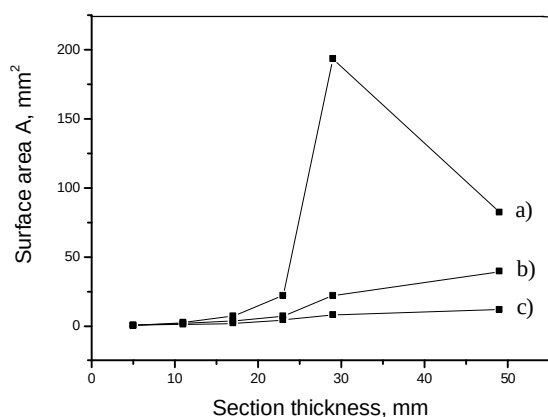


Fig. 6. Effect of section thickness on the grain size on the surface of specimens inoculated by 5% cobalt aluminate. a) Permedia

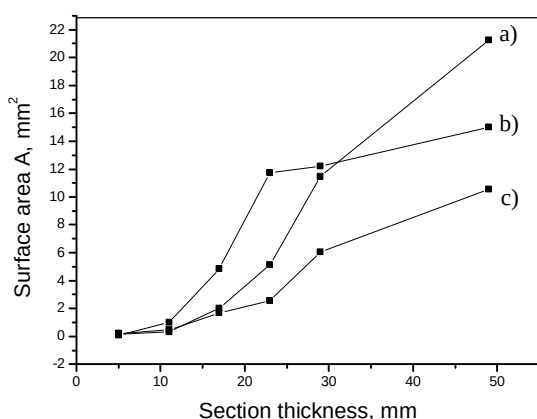


Fig.7. Effect of section thickness on the grain size on the surface of specimens inoculated by 10% cobalt aluminate. a) Remet b)

Conclusions.

Three types of nucleant consist of two phases with spinel structure CoAl_2O_4 and Co_2AlO_4 . The nucleant from Permedia Lublin firm posses the finest particles and the least scatter of particle from 0.138-2.646 μm . The CoAl_2O_4 from Remet and Mason Color firms have similar degree of particle coarseness.

The grain size on the surface of castings is controlling by the inoculant content, section thickness and type of nucleant. As the nucleant content increases the grain size decreases with the use of each type of cobalt aluminate. However the difference is not so significant as the inoculant content increases above 5%. The most effective nucleant for large sections is one produce by Mason Color firm. For thinner sections (5 mm) better ones appear Remet's and Permedia Lublin's powders.

References: 1. Sims C.T., Stoloff N.S., Hagel W.C.: Superalloys II, Wiley&Sons, New York, 1987, 2. Sieniawski J.: Kryteria i sposoby oceny materiałów na elementy lotniczych silników turbinowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1995, 3. Liu L., Huang T., Xiong Y., Yang A., Zhao Z., Zhang R., Li J.: Grain refinement of superalloy K4169 by addition of refiners: cast structure and refinement mechanisms, Mat.

Science and Eng. A, 394 (2005), 4. Liu L., Zhang R., Zheng J., Zhen B.: Grain structure control of nickel-base superalloys in casting process: Effect of melt additions. Chinese Journal of Aeronautics, vol.9, No.2, 1996, 5. Liu. L, Zhang R., Wang L., Pang Shuxian, Zhen B., A new method of fine grained casting for nickel-base superalloys, Journal of Materials Processing Technology 77 (1988), 300-304, 6. Chang E., Chou C. J., Yin V.: Processing, Structure and Mechanical Property of Investment Cast In-713LC Superalloy, AFS Transactions, vol. 96 1988, 47-54, 7. Fang, B. Yu: Investigation of the surface grain refinement for superalloys castings, High Temperature Alloys for Gas Turbines 1982, D. Reidel Pub, 1982,p.987.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРОЗАЛЕЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТТІВ

Аулін В.В., Солових Є.К., Бобрицький В.М., Жулай О.Ю.
(КНТУ, м.Кфрвоград УкрафнѢ)

Conformities to the law of forming of structure and properties of composition materials and composition coverages are considered the methods of mathematical design, possibilities of methods of cluster components and computer design of properties of composition coverages.

Вступ. Останнім часом в розробці і вивченні композиційних матеріалів (КМ) і композиційних покриттів (КП) спостерігається кардинальний перехід від емпіричної напівкустарної галузі, обмеженої методами обробки результатів високої кількості експериментів, до наукового матеріалознавства.

Цей перехід формувався поступово і був викликаний об'єктивними причинами: намаганням отримувати більш удосконалені КМ і КП, прогнозуванням їх властивостей; сукупність бази різноманітних експериментів, вимагає узагальнення та виділення основних факторів і тенденцій; створення технологій виготовлення КМ і формування КП вимагають теоретичних обґрунтувань та отримання аналітичних залежностей.

Формування властивостей КМ і КП, що будуть працювати в умовах різних видів зношування, якщо виходити з внутрішніх зв'язків компонентів, суттєво залежить від складу структурних характеристик матеріалу і покриття. На відміну від структури твердого тіла (компакта), структура КМ і КП багаторівнева.

Макроскопічна структура КМ і КП являє собою упаковку об'єктів макроскопічних розмірів – частинок, які можуть відрізнятися кількісними (геометричний розмір, форма) та якісними (складом, розподілом хімічних елементів) характеристиками.

Врахувати всі рівні структури КМ і КП в межах математичної моделі й одержання характерних аналітичних виразів вельми складно. Існують спроби застосування статистичного методу для встановлення залежностей склад–властивості з урахуванням структури складових КМ і КП [39-41]. В основному це поліноміальні моделі залежності фізико-механічних властивостей від складу та режимів формування покриттів.

Метою даної роботи є вивчення закономірностей формування структури і властивостей КМ і КП математичним моделюванням. В роботі розглянуто можливості методів кластерних компонентів та комп'ютерного матеріалознавства.

Метод кластерних компонентів. Оскільки властивості КМ і КП визначаються

багатьма факторами, то доцільно використати напівемпіричні методи, що базуються на стереометричних моделях композиційного матеріалу. В цьому напрямку на увагу заслуговує метод кластерних компонентів (МКК) [1]. МКК – це спроба побудови кількісної теорії формування КМ і КП як багатокомпонентних фізико-хімічних систем зі складною структурою. В основі методу лежить припущення про те, що у складній фізико-хімічній системі можна виділити такі утворення, які несуть інформацію про властивості всієї системи і мають чітку фізичну природу та обмежену кількість.

Згідно з МКК будь-яка властивість системи може бути представлена у вигляді функції відсоткового вмісту кожного з видів та властивостей кластерних компонентів (КК):

$$f = f(\alpha_1, \dots, \alpha_n; f_1, f_2, \dots, f_s), \quad (1)$$

де α_i – відносний вміст КК, що визначає стан системи (КМ і КП); $f_1, f_2, \dots, f_s$ – певні властивості КК; n – кількість видів КК, $s \geq n$. Параметри, що характеризують КП залежать від $k-1$ -компонентного вектора складу

$$\vec{c} = (c_1 \dots c_{k-1}), \quad \sum_{i=1}^k c_i = 1, \quad (2)$$

де c_i – відносний вміст i -го компонента. При визначенні властивостей КП спочатку обмежуються адитивними моделями

$$f(c) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(c) f_i. \quad (3)$$

Стан системи визначається набором параметрів $t_0, t_1, \dots, t_l$. Вибираючи різні набори параметрів і варіюючи систему обмежень на них (якщо це можливо), можна по різному представити КМ і КП на мові КК. В цьому і полягає змістовна частина задачі вибору КК.

Якщо наявний набір частинок різного складу ізометричної форми і одного розміру, в якості моделі упакування цих частинок може бути розглянута структура, що відповідає упаковці куль однакового розміру. Такі упаковки утворюють решітки, аналогічні атомним кристалічним структурам [2]. Відстань між найближчими вузлами структури є радіусом першої координаційної сфери, наступний – радіусом другої сфери тощо. Як і у структурі металів, можна виділити такі найпростіші типи упаковок частинок у КМ і КП: проста кубічна (ПК), об'ємно-центрована кубічна (ОЦК), гранецентрована кубічна (ГЦК) та гексагональна щільно упакована структура (ГЩУ).

По аналогії до моделі твердого тіла з ідеальною кристалічною решіткою, весь об'єм КМ і КП можна розділити на просторово-симетричні елементи, центри яких відповідають вузлам різних просторових решіток. При цьому приймається, що кожна частинка являє собою сферу певного радіусу і КМ чи КП є певним набором конгруентних сфер. Одні й ті ж сфери можуть створювати різні геометричні решітки в залежності від способу упаковки.

Набір КК однозначно визначається матрицею, кількість стовпців якої відповідає кількості сортів частинок у моделі, а кількість рядків дорівнює кількості вузлів фігури, вибраної за базисну. Решітка являє собою суперпозицію базисних фігур, заповнених певним чином частинками системи. Заповнення решітки носить імовірнісний характер, а вузли її мають однакову статистичну вагу. Загальна імовірність заповнення i -го вузла m -вузлової фігури складає $1/m$.

Вибір базисної фігури обумовлено геометрією решітки, що описує систему КП, а також порядком обраного наближення. Кількість КК при матричному уявленні дорів-

ное k^m , тобто для бінарної системи з щільною упаковкою маємо шістнадцять КК [3].

У найпростішому варіанті методу, коли в якості КК вибрані пари АА, АВ й ВВ (вузли 1 та 2 еквівалентні) квазіхімічна реакція однозначна й записується виходячи з закону збереження речовини: $A_2 + B_2 = 2AB$, а повний набір квазіхімічних реакцій – з π-теореми [3].

Матрицю зв'язку доповнюють рядками, відповідними розкладу матриці M_j за базисами, які відповідають внутрішнім параметрам типу η_i , коли $i=1, 2, 3$.

$$M_j = \sum_{i=0}^l \delta_{ij} M_i, \quad (4)$$

де δ_{ij} – символ Кронекера: $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, i = j \\ 0, i \neq j \end{cases}$

Утворюють також матрицю

$$C = -QP^{-1} \big| E_r, \quad (5)$$

де P^{-1} – обернена до матриці P , E_r – одинична матриця порядку r , $\big|$ – операція правої конкатенації (приписуванні справа) матриць. Тоді кожний рядок C дає коефіцієнт квазіхімічних реакцій між КК.

У парному наближенні для ОЦК-решітки маємо:

$$\left. \begin{aligned} K\alpha_A\alpha_B &= \alpha_{A_{1/2}B_{1/2}}^2 \\ \alpha_A + \frac{1}{2}\alpha_{AB} &= c \\ \frac{1}{2}\alpha_{A_{1/2}B_{1/2}} + \alpha_B &= 1 - c \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

де α_A – відносна частка КК складу А; α_B – відносна частка КК складу В; α_{AB} , $\alpha_{A_{1/2}B_{1/2}}$ – відносні частки КК еквіоб'ємного складу А і В; c – відносна концентрація частинок складу А.

У випадку двох КК $\alpha_A=c$, $\alpha_B=1-c$, а залежність властивість–склад буде лінійною:

$$f = cf_A + (1-c)f_B. \quad (7)$$

При великій кількості КК вираз зручно подати у вигляді:

$$f = cf_A + (1-c)f_B + \Delta f(c), \quad (8)$$

де f_A , f_B – властивості КК тільки з частинками А або В, а $\Delta f(c)$ – нелінійна частина f :

$$\Delta f(c) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(c) \Delta f_i. \quad (9)$$

Підсумовування ведеться по усім КК проміжних складів, α_i – вага КК складу $A_{p_i} B_{1-p_i}$. Тоді:

$$\Delta f_i = f_i - p_i f_A - (1 - p_i) f_B, \quad (10)$$

є вкладом у властивість f .

Базисній фігурі з двох вузлів відповідають три КК складу B , $A_{1/2} B_{1/2}$, A ; при цьому система (6) має розв'язок

$$\alpha = \frac{4c(1-c)}{1 + \sqrt{1 - 4c(1-c)\left(1 - \frac{4}{K}\right)}}. \quad (11)$$

Функція (11) – є опуклою по змінній c . Максимальне значення α , а отже і відповідні властивості "чистих" КК, досягаються в точці $c=1/2$. Досліджуючи залежність (11) (при $K_1=1/8$, $K_2=1/6$, $K_3=1/2$), можна стверджувати, що в околі точок $c=0$ і $c=1$ внесок у властивості КП дають лише КК двох найближчих складів – чистого КК $B(A)$ і КК складу A_{p_i}, B_{1-p_i} .

В простішому парному наближенні бінарну систему $A_c B_{1-c}$ можна уявити набором трьох КК, а отже параметрами моделі є вклади КК $f_A, f_B, f_{A_{1/2}}, B_{1/2}$ і K . Величини f_A, f_B можуть бути одержані експериментально, а модель КП описуватиметься двома параметрами: Δf і K .

При відомих значеннях похідної експериментальної функції на кінцях інтервалу $f'(0), f'(1)$

$$\Delta f = \frac{1}{2}(f_B - f_A + f'(0)), \quad (12)$$

$$\Delta f = \frac{1}{2}(f_A - f_B + f'(1)). \quad (13)$$

Ступінь узгодження величин (12) і (13) – є критерієм коректності опису $f(c)$ на вибраному базисі, а для визначення величини K необхідно знати значення функції у точці, що відповідає складу КК $f(1/2)$:

$$K = 4 \frac{\Delta f\left(\frac{1}{2}\right)}{\Delta f - \Delta f\left(\frac{1}{2}\right)}, \quad (14)$$

де $\Delta f(1/2)$ визначається за виразом (9) ($n=1, c=1/2$).

Отримане значення Δf дозволяє обчислити властивість f для КК $A_{1/2} B_{1/2}$. Величину K , оцінену по одній властивості, можна використати при описанні інших властивостей цієї ж системи або проводити їх прогнозування.

Розглянута модель залежності властивостей композиту від його складу базується на уявленні КМ і КП як набору КК з постійними вкладами у властивість. Разом з тим при зовнішньому впливі в структурі композиту можуть відбуватись зміни, які впливатимуть на властивості КК. Врахувати ці зміни найпростіше можна так: властивість кожного КК залишається сталою, а зміна властивостей композиту відбувається загалом за рахунок зміни ваги КК. У більшості випадків поряд зі зміною ваги КК змі-

нюються і їхня внутрішня структура і властивості.

Початково КМ і КП можна охарактеризувати n типами КК, то в результаті зовнішнього впливу кожний з них може дати різні вклади у властивість f і модель цієї властивості набуває вигляду:

$$f = \sum_{i=1}^n \alpha_{i0} f_{i0} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} f_{ij}, \quad (15)$$

де перша сума відповідає властивостям вихідних КК, а друга – усіх КК зі зміненими властивостями. Зазначимо, що в першому наближенні модель містить тільки перший доданок, тобто реалізується принцип адитивності.

Якщо зовнішній вплив полягає у прикладенні певної природи навантаження P , то для частки кожного КК з новою властивістю f_{ij} справедливе співвідношення:

$$\alpha_{ij} = d_{ij} (1 - \exp(-\beta_{ij} \Phi)), \quad (16)$$

де Φ – параметр, що характеризує інтенсивність зовнішнього впливу, β_{ij} – ступінь жорсткості i -го КК по відношенню до нового типу ij . Фактичний перехід у новий стан кожного КК є активізаційним процесом, а величину $\beta_{ij} \Phi$ можна вважати енергією активації цього переходу. Величина d_{ij} є параметр розподілу нових КК при нескінченно великому впливі ($\Phi \rightarrow \infty$, $\alpha_{ij} \rightarrow d_{ij}$). У процесах наплавлення КП за параметр Φ можна взяти зовнішній вплив P .

Таким чином, метод кластерних компонентів дає можливість моделювати реальні залежності властивостей від складу композиту, тобто враховувати вплив на властивості КМ і КП розміру порошкових частинок, співвідношення частинок різного розміру та складу, що в свою чергу дозволить отримувати якісні покриття.

Прогнозування властивості КМ і КП здійснюється з урахуванням відповідних характеристик матеріалів і речовин, що входять до складу композита. При визначенні маси, модуля пружності, межі міцності, відносної зносостійкості та інших параметрів КМ і КП часто користуються властивістю лінійної адитивності (правило сумішей).

Наприклад, модуль пружності E_K КМ чи КП, можна оцінити за виразом [4]:

$$E_K = E_M(1 - V_H) + E_H \cdot V_H, \quad (17)$$

де E_M , E_H – модулі пружності матеріалів матриці і наповнювача; V_H – об'ємна частка наповнювача в КМ чи КП.

Коефіцієнти термічного розширення (α_K), тепло- (λ_K) і електропровідності (δ_K) КП можна визначити за допомогою аналогічних виразів:

$$\alpha_K = \alpha_M \cdot V_M + \alpha_H \cdot V_H; \quad (18)$$

$$\lambda_K = \lambda_M \cdot V_M + \lambda_H \cdot V_H; \quad (19)$$

$$\delta_K = \delta_M \cdot V_M + \delta_H \cdot V_H, \quad (20)$$

де V_M – об'ємна частка матриці в КМ чи КП.

У випадку пружної матриці і твердого наповнювача останні здійснюють зміцнюючу дію на матрицю шляхом механічного стиснення її деформуванню. Міцність КМ і КП (σ_K), зміцненого порошковим наповнювачем, визначається за виразом [5]:

$$s_K = \sqrt{\frac{G_M \cdot b \cdot G_H}{2a \cdot c}}, \quad (21)$$

де G_M і G_H – модулі зсуву матриці і наповнювача; b – вектор Бюргерса; a – відстань між частками наповнювача; c – постійна, що характеризує міцність матриці.

Дослідження показують що, основні характеристики КМ і КП обумовлені не тільки вихідними властивостями компонентів КМ і КП і їхнім об'ємним вмістом, але і властивостями перехідного шару "матриця-наповнювач", тобто міцністю зв'язку фаз КП. Міцність КМ і КП (s_K), визначається за виразом:

$$\sigma_K = \sigma_M \cdot V_M + \sigma_H \cdot V_H + \sigma_{ПШ} \cdot V_{ПШ}, \quad (22)$$

де σ_M , σ_H і $\sigma_{ПШ}$ – міцність матеріалів матриці, наповнювача і перехідного шару; $V_{ПШ}$ – об'ємна частка перехідного шару.

Для двофазних КП, наприклад метал (М) – кераміка (Н), можливі три випадки залежності міцнісних властивостей, обумовлених міцністю зв'язку на границях фаз. Якщо міцність зв'язку між компонентами I_{MH} відповідає міцності зв'язків на границях М-М і Н-Н, то спостерігається лінійна концентраційна залежність. Якщо міцність зв'язку на границі I_{MH} більше σ_M або σ_H , чи менше σ_M , σ_H , то спостерігається графічна залежність міцності з опуклістю та угнутістю в області 50%-вій концентрації.

Великий практичний інтерес викликає оцінка твердості багатокомпонентних покриттів. У випадку приблизно однакових мікротвердостей окремих фаз КМ і КП задовільні результати дає застосування правила адитивності. Для покриттів з компонентами, що різко відрізняються по мікротвердості, ефективну твердість H_K КМ чи КП можна розрахувати за виразом [1].

$$H_K = H_1 \frac{H_1 + H_2 - V_2(H_1 - H_2)}{H_1 + H_2 - V_2(H_1 + H_2)}, \quad (23)$$

де індекси 1 і 2 позначають відповідно більш тверду і більш м'яку фази.

Представлена методологія проектування зносостійких антифрикційних КМ і КП є лише загальною схемою їхньої розробки, у кожному окремому випадку вона конкретизується й уточнюється і в кінцевому випадку останнє слово залишається за експериментом.

Метод комп'ютерного матеріалознавства. Оскільки наявна необхідність розв'язання багаточисельної системи рівнянь з урахуванням взаємодії окремих частинок і кластерів наповнювача з матрицею, міжкластерної і внутрішньо кластерною взаємодії, то існує нагальна потреба використання сучасних комп'ютерів, тобто формується новий напрямок в дослідженні КМ – комп'ютерне матеріалознавство [6].

Цей напрямок займається вивченням властивостей КМ і КП на основі моделювання з використанням сучасних швидкодіючих програм.

Комп'ютерне матеріалознавство, на нашу думку, розв'язує такі проблеми:

- моделювання структури і властивостей КМ і КП;
- оптимізація способів формування КМ і нанесення КП;
- розробка програмного забезпечення, що містить обмежуючі критерії, які повинні спрямовувати обчислення критеріїв і характеристик КМ і КП в необхідному напрямку.

Відмітною особливістю такого програмного забезпечення є реалізація алгоритмів з відсутністю початкових параметрів і присутністю заданих дослідником обмежувачих критеріїв.

В якості алгоритмів можуть бути моделі структури КМ і КП. В їх основу можна покласти запропонованій імовірісно-геометричну концентрацію, сутність якої полягає в тому, що утворення структур КМ і КП замінюється моделюванням процесу випадкового заповнення об'єму геометричними елементами з розподіленими розмірами, формою і орієнтацією, тобто моделюється певний тип упакування як основа подальшого вивчення різних властивостей КМ і КП.

При моделюванні властивостей КМ і КП відсутнім є математичний апарат. В більшості випадків зміну властивостей КМ і КП в цілому в залежності від властивостей наповнювача і його концентрації намагалися описати теорією "ефективного середовища", сутність якої полягає в тому, що кожний елемент наповнювача вважається розміщеним в однорідному "ефективному середовищі" з властивостями, що співпадають з їх істинними величинами для КМ і КП в цілому [7].

В результаті розрахунків отримують ефективні значення різних характеристик КМ і КП, виходячи із властивостей окремих компонентів. Багато дослідників виявили, що найбільш відомі методи і розрахункові вирази цієї теорії (Одолевського, Ліхтенекера, Бругемана, Дульнева і т.п.) суттєво відрізняються від експериментальних даних, починаючи з деяких значень об'ємної концентрації наповнювача. Крива зміни КМ і КП властивостей від об'ємної концентрації наповнювача має характерний злам, що залежить від властивостей і гранулометричного складу наповнювача ця точка отримала назву "критичної концентрації". Дослідниками було доведено, що теорія "ефективного середовища" не здатна пояснити природу порогових явищ.

Згідно досліджень проведених в роботі [8] порогові явища в зміні властивостей КМ і КП можна описати теорією "просочування" (percolation).

Ця теорія вивчає властивості зв'язаних компонентів випадкових графів і використовує методіку кластерних структур, що описує поведінку неоднорідних матеріалів в залежності від концентрації компонентів в них. Оскільки теорія просочування використовує гіпотези універсальності і подібності, то характеристичні параметри її вважаються незалежними від фазового переходу, різних матеріалів, що входять в склад КМ і КП.

Основними результатами теорії "просочування" для матричних матеріалів є степеневий характер концентрації S поведінки властивостей КМ:

$$P = \begin{cases} P_m (C_{kn} - C_n)^{-\alpha}; C_n < C_{kn}, \\ P_n (P_m / P_n)^\beta; C_n = C_{kn}, \\ P_n (C_n - C_{kn})^\gamma; C_n > C_{kn} \end{cases} \quad (24)$$

де P_m – властивості матриці;

P_n – властивості наповнювача;

C_n – об'ємна концентрація наповнювача;

C_{kn} – критична концентрація наповнювача, при якій різко змінюються властивості всього КМ.

Великою перевагою використання теорії "просочування" є універсальність показників степеню, так званих критичних індексів α , β , γ і зв'язку між ними:

$$\alpha = \beta(1/\gamma - 1) \quad (25)$$

В роботах, присвячених цьому питанню, на жаль не існує розв'язку виразів (24) і (25) через відсутність можливості отримання аналітичних значень критичних індексів α , β , γ .

Строгі математичні доведення в теорії "просочування" можна використати для компонентів КМ і КП структура яких має правильну просторову решітку.

Для континуальних задач, коли структура матеріалу є стохастичною, аналітичні вирази ще не отримані до сих пір. Слід зазначити, що єдино точним результатом в теорії "просочування" є результат [9], отриманий для двофазної системи Ефросом і Шкловським, які аналітично показали, що для двофазної суміші, тобто в докритичній і післякритичній областях зміна властивостей КМ і КП йде з однаковим темпом.

Можна вважати, що оскільки теорія "ефективного середовища" достатньо добре пояснює хід кривої зміни властивостей КМ в докритичних областях об'ємної концентрації наповнювача, то немає необхідності шукати значення критичних індексів, а достатньо використати одну з формул теорії "ефективного середовища", й накласти на неї степеневі характеристики теорії "просочування".

Проробивши цю процедуру для формули Ландауера-Бруггемана теорії "ефективного середовища" в роботі отримані розрахункові вирази для ефективних значень властивостей КМ і КП в докритичній і післякритичній областях об'ємних концентрацій наповнювача:

$$P_{\text{эф}} = \begin{cases} \frac{P_n \cdot C_n (1 - C_n)}{(C_{\text{кн}} - C_n)^2}, & \text{при } C_n < C_{\text{кн}} \\ P_n \left[\frac{C_n - C_{\text{кн}}}{C_{\text{кн}}} + \frac{C_n (1 - C_n)}{(C_n - C_{\text{кн}})^3} \right], & \text{при } C_n > C_{\text{кн}} \end{cases} \quad (26)$$

де $P_{\text{эф}}$ – ефективне значення властивостей КМ і КП,

P_n – властивість наповнювача,

C_n – плинна об'ємна концентрація наповнювача;

$C_{\text{кн}}$ – критична об'ємна концентрація наповнювача.

Зауважимо, що $P_{\text{эф}}$ відповідає величині приросту властивостей КМ і КП в цілому у порівнянні з властивістю, якою володіє матричний матеріал.

Вираз (26) дає можливість визначити об'ємну концентрацію наповнювача необхідну для отримання КМ і КП із заданими властивостями, тобто здійснити розрахунок його складу.

Невідомою величиною у виразі (26) є C_n – критична концентрація наповнювача, яка є найбільш важливою. Для її визначення використовують фізичні моделі на основі ґраток того чи іншого типу, але значення $C_{\text{кн}}$ отримані для решіткових задач, не задовольняють для континуальний випадок розміщення компонентів.

Оскільки критична об'ємна концентрація наповнювача в КМ, КП відповідає найбільшому з можливих значень, при яких ще не відбувається різка (порогова) зміна властивостей, то в роботі [6] використано електротехнічну аналогію: частки наповнювача володіють високою електропровідністю, а матеріал матриці є добрим діелектриком. Суть визначення $C_{\text{кн}}$ полягає в розрахунку опору гіпотетичного зразка КМ чи КП

в залежності від об'ємної концентрації наповнювача. Це можна здійснити, розрахувавши опір моделі КМ і КП отриманої при моделюванні його структури.

У відповідності до теорії просочування критична концентрація відповідає моменту зародження "нескінченного кластера" тобто ланцюжків суцільної провідності. В основу моделі було покладено вираз для провідності між двома частками наповнювача КМ, розміщеним в однорідному середовищі із застосуванням дипольної (бісферичної) системи координат:

$$q = \gamma_0 \oint \frac{dS}{L(\psi)}, \quad (27)$$

q – прогнозована провідність КМ; γ_0 – питома провідність матеріалу матриці; dS – елемент поверхні частки наповнювача; $L(\psi)$ – довжина дуги від однієї частки наповнювача до іншої.

Для отримання статистично стійких значень $C_{\text{кн}}$ використовується багатократна реалізація програми, а для визначення оптимального числа реалізацій використано критерій Романовського [10].

По результатам моделювання отримано, що середньостатистичне значення концентрації наповнювачів дорівнює $\bar{C}_n = 0,292$, що узгоджується з експериментальними значеннями ($C_n = 0,28 \dots 0,31$).

Було встановлено, що $C_{\text{кн}}$ залежить від гранулометричного складу наповнювача. Для визначення впливу гранулометричного складу наповнювача КМ та КП на величину критичної об'ємної концентрації, за результатами моделювання будують графічну залежність.

Аналітичний вираз для критичної концентрації апроксимовано в середовищі Mathcad 2000 Pro, яке дозволяє розв'язувати і аналізувати цілий спектр задач пов'язаних з КМ і КП. Це можна перевірити і в системі Excel в середовищі Windows. Система Mathcad 2000 Pro дозволила отримати коефіцієнт рівняння регресії: експоненціальна крива; степенева крива; логістична крива; синусоїда; лінійна коливальна функції. Система Excel дала можливість доповнити список апроксимуючих функцій: експоненціальна крива, логарифмічна крива; показникова крива.

В результаті отримано: $C_{\text{кн}} = 0,627 \exp(-50,744R) + 0,159$. Достовірність при цьому склала 0,9827.

Існує пакет прикладних програм "CRIT CONS", який визначає C_n для КМ і КП із заданою властивістю. Вихідними даними є: властивості чистої речовини матриці, діапазон розкиду гранулометричного складу наповнювача і значення потрібних властивостей КМ і КП.

Для знаходження закономірностей формування властивостей багатофазних КМ і КП вимагаються подальші дослідження.

Висновки. Наведені результати показали, що методом кластерних компонентів можна проектувати КМ і КП із заданим комплексом необхідних властивостей.

Комп'ютерне матеріалознавство потребує наступних шляхів розвитку:

- моделювання і дослідження властивостей композитів;
- розрахунок і проектування композитів з оптимізацією за їх властивостями;
- оптимізація технологій нанесення КП і створення КМ.

Перший напрямок дозволяє визначити закономірності формування КМ і КП і зрозуміти основні фактори, що впливають на їх властивості.

Другий напрямок спрямований на створення різних програм за якими можна

отримати практичні результати, які розробнику дозволяють створити КМ і КП.

Третій напрямок дозволить оптимізувати технологію для нанесення конкретного КП і створення КМ.

Список літератури: 1. Бабушкин Г. А., Буланов В. Я., Синицкий И. А. Металлические композиты. – Свердловск: УНУ АН СССР, 1987. – 312 с. 2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Перев. с 4-го амер. издания. – М.: Наука, 1978. – 792 с. 3. Синицкий И. А., Мень А. Н. Учет упрочнения в МКК // Журнал физической химии, 1982. – т. 56. – №12. – С. 2972-2975. 4. Композиционные материалы. Справочник / Под ред. Д.М. Карпиноса. – К.: Наукова думка, 1985. – 592 с. 5. Физическое металловедение / Под ред. Р.К. Кана, вып.3. – М.: Мир, 1968. – 484 с. 6. Баженов Ю.М., Воробьев В.А., Илюхин А.В. Компьютерное материаловедение строительных композитных материалов. Состояние и перспективы развития // Изв. ВУЗов. Строительство.–1999.–№11.–С.25-29. 7. Воробьев В.А., Илюхин А.В. Математическое моделирование в компьютерном материаловедении // Российская академия архитектуры и строительных наук/ Вестник отделения строительных наук. – Вып. 2.–М.:1999.–С.117-125. 8. Х. Кестен. Теория просачивания для математиков.– М.:Мир, 1986.–392с. 9. Efros A.L., Shklovskiy B.J., Critical behavior of conductivity and dielectric constant near the metal-nonmetal transition threshold // Phys. Stat. Sol (b).– 1976. – Vol.76. – №2. – p. 475-485. 10. Статистические методы обработки эмпирических данных (рекомендации). – М.: Изд-во стандартов. – 1978. – 232с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ Co-W

Бобанова Ж.И., Рушика И.Д., Петренко В.И., Силкин С.А., Ющенко С.П.
(ТУМ, ИПФ АНМ, Кишинев, Молдова)

Results of study of amorphous Co-W alloys deposition from a citrate electrolyte) are shown. In stationary conditions W content in plated alloy grows with its thickness (from 5 up to 10-11% at.). In conditions of intensive mass transfer W content in an alloy falls and does not depend on RDE rotation speed. Increase of electrolyte pH up to 7 leads to growth of W content in alloy. The determining factors influencing alloy composition are the pH value in the bulk electrolyte and mass transfer rate of electrode reactions products.

В последнее время интерес к получению сплавов на основе металлов группы железа с W и Mo, которые по своим качествам могут конкурировать с хромовыми покрытиями с целью получения комплекса свойств (высокой твердости, износо- и коррозионной стойкости и др.) возрастает [1, 2]. Особенность электроосаждения этих сплавов – индуцированное соосаждение, то есть эффект, состоящий в том, что получение сплава возможно только при совместном осаждении металла группы железа и W (или Mo), поскольку их осаждение из водных растворов невозможно [3]. Ни один из предложенных к настоящему времени механизмов индуцированного соосаждения [3–6] не позволяет прогнозировать состав и свойства получаемых покрытий на основе управления параметрами электрохимического осаждения. И это диктует необходимость дополнительных экспериментальных исследований.

На примере сплавов Ni–Mo была показана возможность управления составом сплава посредством контроля гидродинамических условий его получения [5, 6]. В на-

стоящей работе сделана попытка определения возможности управления составом и структурой покрытий сплавов Co–W.

Методика эксперимента. В работе изучали возможность осаждения кобальт-вольфрамовых сплавов из цитратного электролита следующего состава, моль/л: $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,05, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ – 0,04, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ – 0,25 [2].

Электроосаждение проводили стационарно и в условиях контролируемого гидродинамического режима с использованием вращающегося дискового электрода и ВДЭ с эксцентриситетом ($n = 400\text{--}1600$ об/мин). ВДЭ с эксцентриситетом применяли с целью исключения возможного негативного влияния выделяющегося газообразного водорода на массоперенос на поверхности электрода [7].

Образцы изготавливали из стали и меди. Электроосаждение в стационарных условиях осуществляли на стальные подложки при $i_k = 2,5 \text{ А/дм}^2$ и $\text{pH} = 5$ и количестве электричества, пропущенного через ячейку, $q = 1300$ до 9000 Кл/дм^2 . При применении ВДЭ pH изменяли от 5,4 до 7,0 при $q = 3000 \text{ Кл/дм}^2$ и $i_k = 2,5 \text{ А/дм}^2$. В этом случае осаждение производилось на стальные и медные подложки. Как показали эксперименты, природа подложки не оказывает существенного влияния на характеристики осаждаемого сплава. Подробно методика эксперимента описана в [8].

Морфологию покрытий Co–W изучали электронно-микроскопическим методом на сканирующем электронном микроскопе TESCAN. Содержание W в сплаве Co–W определяли с помощью системы определения химического состава INCS Energy EDC. Исследование структуры осадков проводили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-5 в отфильтрованном кобальтовом излучении.

Для электрохимического эквивалента сплава принято среднее значение 0,311 мг/Кл. При этом возможное отклонение от реального значения эквивалента сплава не более 1% [8].

Результаты и обсуждение.

Возможность получения аморфных осадков сплава Co–W была подтверждена рентгенофазовым анализом. Во всех случаях подтверждалась аморфность получаемых покрытий из сплава Co–W.

Результаты экспериментов по влиянию времени осаждения в стационарной ванне на состав и качество покрытия, определения содержания W в сплаве после осаждения при $i_k = 3 \text{ А/дм}^2$ и $\text{pH} = 5$ и изменении времени от 10 до 60 мин приведены на рис. 1. Наблюдается тенденция роста содержания W в сплаве – от 13 до 25–26% вес.

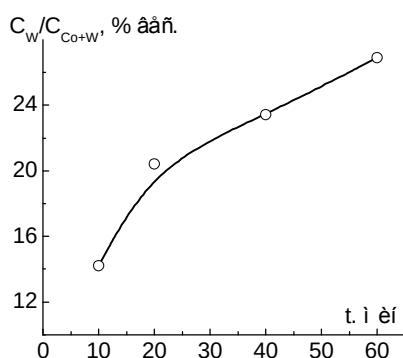


Рис. 1. Изменение содержания вольфрама в сплаве в зависимости от длительности осаждения на стационарном электроде

Полученная зависимость согласуется с современными представлениями о электроосаждении тугоплавких металлов, предполагающими, что осаждение кобальта является первичным процессом, а тугоплавкий вольфрам выделяется в основном благодаря адсорбции его ионов гидроксоформами металла-осадителя, которыми покрыт электрод [4–6]. С увеличением времени осаждения, то есть с увеличением толщины покрытия, изменяется не только его состав, но и морфология поверхности (рис. 2). Формирующаяся поверхность сплава представляет со-

бой некую ячеистую структуру, размеры ячеек которой возрастают с увеличением времени осаждения примерно от 1–2 мкм до 10 мкм и более (рис. 2). Эти образования имеют неправильную, близкую к округлой форму.

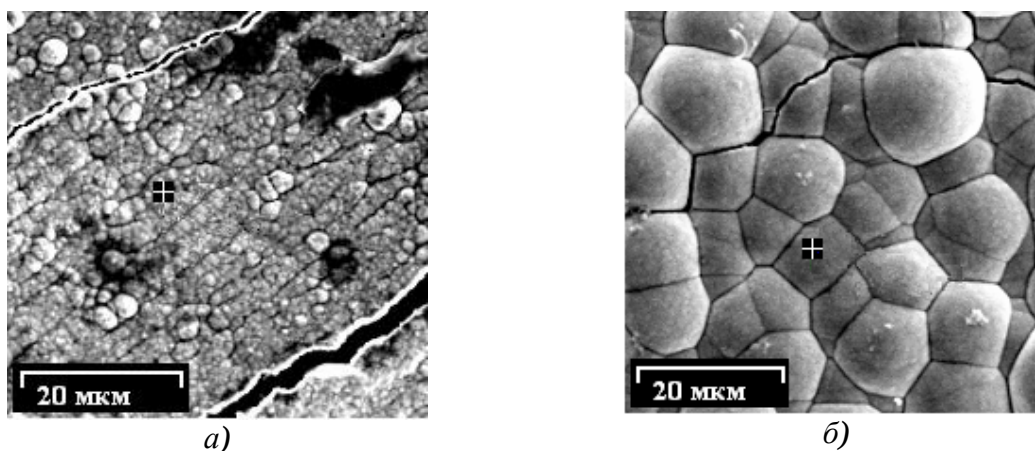


Рис. 2. Поверхность сплава Co-W, полученного в стационарных условиях при плотности тока 3 A/дм^2 и времени осаждения, мин: а – 10; б – 60

Осаждение сплава на ВДЭ в контролируемых гидродинамических условиях при $i_k = 2,5 \text{ A/дм}^2$, $\text{pH} = 5,0\text{--}5,4$ и количестве пропущенного электричества, обеспечивающего достижение толщины покрытия $\sim 20 \text{ мкм}$, показало отсутствие зависимости состава сплава от скорости массопереноса при изменении скорости вращения от 400 до 1600 об/мин. Среднее содержание вольфрама $C_W/C_{\text{Co+W}}$ было равно $\sim 7,8 \text{ \% вес}$. (рис. 3). Следует отметить, что во всех случаях осаждения в условиях интенсивного массопереноса содержание W в сплаве было существенно ниже, чем в стационарной ванне. Как показано ниже, это может быть вызвано изменением pH приэлектродной области.

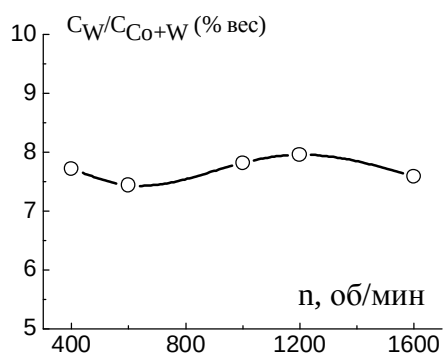


Рис. 3. Изменение содержания вольфрама в сплаве в зависимости от скорости вращающегося дискового электрода при $i_k = 2,5 \text{ A/дм}^2$ и длительности осаждения 20 мин

Однако морфология поверхности в этих условиях существенно меняется со скоростью перемешивания (рис. 4). При низких скоростях вращения (400–1000 об/мин) поверхность образцов матовая, а на электронных микрофотографиях видны более равномерные элементы ячеистой структуры с малыми размерами (рис. 4а). При более высоких скоростях вращения на блестящей поверхности элементы локального роста практически отсутствуют, то есть неравномерность формирования покрытия существенно уменьшается вследствие образования более мелкозернистой структуры (рис. 4б).

Характерной особенностью осаждения в этих условиях является также вы-

соотношение парциальных скоростей осаждения компонентов остается неизменным. Это позволяет предположить, что наиболее вероятной причиной снижения выхода по току от 100% до указанного уровня являются разряд ионов водорода и выделение его в газообразной форме, которое и отмечается визуально.

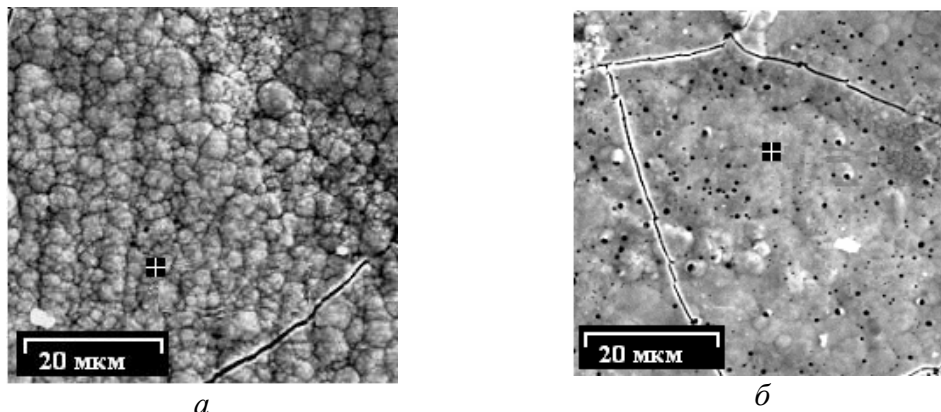


Рис. 4. Изменение поверхности сплава Co-W, полученного на вращающемся дисковом электроде при плотности тока $2,5 \text{ A/дм}^2$ и скорости вращения, об/мин: а – 500; б – 1600

Поскольку значительная интенсификация процесса массопереноса к поверхности ВДЭ значительно превышает скорость обмена, наблюдаемого в стационарной ванне, то можно предположить, что роль pH в объеме электролита в этих условиях возрастает. С целью оценки влияния роли электролита (pH_0) были выполнены эксперименты с различным исходным pH. pH исходного электролита корректировали до достижения желаемого значения добавлением щелочи. Результаты представлены на рис. 6. Отчетливо видно, что рост pH сопровождается трехкратным ростом содержания вольфрама в сплаве, которое достигает значений, близких к значениям для осадков из стационарной ванны (рис. 1).

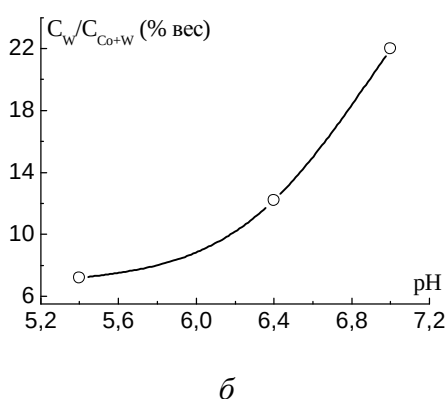


Рис. 6. Влияние pH электролита на содержание вольфрама в осажденном сплаве. ВДЭ (скорость вращения 1200 об/мин)

изменение pH может влиять на соотношение W и Co.

Изменение содержания вольфрама при изменении величины пропущенного заряда связано, очевидно, с изменением pH_s приэлектродного слоя (его повышения). Действительно, как показали результаты исследования с использованием ВДЭ, содержание вольфрама растет с увеличением pH_0 (рис. 5). Очевидно, что именно по этой причине содержание вольфрама в сплаве падает при переходе от осаждения на стационарный электрод к ВДЭ (вследствие увеличения скорости массопереноса и приближения pH_s (pH приэлектродного слоя) к значению pH_0 в объеме раствора. Однако факт отсутствия влияния скорости перемешивания на содержание вольфрама (рис. 4) свидетельствует в пользу того, что не только

При достаточно высоких значениях скорости перемешивания pH_s и pH_0 могут выравниваться, и в этом случае скорость перемешивания не будет влиять на соотношение компонентов в сплаве. Так как осаждение происходит через поверхностную пленку, условия формирования этой пленки будут определяться не только значением pH_s .

На основе полученных результатов можно сделать заключение, что, регулируя величину pH в объеме электролита и контролируя условия массопереноса путем изменения гидродинамических параметров рабочей ванны, возможно управлять составом осаждаемого сплава.

Список литературы: 1. Capel H., Shipway P.H., Harris S.J. Sliding Wear Behavior of Electrodeposited Cobalt-Tungsten and Cobalt-Tungsten-Iron Alloys // *Wear*. 2003. V. 225. P. 917–923. 2. Ibrahim M.A.M., Abd El Kehim S.S., Moussa S.O. Electrodeposition of Non-crystalline Cobalt-Tungsten Alloys from Citrate Electrolyte // *J. Applied Electrochem.* 2003. V. 33. P. 627–633. 3. Brenner F. Electrodeposition of Alloys. New York. Academic Press. Inc. 1963. 4. Васько А.Т. Электрохимия молибдена и вольфрама. Киев, 1977. 5. Podlaha T.J., Landolt D. Induced Codeposition. I. Experimental Investigation of Ni-Mo Alloys // *J. Electrochem. Soc.* 1996. V. 143. P. 885–892. 6. Podlaha T.J., Landolt D. Induced Codeposition. III. Molybdenum Alloys with Nickel, Cobalt and Iron // *J. Electrochem. Soc.* 1997. V. 144. P. 1672–1680. 7. Яковец И.В., Звонкий В.Г., Редкозубова О.О., Дикусар А.И. Определение степени локализации электрохимического процесса при анодном травлении частично изолированной поверхностью в контролируемых гидродинамических условиях // *Электронная обработка материалов*. 2005. № 3. С. 4–10. 8. Бобанова Ж.И., Петренко В.И., Силкин С.А., Ющенко С.П., Яхова Е.А. Электроосаждение аморфных сплавов Co-W: роль гидродинамических условий // *Электронная обработка материалов*, 2005, № 6, С. 86–91.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДЫХ ЭНЕРГО-НАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАС-СНАРЯЖЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ БОЕПРИПАСОВ

Бован Д.В., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Хмарук (Дон-НТУ, г. Донецк, Украина)

The technological aspects to be taken into account for increase of safety of process of ammunition utilization when its shelf stability expires are considered.

В настоящее время вопросы утилизации боеприпасов в Украине приобрели большую актуальность, поскольку накоплены их большие запасы, исчисляемые сотнями тысяч тонн. Срок годности значительного количества боеприпасов давно истек, а уровень хранения и контроля их состояния далеко не всегда соответствует требованиям безопасности. Имевшие место в последние годы чрезвычайные ситуации на складах боеприпасов свидетельствуют об острой необходимости расширить фронт работ по созданию более производительных и безопасных техники и технологии расснаряжения и утилизации.

Решение этой проблемы находится в плоскости ряда научных направлений, а именно: химической технологии; процессов и аппаратов; механики дискретных материалов; теории взрыва; теории надежности и т. д.

Промышленное расснаряжение боеприпасов имеет определенную специфику, которую следует обязательно учитывать при проведении работ. Во-первых, в боеприпасах используются чувствительные к механическим и тепловым воздействиям вещества, представляющие собой значительную потенциальную взрывоопасность. Во-вторых, подлежащие утилизации боеприпасы, как правило, представляет собой неразъемную конструкцию, изначально не предполагаемую для демонтажа и, следовательно, для извлечения заполненных продуктов. В-третьих, необходима отдельная утилизация, металлической составляющей боеприпаса, и значительной доли взрывчатых веществ, порохов, твердых ракетных топлив, отравляющих веществ и т. д.

Суть утилизации, в первую очередь, сводится к разделению веществ имеющих принципиально разные физические и механические свойства. И если свойства оболочки снаряда (металл) известны и довольно постоянны, то ВВ существенно отличаются в зависимости от типа ВВ и изменяются под влиянием внешних факторов (температура, влажность, освещение, срок хранения и т. п.). Поэтому знание ФМХ ВВ на момент утилизации боеприпаса является наименее изученной составляющей исходных параметров, закладываемых в расчет оборудования для расснаряжения и утилизации боеприпасов.

Физико-механические характеристики дискретных материалов являются обязательными исходными данными для расчета любого перерабатывающего оборудования. Значения этих характеристик отличаются существенной изменчивостью и зависят от конкретных производственных условий и условий хранения, что учитывается при расчете. Поэтому необходимо проводить исследования физико-механических характеристик в условиях максимально близких к производственным. При проведении таких исследований не следует опасаться затрат времени и средств, поскольку затраты несопоставимо малы по сравнению с ущербом, который может дать недостаточно обоснованный выбор характеристик для расчета и проектирования. Недостаток исходных данных приводит к просчетам и неудачным конструкциям оборудования и неправильному выбору режимных параметров ведения процесса, что влечет экономические потери, непредвиденные сбои, отказы и аварии.

В качестве исходных данных для расчета перерабатывающего оборудования наиболее часто используют ряд физико-механических характеристик дискретных материалов: насыпную плотность и плотность твердой фазы материала, коэффициенты внутреннего и внешнего трения, начальное сопротивление сдвигу, угол естественного откоса, гранулометрический состав, прочностные и компрессионные характеристики.

Сейчас при утилизации ВВ на специализированных предприятиях эти свойства не определяются. Мы предлагаем для взрывчатых материалов подлежащих утилизации использовать приборный комплекс для исследования физико-механических характеристик дискретных материалов, разработанного на кафедре МАХП. Для этого в конструкцию приборов необходимо внести ряд изменений, которые обеспечат безопасную работу со взрыво- и пожароопасными материалами.

Комплексное исследование на приборном комплексе сводится к выполнению следующих требований:

- условия экспериментальных исследований максимально совпадают с реальными производственными;
- исследуемые характеристики материалов имеют ясный физический смысл с универсальной интерпретацией;
- испытания представляют собой цепочку последовательных определений физико-механических характеристик материала с максимально возможной ин-

- формативностью;
- достоверность физико-механических характеристик обеспечивается получением одних и тех же физических величин на принципиально различных приборах с высокой степенью согласия результатов и в соответствии с общепринятыми фундаментальными теориями.

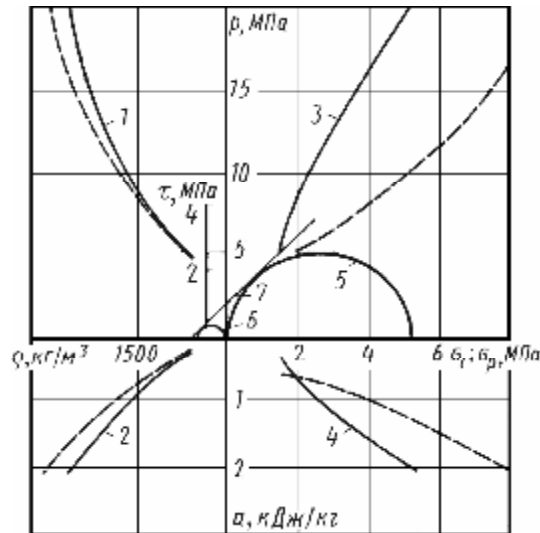


Рис.1. Номограмма для определения комплекса физико-механических характеристик

В результате исследований определяются параметры компрессионной кривой; удельная энергоёмкость процесса уплотнения; прочностные показатели (в виде паспорта прочности); зависимость прочности брикета от давления прессования и затраченной на прессование энергии; коэффициент упругого расширения; коэффициент бокового давления; значения нормальных и касательных напряжений в момент завершённого сдвига, описывающих состояние предельного равновесия, параметров аппроксимирующей линии предельного равновесия, коэффициентов внутреннего и внешнего трения и углов трения, действительной, объёмной и насыпной плотности, параметров компрессионной кривой, прочностных характеристик консолидированных материалов в виде прочности на сжатие, раскалывание, коэффициента бокового давления и других параметров.

На рис.1 приведена получаемая в результате экспериментальных исследований материала типовая номограмма, на которой в соответствующих квадрантах показаны зависимости прочностных характеристик s_c и s_p и плотности образца r от давления прессования p , взаимосвязь удельных энергозатрат a и плотности r смеси и прочности s_c , s_p образца и удельных энергозатрат a . Здесь же в системе координат s — t построено семейство кругов Мора для образцов, полученных при различных давлениях прессования.

Представленная номограмма позволяет по результатам лабораторных исследований решить следующие важные для практики задачи: по прикладываемому давлению определить плотность материала (или необходимое для получения заданной плотности давление (кривая 1)); определить необходимую удельную энергию уплотнения (кривая 2) и необходимую мощность оборудования, реализующего процесс прессования; уста-

новить зависимость прочности получаемой формовки от давления прессования (кривая 3) и энергии уплотнения (кривая 4); сравнить прочность формовки при сжатии (кривая 5) и раскалывании (кривая 6) путем построения кругов Мора и их огибающей (кривая 7); получить зависимость указанных параметров от состава и количества связующего (влажности), и т. п. (штриховые линии).

Таким образом, повышение достоверности определения физико-механических характеристик позволяет создавать более надежное оборудование, повышая экологичность и безопасность процесса утилизации боеприпасов и переработки ВВ.

Список литературы: 1. Генералов М. Б. «Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ»: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 397 с.: ил. 2. Генералов М. Б. Механика твердых дискретных сред в процессах химической технологии: Учебное пособие для вузов. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2002. – 592с. 3. http://www.rcnp.kiev.ua/Main/Arxiv/15/5_r.htm 4. Веретельник С.П., Парфенюк А.С. Карпов В.С. Метод комплексных физико-механических испытаний сыпучих материалов// Химическое и нефтяное машиностроение. 1992. №1. С.32.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОК И СТРУЖКИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Богуславский В.А., Польченко В.В., Сахби Зантур, Сидорова Е.В.

(ДонНТУ, г.Донецк, Украина)

On-stream of engineering items it is necessary often to change lubrication, which are used in friction kink. As a rule, modern lubricants are expensive and it is difficult utilization. In the present work dials about the utilization's lubrications for cutting.

Как правило, СОТС для обработки металлов резанием содержат дорогостоящие противоизносные и противозадирные присадки. Введение в СОТС химически активных элементов: серы, фосфора, хлора ускоряет физическую и химическую адсорбцию атомов и молекул на активных центрах твердых металлических поверхностей, способствует образованию граничных пленок, уменьшающих вероятность схватывания инструмента и сходящей стружки, уменьшает износ рабочих поверхностей инструмента. Аналогичные присадки используются во многих пластичных смазках, применяемых в машинах различного назначения (транспортных, горных и других).

В настоящее время регенерация отработанных масел в нашей стране практически не производится и отработанные масла в больших количествах скапливаются на ремонтных заводах, депо и станциях технического обслуживания, загрязняя окружающую среду и, в первую очередь, гидросферу. Такая же картина наблюдается и на машиностроительных заводах с утилизацией отработанных СОТС.

Необходимо отметить, что большая часть присадок, добавляемых в смазки и в СОТС, не расходуется в процессе эксплуатации, а выбрасывается вместе с отработанными смазками. Таким образом, окружающая среда получает не только нефтяные отходы, а и весьма вредные для здоровья химические вещества.

Объём использования СОТС на машиностроительных предприятиях в развитых странах очень большой. Так годовой расход СОТС во Франции составляет примерно 70 миллионов литров, в США – примерно 230 миллионов литров. Средства, расходуемые на утилизацию и регенерацию такого количества технологических

средств, тоже достигают значительных сумм. Германия расходует ежегодно на эти цели более миллиарда марок.

В нашей стране, в условиях дефицита нефтепродуктов и химических составляющих СОТС, проблема вторичного использования отходов становится всё актуальней с каждым годом.

Проблема рационального использования технологических сред и продуктов их разложения всё более становится проблемой не только технической, но и экономической и экологической для всего технически развитого мира. В настоящее время большая часть нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ (основные составляющие СОТС) попадают в водоёмы, в том числе питьевые, делая их непригодными для пользования.

Был предложен способ получения водных СОТС для резания металлов за счет использования дорогостоящих противоизносных, противозадирных и других активных компонентов отработанных пластичных смазок

Используя результаты научных исследований и опыт развитых стран, можно предложить следующую схему рекуперации отработанных СОТС:

- а) сбор отработанных технологических жидкостей;
- б) очистка от механических примесей (фильтрование);
- в) отделение поверхностно-активных присадок;
- г) **повторное использование СОТС в металлорежущих станках.**

Схему установки для регенерации СОТС можно представить следующим образом.

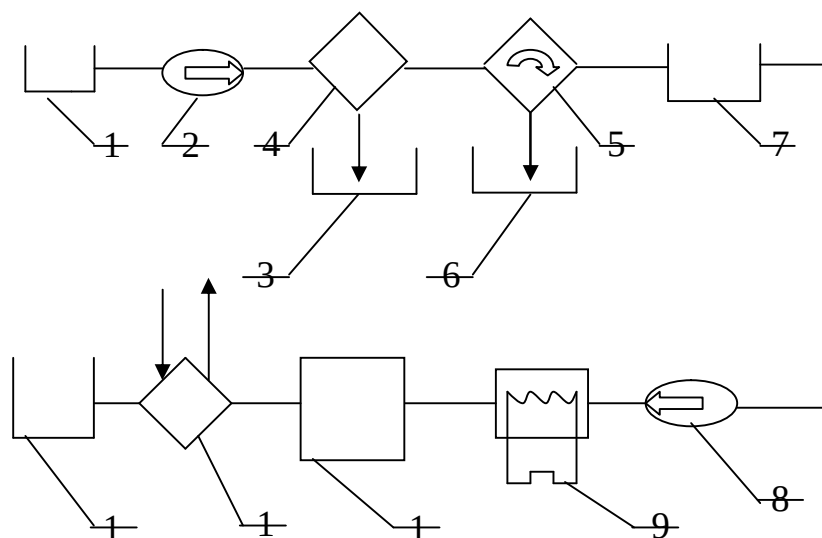


Рис. 1. Схема установки для очистки использованных СОТС и масел

СОТС, подлежащая очистке, загружается в резервуар 1, затем насосом 2 прокачивается через фильтр 3, где очищается от механических загрязнений, которые сбрасываются в тару 4. Затем на центрифуге 5 производится очистка СОТС от посторонних масел, которые сбрасываются в резервуар 6, а сама регенерируемая жидкость поступает в промежуточный резервуар 7. Очищенная жидкость помпой 9 перекачивается в нагреватель 9, где нагревается примерно до 65⁰С. Далее она поступает в пастеризатор 10, где выдерживается в течение 15-25 минут. Затем в специальном охладителе 11, охлаждает-

ся до температуры 15-25⁰С и собирается в резервуаре 12 для корректировки состава. Отсюда, готовая к употреблению, СОТС транспортируется к металлорежущим станкам или другим технологическим установкам в цеху.

Были проведены сравнительные стойкостные испытания регенерированных СОТС и приобретённых новых. За критерий эффективности был принят износ по задней поверхности – до 0,8 мм. Результаты этих испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1. Стойкость режущего инструмента при использовании различных СОТС

Применяемая среда	Стойкость инструмента (мин)
Укринол – 1М	25,8
Аквол - 11	19,7
Аквол – 10М	17,0
Восстановленная СОТС	22,3

Эксплуатация регенерированных СОТС показала, что эти жидкости наиболее эффективны на токарных операциях и операциях абразивной обработки. При этом можно рекомендовать разную концентрацию этих жидкостей в воде: для лезвийного инструмента – 3-7%, а при абразивной обработке – 1,5-2,5%.

Предлагаемая установка проста по конструкции и может быть создана на любом предприятии без больших капиталовложений. Для работы на ней могут использоваться работники служб по приготовлению штатных СОТС, имеющиеся на любом машиностроительном заводе.

В процессе производства большинства деталей машин, завершающей - отделочной операцией, как правило, является шлифование поверхностей, сопрягаемых с другими деталями. Шлифование, как и любой процесс резания, сопровождается снятием стружки. Элементарный арифметический расчет показывает, что при снятии с обрабатываемой поверхности длиной 100 мм и диаметром 100 мм припуска 0,2 мм, в стружку превращается ≈50 грамм обрабатываемого материала. А, если учесть, что на любой детали шлифуемых поверхностей не менее двух, то, можно представить, какое количество качественного металла переходит в стружку. Это, конечно, неизбежный процесс. Стружка всегда сопровождает процесс механической обработки. Но, если при обработке лезвийным инструментом, эта стружка хорошо осязаема, то при обработке абразивным инструментом, стружка представляет собой весьма мелкий металлический порошок. Этот порошок смешан с абразивным шламом. Штатными магнитными устройствами шлифовальных станков этот шлам частично очищается от металлической стружки – металлического порошка. Большая часть образовавшейся стружки остается в шламе и, в большинстве случаев, выбрасывается в отвалы, загрязняя окружающую среду.

В то же время, металлический порошок, частицы которого составляют 0,05 – 0,18 мм, представляет собой ценное сырьё для порошковой металлургии. Детали, получаемые методом порошковой металлургии, могут обладать более высокими механическими и антифрикционными свойствами. Это подтверждается результатами исследований [3].

Таким образом, применение СОТС из отработанных смазок, позволяет вторично использовать дефицитные компоненты, уменьшает загрязнение окружающей среды,

возникающие при хранении отработанных смазок. Использование дешевых отходов, безвозвратно идущих в отвалы, позволяет разрабатывать новые ресурсосберегающие технологии и решать задачи поиска дешевых видов сырья и проблему экологии.

Список литературы: 1. Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. Энтелиса С. Г , Берлинера Э. М./ – М. Машиностроение, 1986. 362 с. 2. Берлинер Э. М., Таратынов О.В. Подбор эффективных смазочно – охлаждающих жидкостей для резания и вопросы экологии // Second International Congress mechanical engineering technologies'99. September 1999 Sofia, Bulgaria. 3. Гавриш А.П., Роик Т.А. Структура и свойства новых антифрикционных материалов на основе порошков – отходов инструментального производства //Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сборник научных трудов, выпуск 20. Донецк – 2002 стр. 75.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА РАССЕЙВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕПЛОВОЗОВ

Володарец Н.В., Бондарь Е.А. (ДонИЖТ, г. Донецк, Украина)

Having used a method of calculating limiting concentration of harmful substances (S_m), the character and quantitative influence of temperature of air-gas stream, height of source of emission, the gas charge and the speed of gas emissions in atmosphere are estimated. Interference of parameters of gas charge, speed of gas emission in atmosphere and diameter of an exhaust branch pipe is established.

Одним из способов снижения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы является их рассеивание в атмосферном воздухе. При таком решении вопроса возникает задача определения количественного влияния отдельных факторов для условий работы железнодорожных тепловозов.

В качестве базы для проведения расчетного анализа принята методика определения максимальных концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы (ОНД – 86) [1].

Проведенные расчёты показали, что основными факторами, влияющими на расчётную концентрацию S_m , являются: высота выброса, количество загрязняющих веществ, количество газов, скорость выхода газов, их температура и диаметр выходного патрубка. Применяя методы программного обеспечения Excel, получены зависимости предельной приземной концентрации вредных выбросов S_m от высоты источника выброса H (м), разности между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха самого жаркого месяца ($^{\circ}C$).

По результатам расчетов сделан вывод, что наибольшее влияние высота выхлопного патрубка оказывает при малых значениях H , а при высоте $H=10...20$ м влияние этого фактора уменьшается примерно в 10 раз.

Результаты расчетов максимальной концентрации S_m в зависимости от величины ΔT показали, что с повышением температуры выбрасываемых газов концентрация вредных веществ уменьшается, но влияние этого фактора по сравнению со значением высоты H невелико

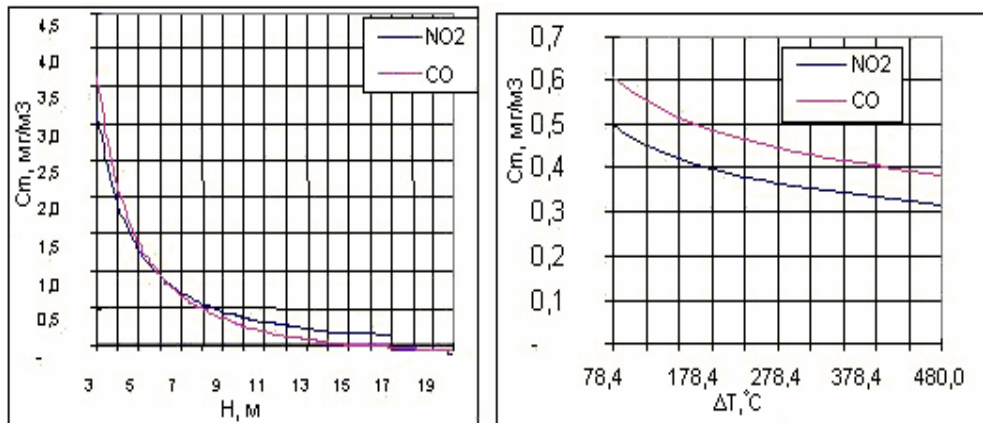


Рис. 1. Зависимости предельной концентрации вредных выбросов C_m от высоты источника выброса (H) и разности температуры выброса (ΔT)

Количество выбрасываемых газов, их скорость и диаметр выхлопного патрубка оказывает друг на друга взаимовлияние. Они связаны между собой расчетной формулой:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w_0 \quad (1)$$

Изучение влияния диаметра D выхлопного патрубка отработавших газов производим для случая, когда фиксируется значение расхода $V_1 = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а скорость выхода газов w_0 определяется из соотношения (1) для каждого варьируемого значения диаметра. На рисунке 2 выведен спектр значений C_m при $H = 5 \dots 10 \text{ м}$, с интервалом 1 м и $\Delta T = 100 \dots 500^\circ\text{C}$, с интервалом 100°C для каждого значения высоты H .

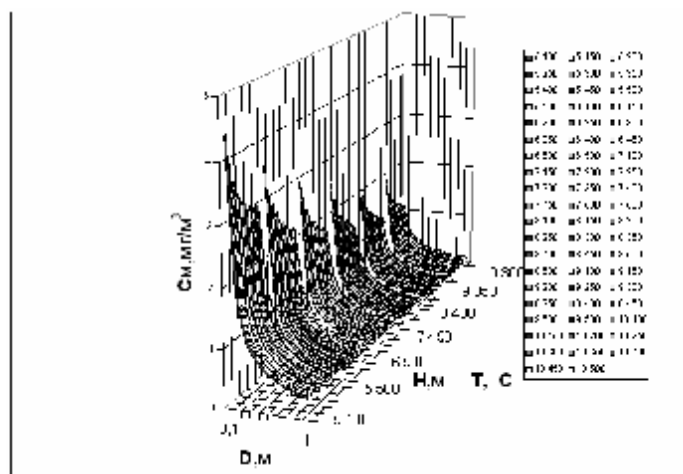


Рис. 2. Влияние диаметра выхлопного патрубка D на значение приземной концентрации C_m , при $w_0 = 40 \text{ м/с}$

Для случая, когда фиксируется значение скорости $w_0 = 40$ м/с, а расход V_1 определяем по формуле (1), график зависимости принимает вид, изображенной на рисунке 3

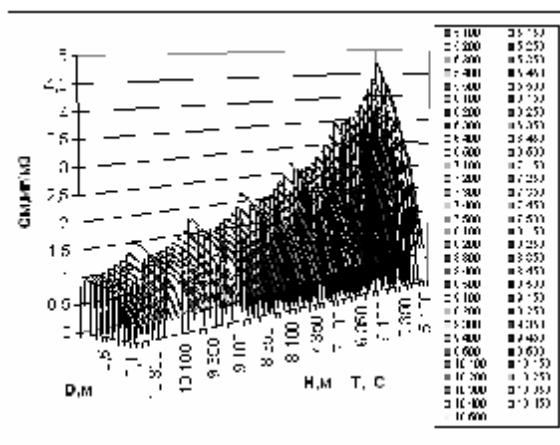


Рис. 3. Влияние диаметра выхлопного патрубка D на значение приземной концентрации C_m , при $V_1 = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$

Так, увеличение диаметра выхлопного патрубка D приводит к увеличению концентрации C_m , если расход газов не изменяется, а скорость выхода из выхлопного патрубка при увеличении диаметра D снижается. С другой стороны увеличение диаметра выхлопного патрубка D приводит к снижению концентрации C_m , если расход газов увеличивается, а скорость выхода из выхлопного патрубка неизменна.

В результате сравнительного анализа полученных графиков для $H = 5 \text{ м}$; $\Delta T = 500^\circ\text{C}$, $\Delta T = 200^\circ\text{C}$ получена зависимость $C_m(D)$, показанная на рисунке 4.

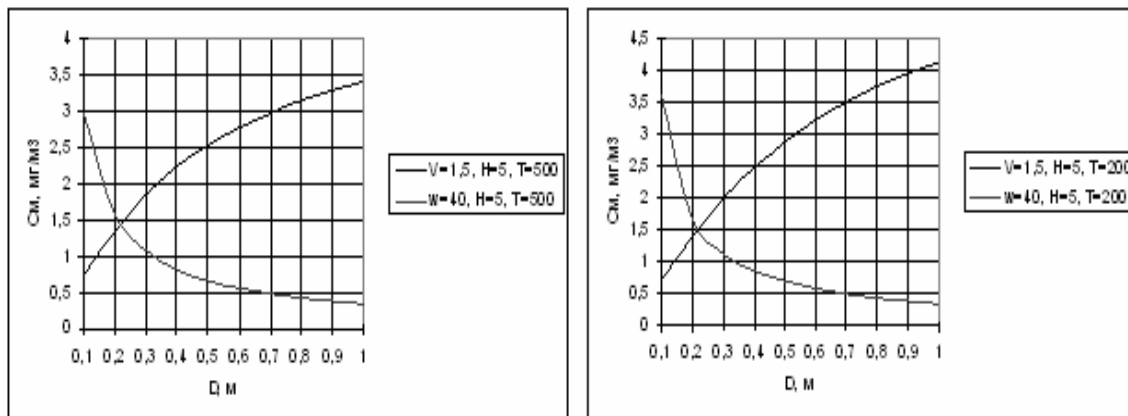


Рис. 4. Влияние диаметра выхлопного патрубка на значение приземной концентрации C_m для $H = 5 \text{ м}$; $\Delta T = 100^\circ\text{C}$, $\Delta T = 500^\circ\text{C}$

Влияние расхода газа V_1 на приземную концентрацию C_m неоднозначно. Влияние V_1 сказывается в большей степени, если изменяется скорость w_0 при фиксированном диаметре D . И при том же диапазоне изменения V_1 , но при фиксированной скорости газа w_0 за счет изменения диаметра D влияние V_1 на концентрацию C_m существенно

меньше. График сравнительного анализа при $H = 5$ м, $H = 7$ м; $\Delta T = 500^\circ\text{C}$ приведен на рисунке 5.

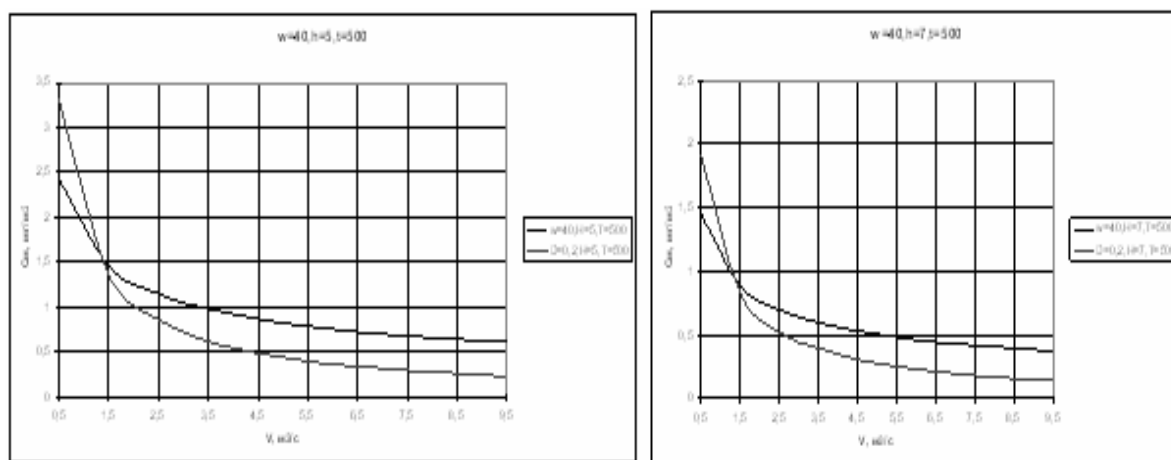


Рис. 5. Влияние расхода газа V_1 на значение приземной концентрации C_m для $H = 5$ м; $H = 7$ м, $\Delta T = 500^\circ\text{C}$

На рисунке 6 наглядно показано влияние скорости w_0 на значение C_m .

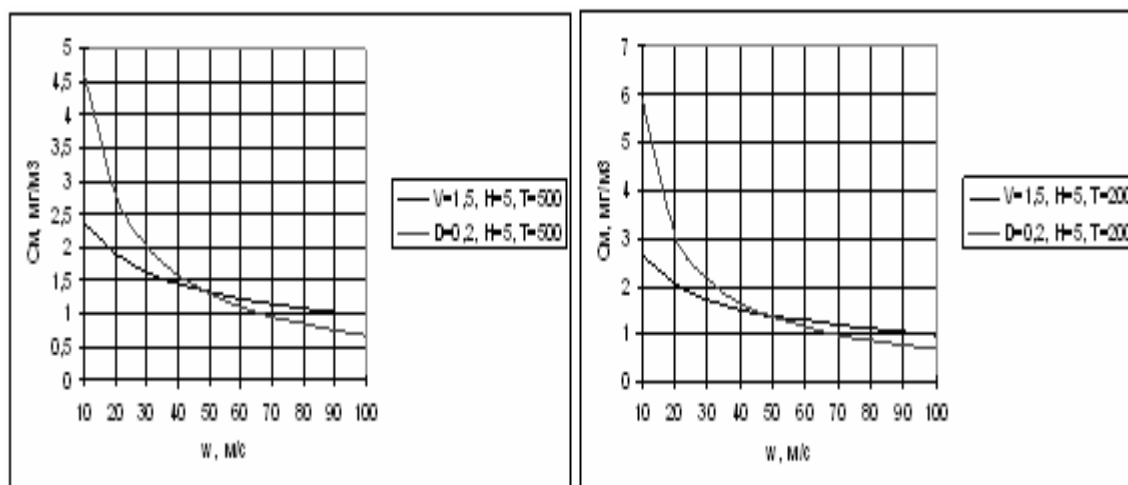


Рис. 6. Влияние скорость выхода газовой смеси w_0 на значение приземной концентрации C_m для $H = 5$ м; $\Delta T = 500^\circ\text{C}$, $\Delta T = 200^\circ\text{C}$

Как и в предыдущем случае из изучения влияния скорости следует, что для снижения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы целесообразно увеличивать как расход V_1 , так и скорость выхода газового потока w_0 , выбирая при этом диаметр выпускного патрубка по возможности меньшим.

Таким образом, для снижения концентрации вредных веществ C_m с использованием устройства для рассеивания газов в виде эжектора может быть достигну-

то за счет увеличения расхода газов, повышения скорости выхода газов W_0 при уменьшении диаметра выхлопного патрубка выхода газовой смеси.

Список литературы: 1. Общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» - ОНД-86, Л: Гидрометеиздат, 1987 г.-57с.

КРИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Генералов М.Б. (МГУИЭ, г. Москва, Россия)

Стремление к получению новых материалов с повышенными качественными характеристиками и минимизации размеров многих изделий и устройств вызвало все усиливающий интерес к технологии ультрадисперсных порошков (УДП). К настоящему времени известны следующие способы получения ультрадисперсных порошков.

1. *Химические* методы:

- осаждение в жидких и газовых средах, осаждение из расплавов, осаждение при сверхкритических условиях;
- гетерогенный синтез (твердофазное замещение);
- золь-гель метод;
- криохимический метод.

2. Электрохимические методы синтеза.

3. Использование плазмы или лазерного луча.

4. Электроэрозионный метод.

5. Ударно-волновой (детонационный) метод.

6. Электровзрывной метод.

7. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

8. Механохимический синтез.

Каждый из указанных способов имеет свои преимущества и недостатки; их выбор обусловлен природой и свойствами исходного продукта и получаемых ультрадисперсных порошков. Из существующего множества химических, физико-химических и физических способов перевода твердых макрочастиц неорганических солей и органических соединений в ультрадисперсное состояние возможностями технологической и экологической безопасности при высокой производительности и низкой себестоимости переработки обладают *криохимические методы*.

Проведенными в МИХМе – МГУИЭ теоретическими и экспериментальными исследованиями показано, что наиболее эффективно криохимический способ получения твердых окислителей реализуется с использованием вакуумных сублимационных процессов в распылительных аппаратах колонного типа. Он включает следующие основные технологические фазы:

- Получение раствора исходного вещества;
- Диспергирование раствора;
- Получение гранул методом замораживания;
- Удаление растворителя;
- Термообработка пористых гранул.

Растворители, используемые при вакуумной сублимационной технологии должны удовлетворять следующим требованиям:

- растворимость исходного вещества должна быть достаточно высокой;
- метастабильное состояние в точке равновесия «газ – жидкость – твердое тело» желательно находиться при температуре от -5 до $+20^{\circ}\text{C}$;
- температура кристаллизации не должна быть ниже $-(15\div 20)^{\circ}\text{C}$;
- растворитель должен быть пожаробезопасным, неядовитым, химически неактивным и экономически выгодным.

Затвердевший растворитель из полученных гранул удаляется сублимацией или криоэкстракцией, не допуская образование жидкой фазы. С этой целью рассчитывают для каждого материала соответствующие термодинамические режимы сублимации по диаграмме состояния «давление – температура».

На рис.1 приведена принципиальная схема вакуумной сублимационной установки для получения ультрадисперсных окислителей и ряда энергонасыщенных материалов.

Получение ультрадисперсных материалов на данной установке состоит из следующих стадий:

- приготовление гомогенного раствора;
- диспергирование раствора в вакуумную камеру;
- замораживание капель дисперсной среды (криогранулята);
- сублимационное удаление растворителя;
- пассивация и сохранение пористых гранул;
- утилизация растворителя;
- диспергирование гранул на ультрадисперсные фрагменты

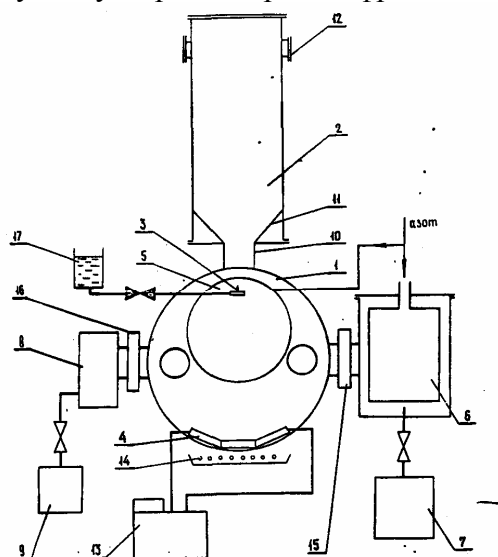


Рис.1. Принципиальная схема установки для получения ультрадисперсных материалов

1 – корпус аппарата, 2 – вакуумная колонна, 3 – диспергирующее устройство, 4 – нагревающие элементы, 5 – сублиматор, 6 – десублиматор, 7 – сборник, 8 – первичный вакуумный насос, 9 – вторичный вакуумный насос, 10 – соединительный патрубок, 11 – конфузор, 12 – смотровые люки, 13 – термостат, 14 – электробоггрев, 15 – фильтр, 16 – фильтр, 17 – емкость для раствора или суспензии.

Пористые гранулы имеют сферическую форму, средний массовый размер которых $d_{43} = 1 - 3 \text{ мм}$. Проведен рентгенофазовый анализ и анализ поверхности гранул на растровом электронном микроскопе, что позволило выделить морфологические и структурные их особенности. Гранулы состоят из отдельных дисперсных фрагментов (частиц) размером от 100 до 500 нм, соединенных между собой в зонах контакта ионными кристаллизационными мостиками. На рис. 2 изображены фотография внутренней структуры гранул натрия нитрата.

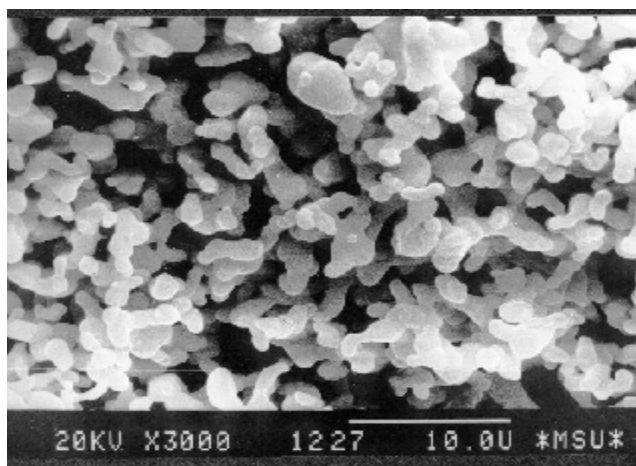


Рис.2. Фотография гранул и морфологического состояния поверхности после сублимации

Пористые гранулы многих окислителей в различной степени способны сорбировать из окружающей среды воду, которая способствует диффузионному массопереносу, росту частиц и образованию прочных агрегатов. Поэтому желательно их хранить и транспортировать в герметичной таре, а переработку на ультрадисперсные фрагменты вести в процессе смешения с другими компонентами, например, в среде органической жидкости, полимера и т.п. При смешении с другими нанопорошками процесс проводят в сухом боксе с инертной к данным наночастицам газовой средой, например с инертными газами (азот или аргон).

Проведенные экспериментальные исследования показали, что сублимационный метод с использованием вакуума позволяет получать высокодисперсные порошки различных материалов с новыми и улучшенными свойствами при сохранении их химической природы.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Дерке А.В. (УИПА, г. Харьков, Украина)

Establishment of size and economic intercommunications at making of by volumes sheet wares from termoplastychnykh materials with the use of CAM-tehnology is the purpose of researches. Analysis of errors of formoobrazovanyya of sheet panels from 3D-модели to the real good, showed that most error of form and exactness of type was acquired on the stage of transfer of 3D-модели on material transmitter. Collected analytical dependence of change of

exactness of forms and sizes from 3D-моделей to the real good at formoobrazovanyy of by volumes sheet wares from termoplastychnykh materials, allowing to design the technological rigging on principle of bezdefektnogo production.

Важнейшим условием эффективной деятельности промышленных предприятий в сложившихся экономических условиях является обеспечение оптимального сочетания показателей качества и надежности выпускаемой продукции. Международные стандарты качества ISO 9000 для реализации этого условия предусматривают комплекс мероприятий различного уровня и функционального назначения, позволяющих обеспечить «жизненный цикл» изделия (продукции), которые включают этапы разработки, обеспечения, изготовления и реализации.

В зависимости от сложившихся условий функционирования специализированного предприятия возможны различные методологические подходы к повышению потребительских характеристик выпускаемой продукции с помощью инновационных проектов. Наиболее простым и очевидным является подход, основанный на приобретении новых инновационных продуктов в виде технологического оборудования, материалов, конструкций и использовании их на существующем предприятии с последующей реализацией изделий на специализированном рынке.

Особенно актуальной является задача повышения качества и эффективности технологических процессов в условиях дискретно-нестабильных программ выпуска.

Как отмечается в технической литературе, в подобных случаях наиболее целесообразным является внедрение САМ-технологий, способных сочетать индивидуальные технологические решения, принимаемые технологом, с типовыми технологическими решениями, принимаемыми автоматически.

Целью исследований является установление размерных и экономических взаимосвязей при изготовлении объемных листовых изделий из термопластичных материалов с использованием САМ-технологий.

В работе проводится регрессионный анализ связи между 3D-моделью и точностью реального изделия. Приводимые выкладки относятся к дискретным системам. Предлагаемая методика предназначена для получения на основании экспериментальных данных математической модели технологического процесса мелкосерийного производства.

Определение эмпирических оценок параметров математической модели основано на использовании байесовских методов. Полученные оценки уточняются по результатам экспериментальных исследований нескольких однотипных технологических процессов одного класса, описываемых одинаковыми математическими моделями. Нелинейные по параметрам регрессионные модели, полученные в результате обработки экспериментальных данных, использованы в задачах предсказания математического ожидания выходной величины технологического процесса при заданных значениях его входных величин, которые решаются при статистическом контроле качества продукции.

Основным физическим принципом, положенным в основу аналитических методов получения моделей многомерных объектов, является метод универсальных уравнений следующего вида

$$\Phi = \left[\begin{array}{c|c} \mathbf{0} & \\ \mathbf{M} & \mathbf{1} \\ \hline \mathbf{0} & \\ \hline -a_n, -a_{n-1}, & \mathbf{K}, -a_1 \end{array} \right], \quad (6)$$

$$\Gamma = \left[\begin{array}{ccccc} 1 & \mathbf{O} & & & \\ a_1 & 1 & \mathbf{O} & & 0 \\ a_1 & a_2 & 1 & \mathbf{O} & \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\ a_1 & & & a_n & 1 & \mathbf{O} \end{array} \right]^{-1} \cdot \left[\begin{array}{c} b_1 \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{M} \\ \mathbf{M} \\ b_m \end{array} \right] = a^{-1} \cdot b, \quad (7)$$

$$C = [1, 0, \mathbf{K}, 0]. \quad (8)$$

Уравнения (4-8) позволяют описывать изменения погрешностей формообразования на этапе 3D-модель→матрица→панель. Таким образом, был решен вопрос построения модели технологических процессов с использованием передаточных функций. Как говорилось выше в основе такого подхода лежат линейные уравнения, описывающие динамические процессы.

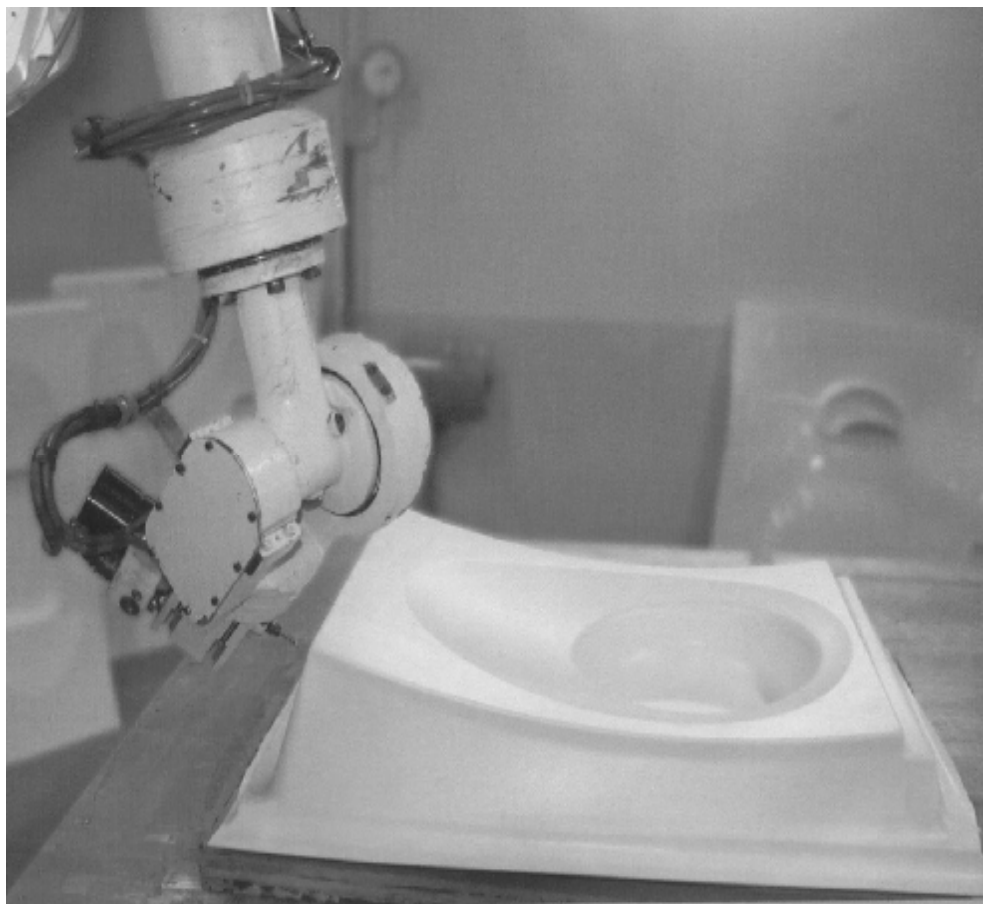


Рис.1. Контурное фрезерование панели на промышленном роботе «KAVASAKI»

Экспериментальные исследования проводились на АО «ИнтерАМИ» (г. Харьков). В качестве объекта исследования рассматривался технологический процесс изготовления объемных листовых панелей, изготовленных из термопластичных материалов типа «Kydex» и «Aerform LHR» (рис.1).

Формообразование панелей производится на термопластавтоматах. Контурное фрезерование панелей осуществляется на 6-ти координатном роботе «KAVASAKI». Обработки производилась 4-х перьевой фрезой Ø 4 мм Р6М5 (ГОСТ 18372-73). Геометрические характеристики режущего инструмента: передний угол $\gamma=10^\circ$, задний угол $\alpha=8^\circ$. Были установлены следующий режим обработки: подача $s_m= 420-600$ мм/мин, обороты шпинделя $n=15000-16000$ об/мин, глубина резания $t=$ мм Обрабатываемая заготовка устанавливалась на вакуумное приспособление.

Контроль отклонения реального контура панели от теоретического производился на оптико-измерительном стенде K600®-СММ (рис.2.). Точность системы зависит от дистанции между объектом и фотоаппаратом. Погрешность измерения в соответствующей зоне: 1-я зона – 0,010 мм; 2-я зона – 0,025 мм; 3-я зона – 0,100мм. Измерения производились преимущественно во 2-ой зоне.

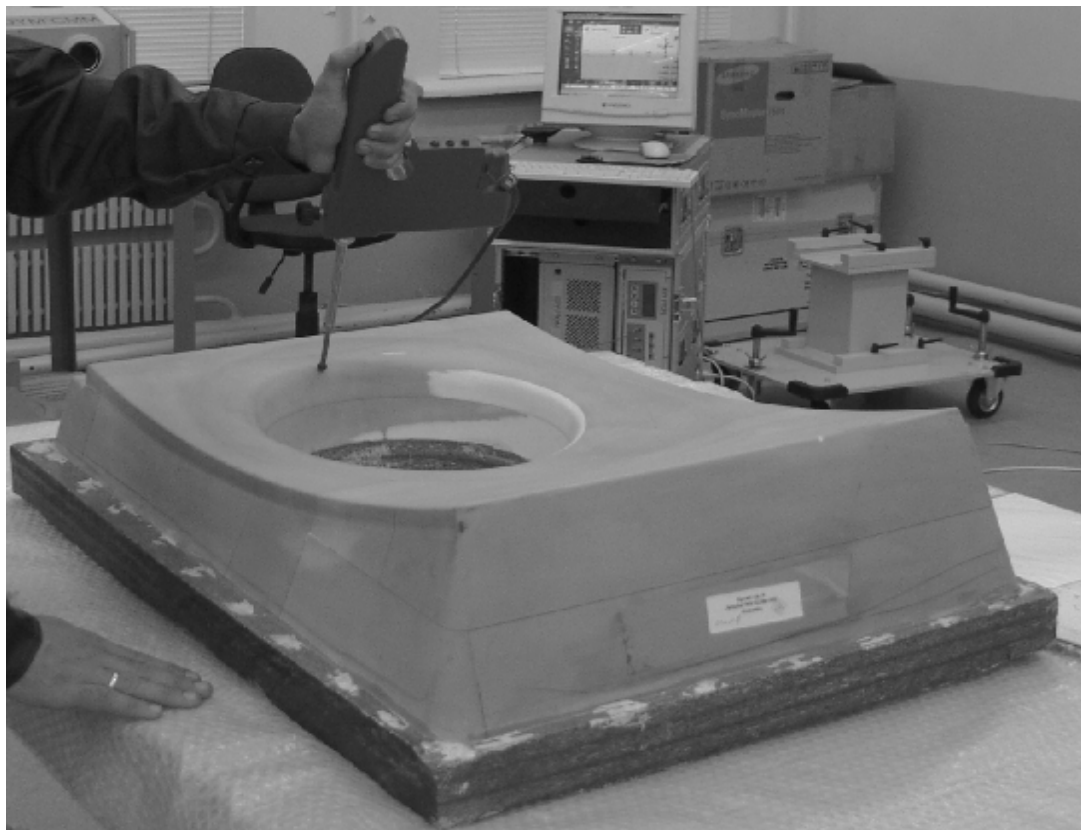


Рис.2. Оптико-измерительный стенд K600®-CMM

Было проконтролировано 24 пары матрица-панель. Измерения производились по 80-ти точкам. Графически результаты измерений представлялись в виде карты отклонений реального контура изделия от теоретического.

Экспериментальное исследование проводится путем регистрации значений контролируемых входных и выходных величин исследуемого объекта. Под входными величинами подразумевается величина отклонения реального контура матрицы от теоретического. Под выходными – величина отклонения реального контура готового изделия от теоретического, представленного 3D-моделью.

Выводы и результаты исследований сформулированы в следующих положениях.

1. Анализ погрешностей формообразования листовых панелей от 3D-модели к реальному изделию, показал, что наибольшая погрешность формы и точности профиля приобретает на этапе переноса 3D-модели на материальный носитель. Было предложено устанавливать технологические допуски от реального изделия до первого его материального носителя.

2. Получена аналитическая зависимость изменения точности форм и размеров от 3D-моделей к реальному изделию при формообразовании объемных листовых изделий из термопластичных материалов, позволяющая проектировать технологическую оснастку по принципу бездефектного производства. Допуски на изготовление оснастки были снижены с 12 квалитета до 8, что позволило уменьшить процент брака изготовленной продукции с 1,7% до 0,006%, т.е. фактически достигнут уровень бездефектного производства. Достижение данного уровня бездефектности дало возможность сертифицировать производство в международной сертификационной компании “VERITAS”.

3. Предложена многофакторная модель оценки эффективности производства в условиях дискретно-нестабильных программ выпуска, внедрены для нее критерии и оценки, позволяющие прогнозировать производительность и себестоимость выпускаемой продукции на стадии технологической подготовки производства.

4. Разработанная технология внедрена на АО «ИнтерАМИ» (г.Харьков). В результате ее внедрения эффективность использования рабочей силы выросла на 31,8%, эффективность использования энергоресурсов выросла на 26,4%, при этом объем производства возрос на 57%. В целом прибыльность производства возросла на 36,2 %, производительность – на 34%, возмещение затрат на 1,7%. Доход предприятия на единицу продукции возрос за счет увеличения прибыльности на 759718 грн, производительности на 629964 грн, возмещения затрат на 129454 грн.

Список литературы: 1. Анисимов П.А., Маричук М.Н. Системы управления качеством продукции: концепция, анализ, синтез. – Кишинев: Штиинца, 1998. – 174с. 2. Балеев В.И. Управление качеством: проблемы, перспективы. Сертификация. - №4. – 2003. – С18-19. 3. Версан В.Г., Сиськов В.И., Дубицкий Л. Г. Интеграция производства и управление качеством продукции. - М.: Изд-во стандартов, 1995.–187 с. 4. Катковник В.Я., Полуэктов В.А. Многомерные дискретные системы управления. - М.: Наука, 1973. – 831 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СОЕДИНЕНИЙ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Захарченко А.Д. (ТРТУ, г. Таганрог, Россия)

The results of experimental and theoretical researches of pin's functions tense condition are presented in this work.

Усталость материала является сложным процессом накопления повреждений под действием повторно-переменных напряжений, необратимых изменений, приводящих к образованию трещин и разрушению конструкции. Элементы конструкции планера ЛА в разной степени подвержены эксплуатационным повреждениям, но свыше чем в 80% случаев усталостные трещины возникают в местах соединения деталей заклепками и болтами, которые являются районами повышенных усталостных нагрузок и местами их сосредоточения [1].

Теоретические исследования [2] деформированного и напряженного состояния пластин с отверстием, заполненных стержнем или болтом показали, что ресурсные характеристики соединения в большой степени зависят от осевого радиального натягов и параметров соединения, определяющих концентрацию напряжений. Получены графические зависимости, показывающие характер распределения напряжений вокруг отверстия в пластине в зависимости от параметров (радиуса отверстия, расстояния от отверстия и величин натяга). Подтверждается вывод о том, что отверстие представляет собой сильнейший концентратор напряжений. С увеличением радиуса отверстия под заклепки или болты напряжения убывают, а непосредственно на границе они достигают максимального значения.

Для принятия решения о способе ремонта повреждений необходимо оценить степень ухудшения функциональных свойств элемента ЛА и планера в целом с учетом возможности развития повреждения.

В настоящее время оценка производится, как правило, на качественном уровне, поскольку средств и методов количественной оценки практически недостаточно разработано. Переход ЛА на эксплуатацию по состоянию, продление ресурсов АТ требует получения в процессе диагностических работ квалитетических данных о физической усталостной повреждаемости элементов планера в объеме, желательно не меньшем, чем при дефектации в процессе капитального ремонта.

Количество заклепок в конфигурации современного лайнера исчисляется миллионами штук, а болтовых соединений – сотнями тысяч. Принципиальное решение такой сложной задачи – статическая минимизация опасных мест соединений и включение их в различные регламенты ТО и Р для осуществления неразрушающего контроля.

Задача повышения надежности и долговечности в заклепочных и болтовых соединениях может быть успешно решена при применении ультразвукового контроля.

В работе проанализированы существующие акустические методы неразрушающего контроля и выбран эхо-метод, благодаря высокой чувствительности и оперативности, отсутствия вредного воздействия на организм человека и окружающую среду, возможности проведения контроля непосредственно на рабочих местах без изменения технологического процесса, низкой стоимости.

Выбраны основные параметры контроля и измерительных систем. Рабочую частоту рекомендуется принимать равной $f = 5$ МГц. Увеличение частоты исследования приводит к повышению уровня реверберационных помех, а уменьшение частоты приводит к уменьшению яркости изображения на экране электроннолучевой трубки и допустимых скоростей сканирования [3].

Мощность импульса ультразвуковых волн также должна быть выбрана с учетом частоты ультразвуковых волн.

Угол ввода волны выбран так, чтобы возбуждались только продольные волны, так как наличие поперечных волн сказывается на расшифровке результата.

Для выявления усталостных трещин, развивающихся в резьбовой части крепежа, проанализированы схемы прозвучивания болтов прямым и наклонным преобразователями при доступе со стороны головки и торца болта. На рис.1 представлены огибающие эхо – сигнала от резьбы с дефектами различной глубины при озвучивании со стороны головки болта.

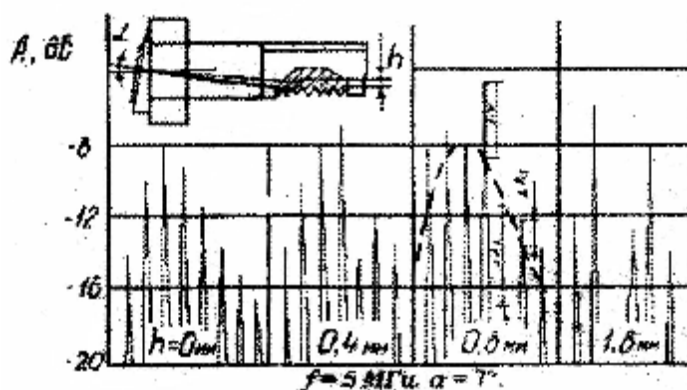


Рис. 1. Огибающие эхо – сигналов от резьбы с дефектами

Наименьшая глубина выявленных трещин составляет 1,5-2,0 мм с прямым преобразователем и 1,0-1,2 мм с наклонным преобразователем.

Оценка величины натяга в заклепочном соединении осуществлялась эхо - методом с помощью совмещенного преобразователя. Большему значению натяга соответствует меньшая величина амплитуды отраженного сигнала.

На рис.2 приведены сравнительные зависимости рассчитываемых амплитуд эхо – сигнала и натягов вокруг заклепочного соединения.

Теоретические исследования влияния внешней нагрузки и условий посадки болта (заклепки) с натягом в отверстие пластин привели к аналитическим зависимостям компонент напряжений. Сжимающее напряжение $\sigma_{\text{с}}$ в пластине пропорционально величине натяга Δ и по границе отверстия рост этих напряжений значительно заметнее. Чем дальше от отверстия, тем меньше напряжения и величина натяга меньше проявляется. Это объяснимо, так как отверстие является сильным концентратором напряжений.

Результаты работы позволяют анализировать характер напряженного состояния пластины с заклепочным соединением и судить о влиянии его на амплитуде эхо-сигналов.

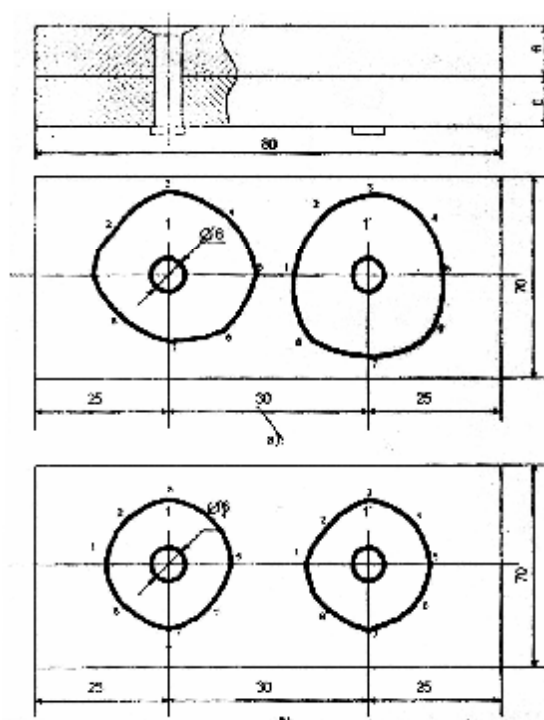


Рис. 2. Распределение амплитуд эхо – сигнала (а) и натяга (б) вокруг заклепочного соединения

Список литературы: 1. Технология выполнения высокоресурсных заклепочных и болтовых соединений в конструкциях самолетов./ А.И. Ярковец, О.С. Сироткин, В.А. Фирсов, И.М. Киселев. – М.: Машиностроение. 1987, 192 с. 2. А.Д. Захарченко, М.С. Абделькадр. Исследование напряженного состояния болтовых (заклепочных) соединений гидросамолетов. Тезисы докладов IV научной конференции по гидроавиации. Геленджик, 5-7 сентября 2002 г., с.38. 3. Абделькадр М.С. Ультразвуковой контроль болтов. Сборник «Динамика, прочность и надежность механических систем.» ТРТУ, Таганрог. 2002г. стр 88 -89. Код рубрики 55.03.14. Дон. в ВИНТИ / 549 – в 2002 г. от 29.03.02.

Несмотря на многочисленные исследования, проблема утилизации полимеров, вышедших из употребления, по-прежнему остается очень острой. В год только Москва производит около 200000 тонн бытовых полимерных отходов, из которых в настоящее время значительная часть вывозится на полигоны ТБО в Московскую область.

Специалистами прогнозируется резкий рост количества полимерных отходов уже в ближайшем будущем за счет отслуживших свой срок пластиковых элементов строительных конструкций. Основную долю среди них составляют сайдинг, полимерные оконные конструкции, отделочные и декоративные материалы и изделия и т.д. Объемы ежегодного производства данных материалов в самой России (помимо экспортируемых) уже в настоящее время составляют сотни тысяч тонн.

Предлагаемая технология, основанная на использовании специализированного оборудования ООО “Полимер-трейд” (г. Орск, Оренбургская обл.), ориентирована на значительное упрощение переработки больших объемов смеси полимерных отходов с получением строительных материалов, которые обладают высокими эстетическими и эксплуатационными показателями. Как показывают сравнительные исследования, черепица из полимерно-минеральной композиции не уступает, а по ряду из показателей превосходит керамическую черепицу лучших зарубежных производителей.

Комплект оборудования предназначен для производства 300 м² полимерпесчаной черепицы в сутки при трехсменной работе. В состав комплекта оборудования входят:

1. Дробилка полимеров (барабанного типа) (Рис.1)
2. Экструзионная машина для регенерации полимера (Рис.2)
3. Агрегат плавления - нагревательный (АПН) (Рис.3)
4. Пресс гидравлический - вертикального типа (Рис.4)
5. Комплект матриц для производства полимерпесчаной черепицы



Рис.1. Дробилка полимеров барабанного типа



Рис.2. Экструзионная машина для регенерации полимера



Рис.3. Агрегат плавления - нагревательный АПН



Рис.4. Пресс гидравлический - вертикального типа

Применяемая технология включает в себя следующие стадии:

1. Дробление полимерных отходов. Полимерные отходы доставляются на приемную площадку в цехе непосредственно с полигона твердых бытовых отходов. Перед дроблением производится простейшая сортировка отобранных отходов, целью которой является обеспечение доли термопластов в общей смеси не менее 50%. Очистка загрязнений не производится.

2. Регенерация полимерных отходов. Дробленные полимерные отходы подаются в экструзионную машину для регенерации полимера. Полиэтиленовая пленка подается без предварительного дробления. В экструдере при интенсивном перемешивании и последовательном нагреве от 90⁰С до 190⁰С выдается непрерывная масса квадратного сечения. Из неё формируют отдельные куски с размерами примерно от 50 до 100 мм, которые для скорейшего остывания помещаются в воду. После предварительного остывания катыши подсушивают и охлаждают на воздухе до комнатной температуры на воздухе.

3. Подготовка минерального наполнителя. Для производства строительных материалов используется обычный силикатный песок, который должен быть подсушен и просеян через сито с размером ячейки 1,5 – 2,5 мм.

4. Дробление регенерированных полимерных отходов. Охлажденные катыши круглой формы дробятся на тех же дробилках, что и исходные полимерные отходы. В итоге получают хлопья размерами не более 1,5-2 см.

5. Получение рабочей смеси. Полученные хлопья регенерированных полимерных отходов смешивают с наполнителем (обычно- силикатный песок) и красителем. Дозирование компонент объемное.

6. Получение горячей массы для прессования. Рабочая смесь подается в плавилино - нагревательный агрегат , где при интенсивном перемешивании она разогревается до 190⁰С и выдается на рычажные весы, на которых отмеряется требуемая масса.

7. Получение готовых изделий методом прессования. Горячая масса подается в нижнюю часть пресс-формы, после чего включается пресс и формируется изделие. Нижняя часть пресс- формы охлаждается водой, верхняя – подогревается тэнами.

8. Финишная обработка готовых изделий. После выемки из пресса изделия выдерживают в течение 20-40 мин. на столе под грузом.

Для производства качественных изделий рекомендуется использовать красители фирмы "Байер". Практически используются – железо-окисловый пигмент, зеленый, желтый и черный красители.

В качестве положительных качеств исследованной технологии можно отметить следующие.

1. Высокие эстетические показатели получаемой продукции. Получаемые изделия имеют гладкую поверхность, не содержащую дефектов в виде раковин, рисок и других неровностей.

2. Невысокие требования к сортировке используемых полимерных отходов. Отбор осуществляется рабочими "на глаз", что является достаточным для получения достаточно высокого качества изделий.

3. Полное отсутствие очистки отходов. Не удаляются бумажные наклейки, не очищаются даже корпуса автомобильных аккумуляторов.

4. Хорошая устойчивость получаемых материалов к внешним климатическим условиям. Образцы не показали признаков разрушения при эксплуатации в течение 10 лет в условиях Среднего и Южного Урала при сезонных колебаниях температуры от - 40⁰С до +40⁰С.

По данной технологии также производится тротуарная плитка, которая не подвергается обледенению в зимнее время.

ОСНОВЫ НОВОЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО И ЯЗЫКОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Краснощекова Г.А. (ТРТУ, г. Таганрог, Россия)

The new educational paradigm of higher education means becoming competence, erudition, the creative beginnings and culture of the person. Fundamentalization of language education we see in training students to the realized formation of competences in foreign language, that in turn will provide qualitative and effective education.

Во всём мире идёт поиск новых систем образования, более демократичных, диверсифицированных и результативных с позиций интересов общества. Новые требования к уровню научной грамотности и образованности в целом диктуются интересами выживания человека как биологического вида и социального субъекта. Стремление преодолеть в образовании профессиональную замкнутость и культурную ограниченность, ориентация на широкообразованную и гармоническую личность характерны для всего мирового сообщества.

В России на фоне глубоких социальных перемен с начала девяностых годов система образования находится в стадии реформирования. Необходимость реформ вызвана, в частности, тем, что в высшей школе по целому ряду направлений образовался существенный разрыв между глобальными потребностями общества и результатами образования: между объективными требованиями времени и общим недостаточным уровнем образованности; между профессиональной ориентацией и потребностью личности в гармоническом удовлетворении разнообразных познавательных интересов; между современными методологическими подходами к развитым наукам и архаическим стилем их преподавания.

Попытки модернизации высшего образования у нас неоднократно предпринимались в шестидесятые и восьмидесятые годы. Однако они не привели к серьезному успеху, поскольку не затрагивали концептуальных оснований системы образования. Все это привело в последние годы к кристаллизации новой образовательной парадигмы, в рамках которой происходит пересмотр ориентиров и приоритетов: с примата прагматических знаний на развитие общей культуры и научных форм мышления; с исторического контекста становления научного знания на современные представления о структуре и целостном содержании системы наук.

Новая образовательная парадигма в России сформировалась постепенно в течение 1990- 1994 г.г. в ходе разработки важнейших направлений реформы высшей школы. Ее основные элементы изложены в руководящих документах Госкомвуза России и в Меморандуме Международного симпозиума ЮНЕСКО "Фундаментальное (естественнонаучное и гуманитарное) университетское образование" 1994 г.). Как следует из этих документов, новая образовательная парадигма в качестве приоритета высшего образования рассматривает ориентацию на интересы личности, адекватные современным тенденциям общественного развития.

Образование можно считать направленным на интересы развития личности, если через него удастся решить следующие задачи:

- гармонизировать отношения человека с природой через освоение современной научной картины мира;
- стимулировать интеллектуальное развитие и обогащение мышления через освоение современных методов научного познания;
- исходя из того, что человек живет в обществе, добиться его успешной социализации через погружение в существующую культурную, в том числе техногенную и компьютеризованную, среду;
- учитывая, что современный человек живет в условиях насыщенной и активной информационной среды, научить человека жить в ее потоке, создать предпосылки и условия для непрерывного самообразования;
- принимая во внимание интегративные тенденции развития науки и техники, потребность в новом уровне научной грамотности, создать условия для приобретения широкого базового образования, позволяющего достаточно быстро переключаться на смежные области профессиональной деятельности.

Необходимым шагом для этого является создание фундаментальных учебных курсов, во многом качественно отличных по структуре и содержанию от традиционных курсов своей направленностью на универсальные и обобщенные знания, на формирование общей культуры и на развитие мышления; их согласование вплоть до образования единых циклов. Коротко говоря, новая образовательная парадигма применительно к высшему образованию подразумевает становление компетентности, эрудиции, творческих начал и культуры личности это именно парадигма образования. В этом состоит ее главное отличительное качество по сравнению с прежней парадигмой, которая в основном была парадигмой обучения, ведущими лозунгами которой были знания, умения, навыки и воспитание.

Следует отметить, что новая парадигма не отменяет прежнюю, она как бы поглощает ставшие привычными приоритеты и провозглашает более высокое качество образования. При этом дело не в терминологических различиях. Изменяются коренные подходы и идеалы системы образования. На смену "обучаемому" как более или менее пассивному объекту образовательного воздействия выдвигается "учащийся" как активный субъект, приобретающий образование. Важнейшим компонентом новой образовательной парадигмы является концепция фундаментализации, которая трактует фундаментальность как категорию качества образования и образованности личности. Исходные вопросы, стимулировавшие разработку данной концепции, можно свести к следующим: является ли достаточным и конструктивным в нынешних условиях понимание термина "фундаментальность" как синонима понятий "основательность", "прочность" и "стабильность" или же его следует понимать более широко[1]. Иными словами, в чем заключается смысл процесса фундаментализации образования; существует ли однозначная связь между рангом соответствующей области научного знания в иерархии наук и статусом учебной дисциплины, построенной на ее основе. Иными словами, можно ли считать, что учебная дисциплина, базирующаяся на фундаментальной науке, автоматически, является фундаментальной и не требует никаких дополнительных преобразований;

- можно ли считать, что фундаментальная компонента (ядро) присутствует в каждой учебной дисциплине и, следовательно, речь идет фактически лишь о выявлении такого содержания и придании ему соответствующего звучания;
- каковы мера и условия, позволяющие отнести то или иное знание к числу фундаментальных ?

В соответствии с предлагаемой концепцией образование может считаться фундаментальным, если оно представляет собой процесс нелинейного взаимодействия человека с интеллектуальной средой, при котором личность воспринимает ее для обогащения собственного внутреннего мира и благодаря этому созревает для умножения потенциала самой среды. Задача фундаментального образования обеспечить оптимальные условия для воспитания гибкого и многогранного научного мышления, различных способов восприятия действительности, создать внутреннюю потребность в саморазвитии и самообразовании на протяжении всей жизни человека.

В качестве основы фундаментализации провозглашается создание такой системы и структуры образования, приоритетом которых являются не прагматические, узкоспециализированные знания, а методологически важные, долгоживущие и инвариантные знания, способствующие целостному восприятию научной картины окружающего мира, интеллектуальному расцвету личности и ее адаптации в быстро изменяющихся социально-экономических и технологических условиях.

Фундаментальное образование реализует единство онтологического и гносеологического аспектов учебной деятельности. Онтологический аспект связан с познанием окружающего мира, гносеологический с освоением методологии и приобретением навыков познания. Фундаментальное образование, являясь инструментом достижения научной компетентности, ориентировано на достижение глубинных, сущностных оснований и связей между разнообразными процессами окружающего мира.

Являясь инструментом достижения высокой эрудиции, оно ориентировано на широкие направления научного знания (естественнонаучные, технические, гуманитарные), охватывающие значительную совокупность близких специализированных областей. В то же время фундаментальное образование предусматривает овладение взаимодополнительными компонентами целостного научного знания. Так, понятие фундаментального естественнонаучного образования включает изучение современной технологической культуры, гуманитарного знания и культурологии, в понятие фундаментального гуманитарного образования включается изучение естествознания и т.д. Фундаментальное образование катализатор творческой свободы, основанной на постижении и критическом восприятии совокупного опыта человеческого познания, на приобретении внутренней уверенности личности в своих возможностях использовать и индивидуально трансформировать этот опыт, создает условия для стимуляции и реализации творческих начал личности.

Как инструмент приобщения к современной интеллектуальной культуре фундаментальное образование способствует достижению качественно нового уровня культуры рационального мышления, который оказывается плодотворным не только для проблем локальной области знания, но и во всей сфере познавательной деятельности.

Уже поэтому фундаментальные знания не могут находиться на периферии информационного массива, механически дополняя его. Фундаментальные знания это стержневые, системообразующие, методологически значимые представления, восходящие к истокам понимания, к первичным сущностям. На этом основании не все учебные дисциплины могут иметь право относиться к фундаментальным, чем однако не умаляется их значимость для становления компетентности личности.

В ходе анализа проблемы целостности фундаментального образования целесообразно выделить три уровня рассмотрения. Первый или высший уровень это целостность всего фундаментального образования как ядро и конечная цель новой образовательной парадигмы. Этот уровень может быть достигнут в ходе длительной

эволюции существующей системы образования, развития взаимодействия естественных, технических и гуманитарных наук, воссоздания идеала целостной культуры. В настоящее время об этом уровне целостности можно говорить лишь как о тенденции, и его достижение возможно в достаточно далекой перспективе.

Вместе с тем необходимо отметить, что становление целостности всего образования невозможно без решения более узких задач обеспечения целостности на втором и третьем уровнях. Эти задачи могут получить решение в ближайшее время, поэтому сегодня им следует уделить самое пристальное внимание.

В.Г.Кинелев говорит о необходимости фундаментализации образования "на основе органического единства его естественнонаучной и гуманитарной составляющих"[2]. Основу фундаментализации образования должны составить фундаментальные научные знания. Впервые концепция фундаментального образования была сформулирована **Гумбольдтом** в начале 19 века и в ней говорилось, что предметом такого образования должны быть те фундаментальные знания, которые именно сегодня открывает фундаментальная наука на своем переднем крае. Однако с течением времени всевозрастающий объем знаний привел к необходимости их адекватного структурирования и отображения в учебных дисциплинах, что в итоге, превратило фундаментальное образование в самостоятельную и важнейшую область интеллектуальной деятельности человека. Одной из наиболее важных задач фундаментализации образования является преодоление исторически возникшего разобщения двух компонент культуры - естественнонаучной и гуманитарной путем их взаимообогащения и поиска оснований целостной культуры на новом этапе развития цивилизации.

Понятие фундаментальности (фундаментализации) образования имеет разнообразное, часто весьма субъективное толкование. Одни авторы понимают ее как более углубленную подготовку по заданному направлению - "образование в глубину"[3]. Такое понимание не без успеха развивалось в рамках традиционной университетской системы образования. Здесь имеются определенные достижения, и задача состоит в их сохранении при многоуровневой системе. Другое понимание - разностороннее гуманитарное и естественнонаучное образование на основе овладения фундаментальными знаниями - "образование вширь"[4]. Последнее является для российских вузов новой, достаточно сложной проблемой прежде всего, необходимо иметь критерий, в соответствии с которым та или иная дисциплина может быть отнесена к разряду фундаментальных. К группе фундаментальных наук следует отнести науки, чьи основные определения, понятия и законы первичны, не являются следствиями других наук, непосредственно отражают, систематизируют, синтезируют в законы и закономерности факты, явления природы или общества.

Выделение набора основных законов и понятий, служащего основой для изучения последующих дисциплин, представляет собой сложную задачу. Этот набор может трансформироваться, поскольку развитие науки изменяет приоритеты между отдельными ее достижениями. Иногда научные открытия в корне меняют наши представления. Поэтому жесткое, незыблемое структурирование здесь практически невозможно. Определяя оптимум фундаментальных понятий в учебной дисциплине, надо учитывать ограниченность времени и психологические трудности восприятия студентами большого объема новых, порою абстрактных понятий и образов. Использование принципа фундаментальности образования не должно сводиться к простому увеличению объемов каждой из фундаментальных естественнонаучных и гуманитарных дисциплин. Речь идет о новых принципах отбора и систематизации знаний, о создании фундаменталь-

ных учебных курсов по каждой из вышеназванных дисциплин и их взаимосогласованности, то есть о качественно новом уровне преподавания.

Фундаментализация – усиление взаимосвязи теоретической и практической подготовки молодого человека к современной жизнедеятельности. Особое значение придается здесь глубокому и системному усвоению научно-теоретических знаний по всем дисциплинам учебного плана образовательной системы, будь то школа или вуз.

Его развитие происходит в основном под влиянием современной государственной образовательной парадигмы (основные тенденции которой: фундаментальность, целостность и ориентация на интересы развития личности обучаемого).

Углубление же технологической и прикладной направленности не может быть беспредельным, т.к. неизбежно натолкнется на естественные ограничения, порожденные отсутствием или недостаточностью фундаментальной базы.

При этом извечном соперничестве между двумя тенденциями развития высшего образования – фундаментализацией и профессионализацией – преимущество отдается первой из них. Ответ на этот вопрос не может быть продиктован только внутренней логикой развития самой системы образования. Причины много глубже и разностороннее, они выходят за рамки собственно системы образования, связывая ее с самыми различными сторонами экономической, социальной и культурной жизни общества.

Существует однако и вторая группа причин, указывающих на необходимость фундаментализации образования. Она обусловлена тем, что развитие мирового сообщества в последние десятилетия все более явно ставит в центр системы образования приоритет формирования человеческой личности. По современным представлениям формирование широкообразованной личности требует решения ряда задач. Во первых, необходимо гармонизировать отношения человека с природой через знакомство с современной естественно-научной картиной мира, проблемами биосферы и Вселенной в целом, уяснить место человека в природе и на этой основе решить проблемы экологии и более шире – ноосферы. Во-вторых, нужно исходить из того, что человек живет в обществе, и для его гармонической социализации необходимо погружение в существующую культурную среду через освоение истории, права, культурологии, экономики, философии. В-третьих, современный человек живет в условиях насыщенной информационной среды, и задача системы образования – научить его жить в ее потоке, создать предпосылки и условия непрерывного самообразования. Наконец, в-четвертых личность должна находиться в комфорте сама с собой, что требует определенных знаний в области психологии, физиологии и знакомства со сферой литературы и искусства.

Таким образом, необходимость решения как глобальных проблем человечества, так и обеспечение насущных потребностей личности приводит нас к идее фундаментализации образования.

Поэтому перед учеными и педагогами сегодня стоит кардинальная задача – выявить целостность каждой из фундаментальных наук, затем выявить целостность всего естествознания и всего гуманитарного знания, и, наконец, на следующем этапе создать основу целостного фундаментального образования.

Переход к новой образовательной концепции, в основе которой лежит фундаментализация образования, признается всеми вполне назревшим, однако, определение путей этого перехода требует обсуждения и осмысления.

Фундаментализация языкового образования.

Говоря о проблеме фундаментализации профессионального образования за счет углубленного изучения классических гуманитарных дисциплин: философии, истории, иностранного языка, следует сказать, что в настоящее время востребованность россий-

ских специалистов необычайно велика, но узкая направленность технических вузов не позволяет влиять на формирование мировоззрения их выпускников. Если рассматривать эту проблему с точки зрения освоения и использования иностранного языка российскими студентами и выпускниками вузов, то никогда еще этот вопрос не стоял столь остро, как теперь. С выходом России на мировой рынок стало очевидно, что некомпетентность и беспомощность в знании иностранного языка российскими специалистами в значительной мере тормозит международную интеграцию отечественной науки и производства. Но каких-то кардинальных изменений в процессе перехода изучения иностранных языков в вузах на качественно новую ступень пока не наблюдается, и бессмысленная зубрежка иностранных текстов советской эпохи вперемежку с бесконечными упражнениями по грамматике все также преобладает в методике преподавания иностранных языков в неязыковых вузах. Конечно, недостаточное количество часов, отводимых на изучение иностранного языка, а также недостаточность материальной базы и технических средств оказывают в данном случае решающее значение. Но также хорошо известно, что от того, насколько компетентен как педагог и как знаток иностранного языка сам преподаватель вуза, зависит и качество преподавания, и уровень заинтересованности в изучении иностранного языка со стороны студентов. От кафедры иностранных языков, ее преподавателей существенно зависит то, будет ли проведена модернизация высшей школы в области гуманитарных дисциплин формально или она выступит активным субъектом этого процесса.

Необходимость глобальных перемен в системе образования осознается самими студентами, которые выдвигают одним из главных условий качественного образования профессиональное самосовершенствование уже с первых лет обучения в вузе, эта идея прослеживается в научных исследованиях и диссертациях последних лет.

Говоря о модернизации высшего образования в области гуманитарных дисциплин, интересно отметить следующий факт: студенты неязыковых специальностей почувствовали необходимость и важность серьезного изучения иностранных языков, причем требования к этой дисциплине и ее преподавателям, как показывают анкетные данные, выглядят следующим образом:

- Обязательное использование информационных технологий.
- Применение новых и интересных методик.
- Замена старых учебников новыми с творческими, развивающими заданиями разговорного характера.
- Увеличение доли аудиторных занятий.
- Наличие преподавателей, имеющих высший профессиональный уровень, владеющих разговорной речью и умеющих ей научить студентов, и обладающих определенными положительными личностными качествами.

Все перечисленные требования вполне соответствуют концепции фундаментализации, которая определяет творческий, обоюдно-развивающий характер обучения как критерий качества и успеха образовательного процесса. Так как учебный процесс представляет собой единый организм, в котором неосвоенный студентами или непонятый ими раздел учебной дисциплины ведет к сбою всей системы, преподаватель обязан совершенствоваться сам и совершенствовать уровень преподавания предмета так, чтобы каждый студент был втянут в этот процесс. Создавая устойчивую динамическую систему, при которой студент поэтапно осваивает вначале несложные разделы по иностранному языку, увязывает их с дальнейшим более сложным материалом, повторяя этот же материал, как бы по «спирали» применяя освоенные знания на занятиях на следующем этапе осознанно и с увлечением.

За два года изучения иностранного языка в вузе (170 аудиторных и 170 часов самостоятельной работы) студенты осваивают объем специальной лексики и грамматики, намного превосходящий курс школьной программы, имеющей в своем запасе около 600 часов только аудиторной работы. Так как все студенты I курса на первом занятии по иностранному языку отвечают на вопросы «теста на входе», включающем в себя основные разделы грамматики и лексики курса школьной программы, становится возможным представить себе уровень подготовки среднестатистического выпускника по иностранному языку. Результаты, мягко говоря, удручающие: средний балл не превышает по иностранному языку -2,5. Только действительно совершенно новая, направленная на развитие познавательной, творческой мотивации, методика способна совершить переворот в учебной деятельности студентов. И положительная тенденция в сторону осознанного овладения языком уже начинает намечаться.

Возвращаясь к особенностям переходного периода в освоении новой методики обучения иностранным языкам, можно добавить следующее. Только при условии четкого соблюдения системности во всех аспектах процесса изучения языков можно будет ожидать не только устойчивости в полученных результатах, но и дальнейшего роста качества знаний. Системный подход относительно изучения иностранного языка в неязыковом вузе имеет по своей сути поэтапную и постоянную отработку специальных терминов, постепенный переход на терминологические словосочетания, тексты по специальности, а затем, превосходно выучив и отработав в различных ситуациях лексический и грамматический минимум, выступления на конференциях с докладами на иностранном языке по теме научных исследований и даже защита дипломного проекта на иностранном языке.

Так как учебные планы нынешнего поколения не предусматривают увеличения аудиторных часов на изучение иностранного языка, то выходом из сложившейся ситуации может служить перевод части часов на самостоятельную работу дома или в библиотеке. Этот вид работы будет иметь положительный эффект только при наличии тесного контакта ведущего преподавателя и студента, преподаватель, зная уровень подготовки каждого студента, определяет по степени сложности конкретное задание для каждого, систематически контролируя его.

Определяющим фактором в системе приобретения знаний является хороший учебник, разработанный и апробированный конкретным преподавателем, работающим в этом же вузе по методике, принятой в этом вузе и зарекомендовавший себя с положительной стороны по нескольким параметрам. В связи с тем, что в процессе изучения иностранного языка должны развиваться такие умения как понимание, разговорная речь, чтение и письмо, то, безусловно, хорошим учебником будет тот, который способствует формированию и закреплению всех перечисленных умений.

Еще в XVII в. великим педагогом-гуманистом Я.А. Коменским была дана четкая характеристика учителю, энергично ведущего наступление против варварства и невежества. Однако до настоящего времени, несмотря на многочисленные научные и методические работы, посвященные определению деятельности педагога, все еще недостаточно превосходных учителей. Помимо вышеперечисленных обязательных требований к технологии обучения иностранным языкам, личность преподавателя, вооруженного передовой методикой есть краеугольный камень учебного процесса. «Превосходные качества педагогов, ориентация учеников на творчество в учебе, наличие времени для самостоятельной работы и самообразования - вот неперемennые условия успеха» [5]. Относительно требований, предъявляемых к преподавателю иностранного языка необходимо уточнить, что помимо всего перечисленного, он должен владеть иностран-

ным языком не просто на высоком профессиональном уровне, но и разбираться в специфике вуза, т.е. знать особенности будущей профессии и набор необходимых терминов. Как уже было сказано, кафедра есть главный структурный и системообразующий элемент образовательного процесса и только тогда, когда все частицы этого элемента работают слажено, по выработанной и хорошо зарекомендовавшей себя методике, можно ожидать положительных результатов по выполнению всех функций кафедры и рост качества знаний студентов.

Фундаментализацию языкового образования мы видим в обучении студентов осознанному владению компетенциями по иностранному языку, что в свою очередь обеспечит качественное и эффективное обучение. Необходимо заложить прочный фундамент у студентов из знаний, сформировать необходимые умения и навыки, которые в дальнейшем помогут студентам в приобретении новых на последующих уровнях. Фундаментализацию в обучении иностранным языкам необходимо начинать с филологизации, с формирования лингвистической компетенции, что бы на основе систематических лингвистических знаний студенты на всех образовательных уровнях смогли сформировать другие компоненты коммуникативной компетенции. Без прочных знаний грамматики, лексики студенты не смогут правильно строить свои высказывания.

Таким образом, рассматривая обучение иностранным языкам с позиции концепции фундаментализации языкового образования, следует представить традиционную и инновационную парадигмы следующим образом:

Таблица 1

Традиционная парадигма	Инновационная парадигма (Фундаментализация образования)
1. Знаниецентричная модель обучения.	1. Компетентностная модель обучения.
2. Подготовка студентов для будущей жизни.	2. Научение жить «здесь и теперь», не причиняя неудобства другим.
3. Ориентация обучения на запоминание.	3. Ориентация обучения на мышление.
4. Обучение иностранному языку путем механического заучивания речевых образцов.	4. Обучение системе языка.
5. Цель обучения: приобретение знаний.	5. Цель обучения: саморазвитие и самосовершенствование.
6. Использование в обучении методов репетиции, воспроизведения.	6. Использование активных методов обучения.
7. Обучение чтению и переводу.	7. Взаимосвязанное обучение всем видам речевой деятельности.
8. Традиционная технология обучения и оценки.	8. Модульная технология обучения и оценки.
9. Ориентация на аудиторную работу студентов.	9. Ориентация на самостоятельную работу студентов.
10. Изучение иностранного языка как изолированной лингвистической дисциплины	10. Изменение статуса иностранного языка в университетском образовании, превращение в реальное средство интеркультурной коммуникации

Список литературы 1. Ильин Г. От педагогической парадигмы к образовательной / Г. Ильин // Высшее образование в России. - 2000. - № 1. - С. 64-69; Фундаментализация образования // <http://scholar.urfu.ac.ru/courses>. **2.** Кинелев В.Г. Университетское образование: его настоящее и будущее // Магистр. - 1995. - № 3. - С. 1-9. **3.** Лаврушина Е.Г. Информатизация общества и проблемы образования // <http://www.vvsu.ru/niirpo/conf/2001octob/coll/74.asp>. **4.** Рыжова Н.И. Развитие методической системы фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в предметной области: Дис....д-ра пед. наук/ Н.И. Рыжова. - СПб, 2000 и др. **5.** Турченко В.Н. Стратегия устойчивого развития образования // <http://www.edu.nsu.ru/~nlpkpro/izdaniya/simposium/turchenko.htm>

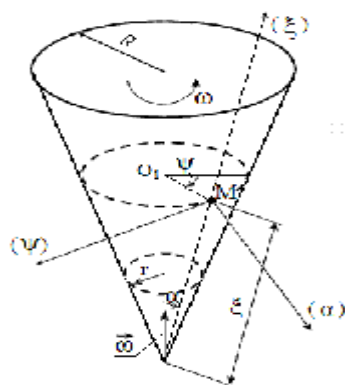
ВОСХОДЯЩЕЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЁРДЫХ ЧАСТИЦ НА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

В.Б. Малеев, А.С. Парфенюк, В.В. Журба, А.А. Кудрявцев, А.В. Чубенко
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Differential equations are composed to describe the relative motion of solid particles of society's waste and coals, at their classification through a conic surface in the centrifugal field.

Проблема и её связь с научными или практическими задачами. В последние годы в Украине значительно обострилась проблема твёрдых бытовых отходов (ТБО) в связи с непрерывным возрастанием их объёмов, исчисляемых десятками миллионов кубометров, почти полным отсутствием переработки и уже накопленными запасами самых разнообразных ТБО на многочисленных полигонах и неконтролируемых свалках.

Одна из главных трудностей создания предприятий по переработке ТБО – разделение или классификация отходов с получением разных фракций, относительно однородных по морфологическому составу и крупности. Эту задачу в современных условиях нашего государства предстоит решать в основном техническими средствами, поскольку сортировка ТБО населением ведётся в весьма ограниченных масштабах и существенного изменения ситуации в ближайшие годы в этом плане ожидать не приходится.



В связи с этим всё более актуальны разработки и исследования в области создания техники и технологии для классификации твёрдых отходов. Одним из направлений повышения эффективности классификации является комплексное воздействие на твёрдые частицы и куски сырья (отходов) нескольких физических факторов разделения.

Процесс классификации в центробежном поле влажных твёрдых бытовых отходов и углей в значительной мере определяется относительным движением частиц по конической просеивающей поверхности. При этом необходимо получить условия, обеспечивающие восходящее движение

ный метод решения частиц по внутренней

Рис.1. Подвижная сферическая система координат надрешётной частицы

частицы и изыскать рациональные уравнения движения твёрдых поверхности вращающегося ро-

тора.

Анализ исследований и публикаций. Известный специалист в области обогащения полезных ископаемых Ф.Н. Булгаков [1-3] рассматривал процессы классификации влажных углей без учёта времени пребывания надreshётной частицы на просеивающей поверхности, не исследовал движение этой частицы в зарешётном пространстве, не определял скорости частиц при массовом движении их по просеивающей поверхности ротора и т.д.

Постановка задачи. Целью данной работы является составление дифференциальных уравнений для описания восходящего движения частицы твёрдых бытовых отходов или угля на наклонной вращающейся поверхности.

Изложение материала и результаты. Рассмотрим движение отдельной материальной точки (частицы) по внутренней поверхности кругового конуса, вращающегося вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω (рис. 1).

Считаем, как и в работе [4], координатными линиями, отвечающими координатам ψ и α будут окружности с центрами в точках O и O_1 соответственно. Координатная линия, отвечающая координате ξ , совпадает с образующей конуса. На рис. 1 изображены координатные оси (касательные к координатным линиям в данной точке M) ξ , ψ и α , образующие друг с другом прямые углы. Таким образом введена жёстко связанная с корпусом сферическая система обобщённых координат ξ , ψ и α .

Как следует из [5], проекции скорости $\dot{\mathbf{V}}$ и ускорения $\dot{\mathbf{a}}$ точки M на оси выбранной координатной системы:

$$\begin{aligned} V_{\xi} &= \dot{\xi}; \quad V_{\psi} = \dot{\psi} \cdot O_1M = \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha; \quad V_{\alpha} = \dot{\alpha} \cdot \xi; \\ a_{\xi} &= \ddot{\xi} - \xi \cdot \dot{\alpha}^2 - \xi \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin^2 \alpha; \\ a_{\psi} &= \frac{1}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\psi} \cdot \sin^2 \alpha); \\ a_{\alpha} &= \frac{1}{\xi} \left[\frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\alpha}) - \xi^2 \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right]. \end{aligned}$$

С учётом того, что при движении точки по поверхности конуса её координата α остаётся неизменной ($\alpha = \text{const}$) и производная по времени от неё тождественно равна нулю ($\dot{\alpha} = 0$), приведенные зависимости можно представить в виде:

$$V_{\xi} = \dot{\xi}; \quad V_{\psi} = \dot{\psi} \cdot O_1M = \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha; \quad V_{\alpha} = 0, \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{\xi} &= \ddot{\xi} - \xi \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin^2 \alpha; \\ a_{\psi} &= \frac{1}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\psi} \cdot \sin^2 \alpha); \\ a_{\alpha} &= -\xi^2 \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Известно, что движение материальной точки в неинерциальной системе отсчёта (вращающийся конус) описывается векторным уравнением [6]:

$$m \cdot \ddot{\mathbf{r}} = \sum \mathbf{F}_a + \mathbf{F}_{пер}^{ин} + \mathbf{F}_{кор}^{ин}, \quad (3)$$

где m – масса частицы, принятой за материальную точку;
 $\sum \mathbf{F}_a$ – геометрическая сумма активных сил и реакций связей;
 $\mathbf{F}_{пер}^{ин}$ – переносная сила инерции;
 $\mathbf{F}_{кор}^{ин}$ – кориолисова сила инерции.

Все силы, входящие в правую часть уравнения, а также проекции скорости и ускорения частицы на координатные оси показаны на рис. 2.

Величина переносной силы инерции:

$$F_{пер}^{ин} = m \cdot a_{пер} = m \cdot \omega^2 \cdot O_1M = m \cdot \omega^2 \xi \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

Кориолисову силу инерции удобно представить в виде двух составляющих, что подтверждается следующими преобразованиями:

$$\mathbf{F}_{кор}^{ин} = -m \cdot \ddot{\mathbf{a}}_{кор} = -m \cdot 2(\dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{V}_{отн}) = -2m\dot{\boldsymbol{\omega}} \times (\mathbf{V}_{\xi} + \mathbf{V}_{\psi}) = -2m\dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{V}_{\xi} - 2m\dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{V}_{\psi}$$

здесь $\dot{\boldsymbol{\omega}}$ – вектор угловой скорости конуса;
 $\mathbf{V}_{\xi}$ и $\mathbf{V}_{\psi}$ – соответственно составляющие относительной скорости частицы по направлениям координатных осей ξ и ψ .

С учётом выражений (1) модули обеих составляющих кориолисовой силы инерции:

$$\begin{aligned} F_{кор\xi}^{ин} &= 2m \cdot \omega \cdot \dot{\xi} \cdot \sin \alpha, \\ F_{кор\psi}^{ин} &= 2m \cdot \omega \cdot \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha. \end{aligned} \quad (5)$$

Сила сопротивления движению (кулоново трение) направлена противоположно вектору относительной скорости, т.е.:

$$\mathbf{F}_{тр} = -f \cdot N \frac{\mathbf{V}_{отн}}{V_{отн}}, \quad (6)$$

где f – коэффициент трения;
 N – величина нормального давления;

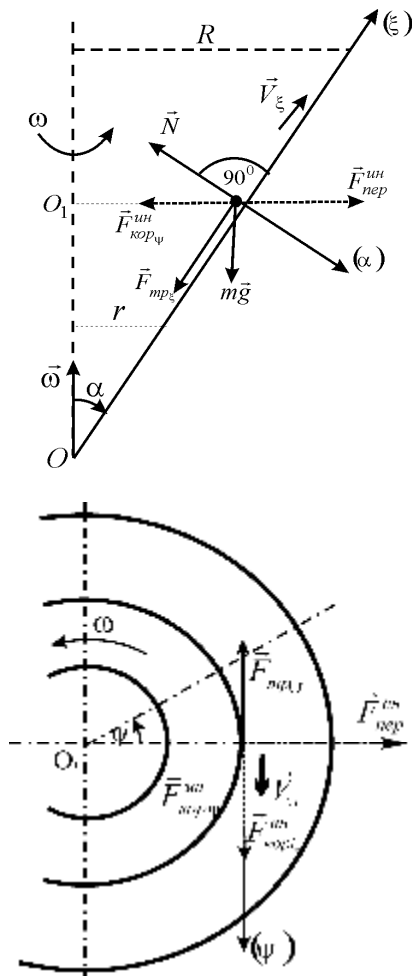


Рис. 2. Схема приложенных к частице сил

$\frac{\vec{V}_{отн}}{V_{отн}}$ - единичный вектор (орт) касательной к траектории относительного движения точки.

Из рисунка 3, на котором изображено положение силы трения по отношению к координатным осям ξ и ψ , видно:

$$\begin{aligned}\sin \beta &= \frac{\psi \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{V_{отн}} = \frac{\psi \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ \cos \beta &= \frac{\xi}{V_{отн}} = \frac{\xi}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}.\end{aligned}\quad (7)$$

Отсюда следует, что проекции силы трения на координатные оси будут определяться как:

$$\begin{aligned}F_{mp\xi} &= -f \cdot N \cdot \cos \beta = -f \cdot N \frac{\xi}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ F_{mp\psi} &= -f \cdot N \cdot \sin \beta = -f \cdot N \frac{\psi \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}.\end{aligned}\quad (8)$$

Проектируя векторное уравнение (3) на оси ξ , ψ и α с учётом выражений (2), (4), (5) и (6) получим:

$$\left. \begin{aligned}m(\ddot{\xi} - \dot{\xi}^2 \cdot \chi \cdot \sin^2 \alpha) &= -m(g \cdot \cos \alpha + \omega^2 \xi \cdot \sin^2 \alpha - 2\omega \chi \dot{\xi} \cdot \sin^2 \alpha) - \frac{\dot{\xi} \cdot f \cdot N}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ \frac{m}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt}(\psi \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha) &= 2m\omega \dot{\xi} \cdot \sin \alpha - f \cdot N \frac{\psi \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\xi^2 + \psi^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ -m\xi \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha &= m(g \sin \alpha + \omega^2 \xi \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 2\omega \xi \dot{\psi} \sin \alpha \cdot \cos \alpha) - N.\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Последнее уравнение системы (9) позволяет определить нормальную реакцию конуса:

$$N = mg \cdot \sin \alpha + m\xi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha (\omega^2 - 2\omega \dot{\psi} + \dot{\psi}^2) = m(g \cdot \sin \alpha + \xi(\omega - \dot{\psi})^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha) \quad (10)$$

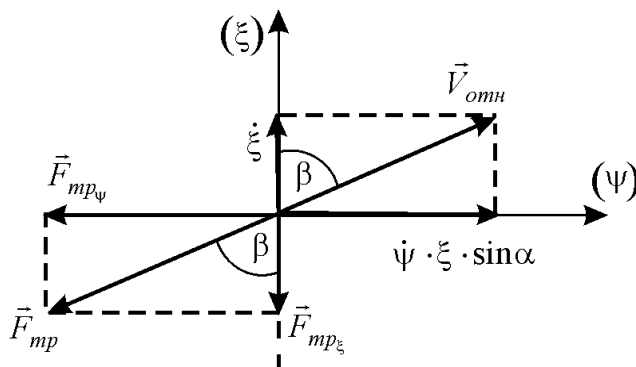


Рис. 3. Разложение силы трения по координатным осям

Подставив выражение (10) в оставшиеся уравнения (9), после преобразования, получим систему (11) двух нелинейных дифференциальных уравнений относительного движения надрешётной частицы твёрдых бытовых отходов или угля по внутренней поверхности вращающегося конуса.

Полученная система уравнений имеет смысл для описания восходящего движения твёрдых частиц.

$$\left. \begin{aligned} & \dot{x}^2 - x \cdot \sin^2 a \cdot (\omega - \dot{x})^2 + f \left[g \cdot \sin a + x (\omega - \dot{x})^2 \cdot \sin a \cdot \cos a \right] \times \\ & \quad \times \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \omega^2 x^2 \sin a}} + g \cdot \cos a = 0, \\ & \dot{\psi} - 2 \frac{\dot{\xi}}{\xi} (\omega - \dot{\psi}) + f \left[g \cdot \sin \alpha + \xi (\omega - \dot{\psi})^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right] \cdot \frac{\dot{\psi}}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \xi^2 \sin \alpha}} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

По уравнениям (11) построены графики изменения проекций скорости и ускорения частицы на подвижные оси (рис.4).

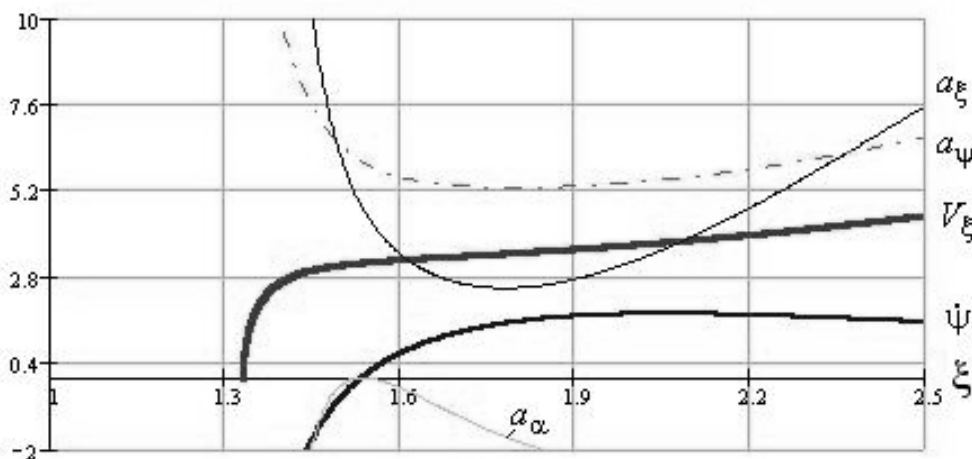


Рис. 4. Проекция скорости и ускорения твёрдой частицы на подвижные оси

Выводы и направление дальнейших исследований. Анализ результатов проведенных теоретических исследований позволяет сделать вывод о целесообразности разделения твёрдых бытовых отходов и углей на вращающейся наклонной поверхности путём создания восходящих потоков надрешётных частиц.

Предметом дальнейших исследований является установление влияния начальных условий и коэффициента трения на режимы движения твёрдой частицы.

Список литературы: 1. В.В. Журба, Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин, Л.Н. Горохова Баллистическое обогащение полезных ископаемых // Обогащение полезных ископаемых, Выпуск 35, 1985 2. Ф.Н. Булгаков Некоторые вопросы теории центробежного струйного грохота. Труды Донецкого индустриального института, том XXIX, 1959 3. Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин Классификация углей в центробежном поле // Сб. «Обогащение полезных ископаемых», Техніка, К., 1972 4. Малеев В.Б., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Журба В.В., Кудрявцев А.А. Условия движения твердых частиц твердых промышленных и бытовых отходов через щели сепараторов. Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XII международной научно-технической конференции в г.Севастополе 12-17 сентября 2005г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ,

2005, т.4. – с.211-215 5. Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье Курс теоретической механики. Том 1. Госиздат технико-теоретической литературы, К., 1957.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ КЕРУВАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИМИ КОЛИВАННЯМИ ШЛІФУВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ВРІЗНОМУ БЕЗЦЕНТРОВОМУ ШЛІФУВАННІ

Марчук В.І., Лапченко Ю.С. (ЛДТУ, м. Луцьк, Україна)

The management of a dynamic structure of process of grinding by a modification of parameters of an elastic system of the machine tool in many cases allows to increase productivity and quality of processing. For a solution of a problem of a directed managing modification damper of performances of an elastic system of the concrete machine tool effective on our sight there is an approach, which essence consists that in an elastic system a spindle-grinding the circle is entered the element with optimized for concrete conditions grinding by parameters is elastic - damping. The use is elastic - damping of an element with the optimum beforehand designed parameters allows goal-seekingly to operate an elastic system under the attitude up to different external and not always of inspected effects.

Аналіз та дослідження отриманої загальної математичної моделі процесу круглого врізного шліфування (рис. 1), в поєднанні з відомими науково-технічними підходами до проблеми технологічного забезпечення якості шліфованих поверхонь, що знайшли своє віддзеркалення в роботах Новосьолова Ю.К. [1], Михелькевича В.М. [2], Якімова О.В. [3], Надачина В.Б. [4], Ящерицина П.І. [5] дозволили зробити висновок, що поряд з використанням адаптивних систем керування для забезпечення необхідних параметрів мікрорельєфу і потрібних властивостей поверхневого шару доцільне використання додаткових конструкторсько-технологічних заходів шляхом зміни параметрів пружної системи шліфування.

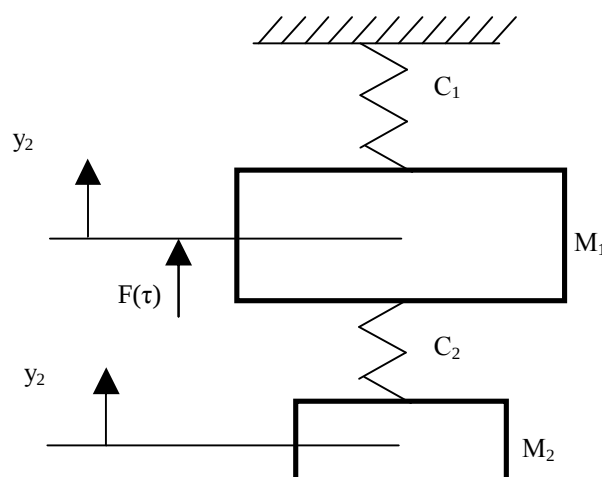


Рис. 1. Розрахункова схема динамічного гасіння коливань (M_1 - маса пружної системи, приведена до місця встановлення шліфувального круга; C_1 - приведена жорсткість; M_2 і C_2 - відповідно додаткова маса і жорсткість пружного елементу).

Керування динамічною структурою процесу шліфування шляхом зміни параметрів пружної системи верстата в багатьох випадках дозволяє підвищити продуктивність і якість обробки. В роботі [1] доведено, що на хвилястість шліфованих поверхонь значний вплив має хвилястість шліфувального круга, яка залежить від умов правки та шліфування, а також від параметрів динамічної системи процесу шліфування. Для керування хвилястістю інструмента і оброблюваної поверхні автор пропонує ряд ефективних способів серед яких: періодична зміна приведеної маси системи “заготовка-центри”; використання набору оправок рівної жорсткості, але різної маси; використання моментів змінної жорсткості; створення додаткових коливань системи “заготовка-центри”. Перераховані способи прийнятні для умов круглого шліфування деталей в центрах. Для умов безцентрового врізного шліфування їх використання з відомих причин є проблематичним.

Для вирішення проблеми направленої керуючої зміни демпфуючих характеристик пружної системи конкретного верстата ефективним на наш погляд є підхід [3], суть якого полягає в тому, що в пружну систему шпиндель-шліфувальний круг вводиться пружно-демпфуючий елемент з оптимізованими для конкретних умов шліфування параметрами. Застосування пружно-демпфуючого елемента з оптимальними наперед розрахованими параметрами дозволяє цілеспрямовано керувати пружною системою по відношенню до різних зовнішніх і не завжди контрольованих впливів таких, наприклад, як зміна ріжучих властивостей шліфувального круга або оброблюваної поверхні; силові; теплові, зміна режимів обробки, зменшення діаметра круга після правок тощо, а також шляхом зсуву коливань пружної системи шліфувального верстата в більш стійку зону.

Амплітуду коливань в технологічній системі можна зменшити за рахунок динамічних гасників коливань, шляхом введення в пружну систему демпфуючих елементів з наперед розрахованими параметрами і введення між шпинделем і кругом пружно-демпфуючих елементів з анізотропною жорсткістю в різних перетинах.

Запропонований спосіб заснований на гасінні коливань активної ланки технологічної системи за рахунок динамічних гасників коливань. Для гасіння коливань в пружну систему вводять додаткову масу на пружному елементі. Пристрій для динамічного гасіння коливань є системою з двох мас, що знаходиться під дією збурюючої сили, обумовленої, наприклад, процесом переривчастого шліфування і прикладеної до маси M_1 (рис. 1).

Для визначення коливань системи з динамічним гасником імпульсна дія сили на пружну систему при переривчастому шліфуванні з частотою збурення $f > 500$ Гц може бути апроксимована простою гармонійною функцією часу (рис. 2)

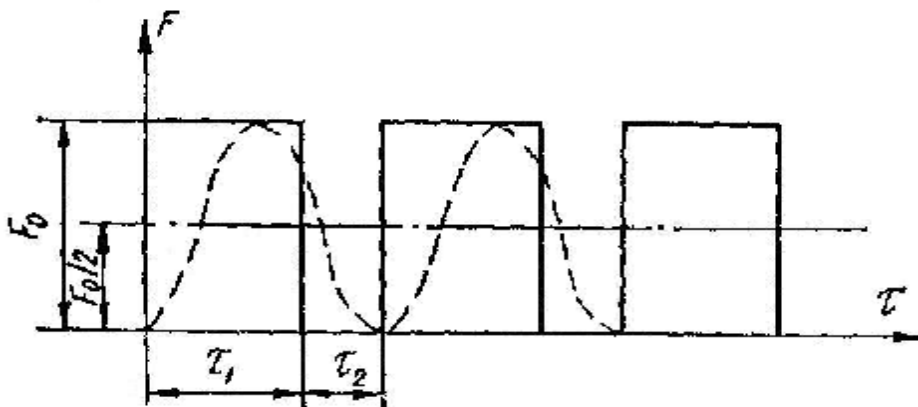


Рис. 2. Апроксимація імпульсної функції збурення гармонійною функцією.

$$F(\tau) = \frac{F_0}{2} \sin \omega \tau, \quad (1)$$

де $\omega = \frac{2\pi}{\tau_1 + \tau_2}$.

Рух системи описується диференціальними рівняннями

$$M_1 \ddot{y}_1 + (C_1 + C_2)y_1 - C_2 y_2 = \frac{F_0}{2} \sin \omega \tau; \quad (2)$$

$$M_2 \ddot{y}_2 + C_2(y_2 - y_1) = 0. \quad (3)$$

Приймаючи рішення цієї системи у вигляді

$$y_1 = A \sin \omega \tau; y_2 = B \sin \omega \tau, \quad (4)$$

одержуємо:

$$\begin{aligned} -M_1 \omega^2 A + (C_1 + C_2)A - C_2 B &= \frac{F_0}{2}; \\ -M_2 \omega^2 B + C_2(B - A) &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

З останньої системи рівнянь знаходимо вираз для амплітудного значення координати y_1 , яка описує рух пружної системи:

$$A = \frac{F_0(C_2 - M_2 \omega^2)}{2[(C_2 - M_2 \omega^2)(C_1 + C_2 - M_1 \omega^2) - C_2^2]}. \quad (6)$$

Звідси витікає, що при виконанні умови

$$C_2 = M_2 \omega^2 \quad (7)$$

коливання пружної системи, які відповідають координаті y_1 , повністю відсутні.

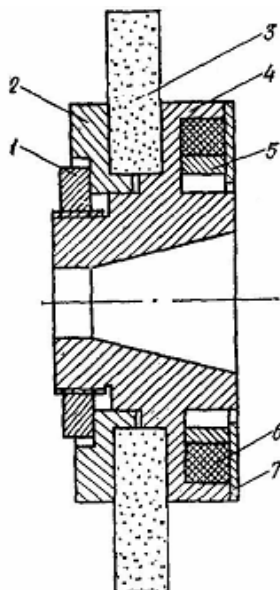


Рис. 3. Пристрій для динамічного гасіння коливань в процесі шліфування

Пристрій для динамічного гасіння коливань зображений на рис. 3. У корпусі оправки 4, на яку кріпиться шліфувальний круг 3 за допомогою кільця 2 і гайки 1, розміщується додаткова маса 5 з пружним елементом 6. В якості пружного елемента застосовується гума або поліуретан. Осьові коливання додаткової маси обмежені кільцевим фланцем 7. Маса додаткового вантажу M_2 і радіальна жорсткість пружного елемента C_2 , на якому він розміщений, взаємопов'язані. При відомій масі додаткового вантажу M_2 можна визначити жорсткість пружного елемента.

Використання динамічних гасників доцільне тільки при суворій постійності частоти збуджуючої сили. Інакше вони можуть здійснювати шкідливий вплив. Для зменшення цього впливу в систему динамічного гасника вводять пружний елемент, який забезпечує в'язке тертя. Це дозволяє використовувати гасник в достатньо широкому діапазоні частот.

Найбільш ефективно використання динамічних гасників в процесі переривчастого шліфування. Використання описаного способу для динамічного гасіння коливань в адаптивній системі шліфування внутрішніх кілець роликотідшипників дозволило на 60% знизити амплітуду вимушених коливань і тим самим зменшити на 50% значення висотних параметрів хвилястості доріжок кочення.

Список літератури: 1. Новоселов Ю.К., Гатаркин Е.Ю. Обеспечение стабильности точности деталей при шлифовании. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1988. – 128с. 2. Михелькевич В.Н. Автоматическое управление шлифованием. – М.: Машиностроение, 1975. – 304 с. 3. Якимов А.В. и др. Управление процессом шлифования. – К.: Техніка, 1983. – 184 с. 4. Надачин В.Б. Волнистость плоской поверхности, шлифованной прерывистыми кругами, и управление ее параметрами: Автореферат диссертации к.т.н. – Одесса, 1986. – 185 с. 5. Ящерицин П.И. Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства шлифованных деталей. – Минск: наука и техника, 1971. – 212 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ ДВОЗАХВАНТИХ ПРИСТРОЇВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ РТК

Павленко І.І., Мажара В.А. (КНТУ, Кіровоград, Україна)

In the given clause the labour productivity of double-ended changer of industrial robots on the position of auxiliary contrivances is considered. The general is classification of auxiliary devices and the structure of their time maintenance by their robots has been considered.

Впровадженню промислових роботів у виробництво в складі РТК повинен передувати комплексний техніко-технологічний, організаційно-економічний і соціальний аналіз. Результати цього аналізу дозволяють визначити найбільш доцільні місця роботизації, послідовність проведення цих робіт, форми і засоби їх виконання і т.д. При цьому необхідно враховувати характер виробництва, його технічний рівень, здобутий досвід у проведенні робіт по механізації та автоматизації, кадрове забезпечення і т.п. Все це вказує на необхідність детального обґрунтування приймаємих рішень на етапах створення, впровадження і експлуатації роботів. Одними з таких питань є час (продук-

тивність) виконання роботою розвантаження і завантаження верстатів, від якого в значній мірі залежить ефективність роботизації.

Застосування двозахватних виконань значно підвищує продуктивність роботи РТК в цілому. Дослідженню продуктивності роботи РТК, що обслуговується однозахватним та двозахватним промисловим роботом і присвячена дана стаття.

Для порівняльної оцінки спочатку розглянемо продуктивність РТК, що обслуговується одноруким однозахватним роботом (на прикладі робота “Бриг – 10”), який розміщений на підлозі перед верстатом. В якості верстату використовується найбільш розповсюджена модель токарного верстату 16K20ФЗС32. Допоміжні пристрої виконані у вигляді подавального і приймального пристроїв, що розміщені перед верстатом і забезпечують можливість взяття заготовки з однієї позиції і встановлення обробленої деталі в одну позицію приймального пристрою.

На основі прийнятих умов будови РТК, складаємо розрахунково – компоновальну схему, (рис. 1) на якій позначені координати позицій транспортованих деталей. Схема рухів такого робота з однією рукою і одним захватом показана на рис. 2. Всі рухи позначені безперервними лініями із стрілками вказують на те, що вони виконуються при зупиненому верстаті. Таким чином знаючи послідовність рухів визначаємо їх величину, а відповідно час роботи робота по завантаженню і розвантаженню верстата.

Таким чином із розрахунково – компоновальної схеми, згідно характеристик робота “Бриг – 10” визначаються необхідні величини переміщень:

- горизонтальні переміщення (у всіх кутових положеннях руки) $Y_1 - Y_0 = 0,5\text{м}$;
- вертикальні переміщення $X_2 - X_1 = X_2 - X_3 = 0,1\text{м}$;
- локальні переміщення повзуна по виведенню (введенню) деталі із патрона $Z_{\text{л}} - Z_2 = 0,06\text{м}$;
- кутові повороти руки $j_1 = j_2 = 90^\circ$;

Середні значення швидкості рухів робота “Бриг – 10” з врахуванням затримок на включення рухів слідуючі:

- горизонтальні переміщення – $0,3\text{ м/с}$;
- вертикальні переміщення – $0,15\text{ м/с}$;
- локальне переміщення повзуна – $0,2\text{ м/с}$;
- обертання руки – 40 град/с .

По встановлених даних визначено час руху:

- горизонтальний $t_z = 0,5 / 0,3 = 1,66\text{с}$;

- вертикальний $t_g = 0,1 / 0,15 = 0,66\text{с}$;

- повзуна $t_n = 0,06 / 0,2 = 0,3\text{с}$;

- обертання руки на 90° $t_o = 90 / 40 = 1,5\text{с}$.

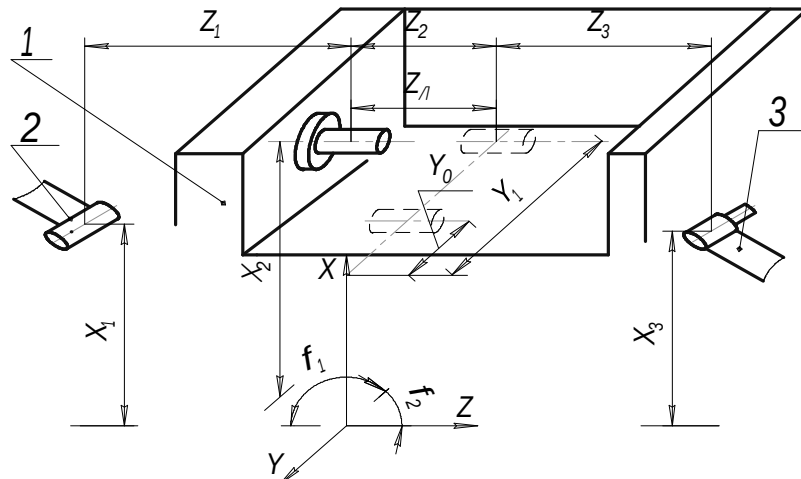


Рис. 1. Розрахунково – компоувальна схема РТК
1 – верстат; 2 – подавальний пристрій; 3 – приймальний пристрій;

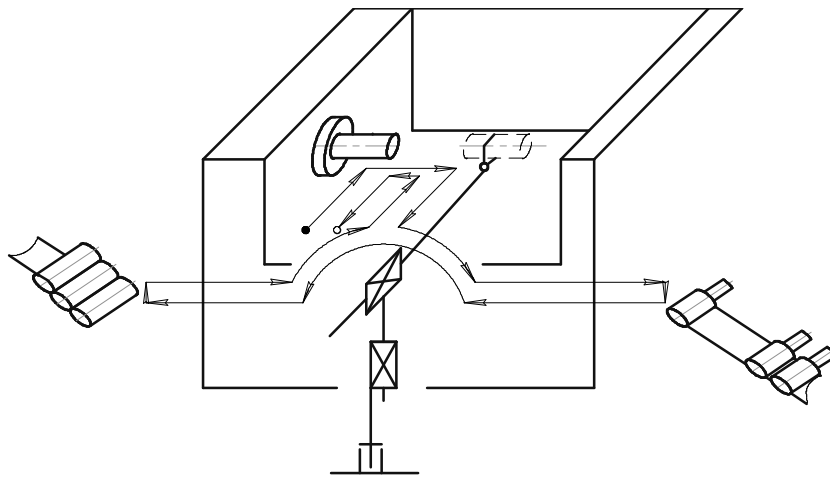


Рис. 2. Схема рухів однорукого однозахватного робота по завантаженню і розвантаженню верстату

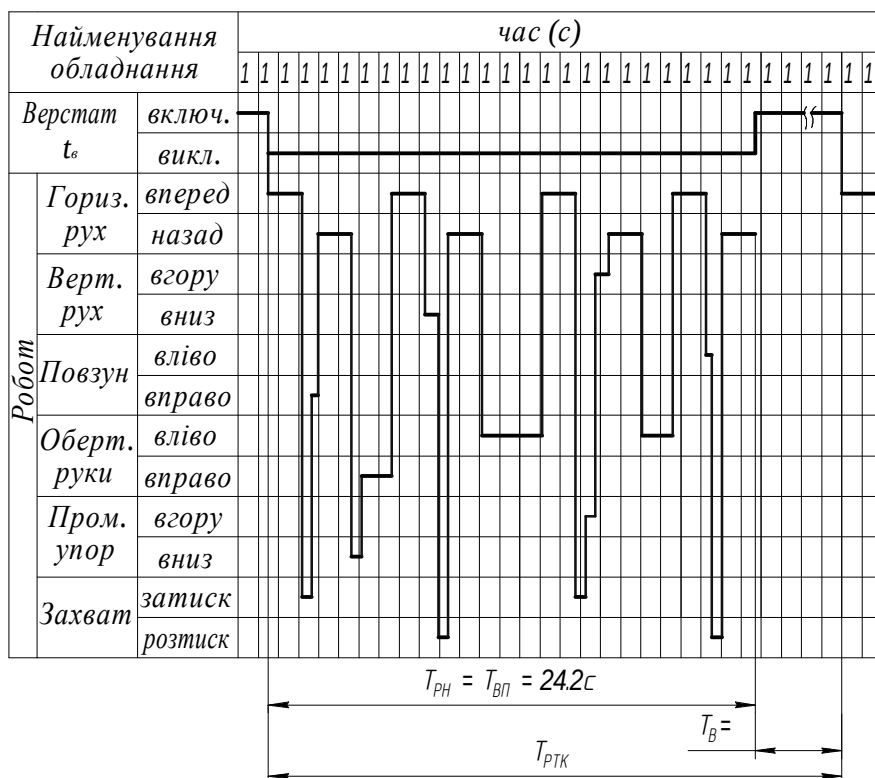


Рис. 3. Циклограма роботи токарного РТК обслуговуваного роботом з однією рукою і одним захватом

При здійсненні оберткових рухів необхідно враховувати додатковий час на виведення проміжного упора, який по практичним даним роботи робота складає 1с. Цей час враховується тільки при обертанні руки від позиції верстату до позиції приймального пристрою. Час роботи захвату по затиску і розтиску складає 0,5с. На основі отриманих даних будуємо циклограму роботи РТК (рис. 3). При побудові цієї циклограми час роботи верстату прийнятий більшим за час роботи робота. Детально по цьому питанню нижче.

Для роботизованого комплексу з двозахватним роботом, схема рухів по розвантаженню та завантаженню токарного верстату наведена на рис. 4. На даній схемі, також, безперервною лінією показані рухи, які виконуються при зупиненому верстаті, а пунктирною – при працюючому. В схему даного робота додатково включений двозахватний пристрій, який має механізм зміни захватів місцями (МЗЗМ), який забезпечує даний рух за 1 с. Враховуючи те, що всі інші геометричні і кінематичні характеристики рухів робота такі ж як і в попередньому варіанті, тому на їх основі будуємо циклограму для даного РТК (рис. 5).

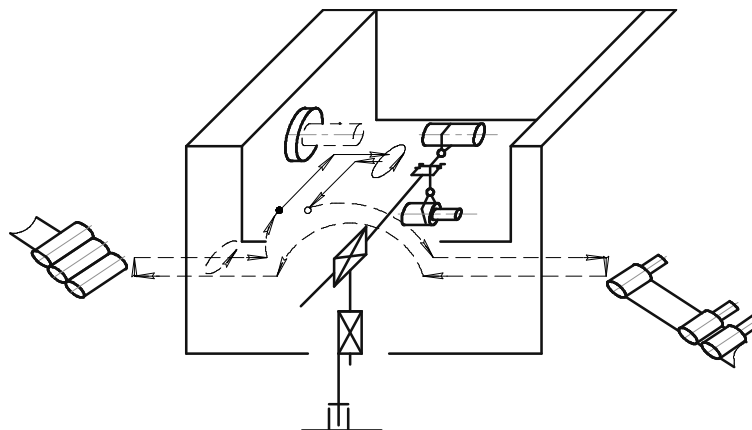


Рис. 4. Схема рухів однорукого двозахватного робота по завантаженню і розвантаженню верстату

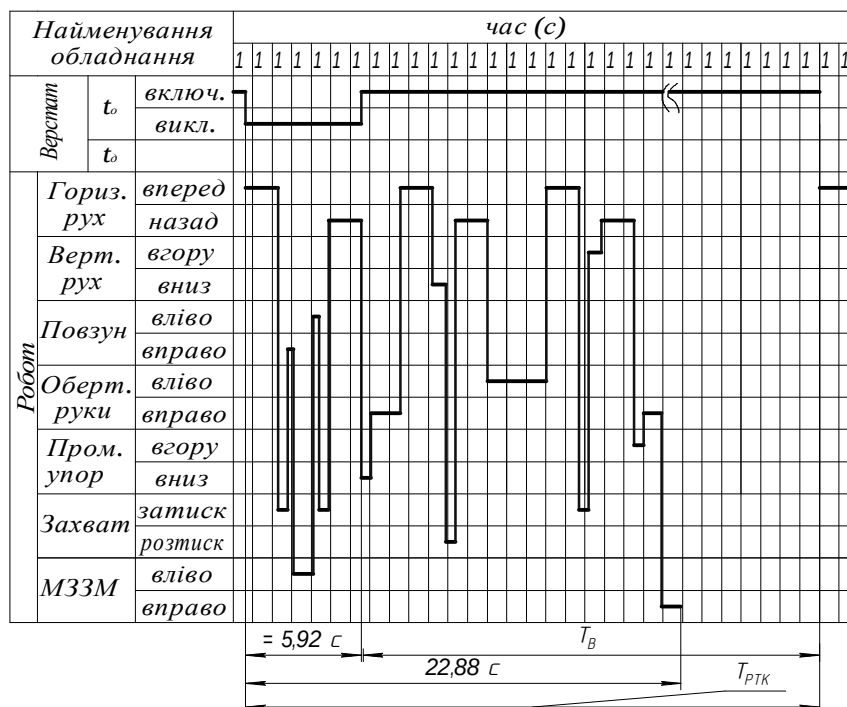


Рис. 5. Циклограма роботи токарного РТК обслуговуваного роботом з однією рукою і двома захватами

Порівнюючи дані вищенаведених циклограм отримуємо висновок, що використання двозахватного робота, в порівнянні з однозахватним роботом, дозволяє скоротити простоювання верстату під завантаженням і розвантаженням майже в 4 рази:

$$\frac{24.2}{5.92} = 4.08 \text{ рази}$$

Цей результат досягнуто за рахунок того, що при використанні двозахватних пристроїв, основна частина рухів робота по розвантаженню та завантаженню верстату відбувається під час роботи верстату. Отримана величина скорочення простою верстату

може дещо зменшуватися від технічних характеристик використовуваних роботів та даних розрахунково – компоновальних схем РТК. Значно більшим буде простоювання верстату при збільшенні відстані між позиціями приймального і подавального пристроїв по відношенню до робочої позиції верстату та промислового робота. Це особливо характерно для порталних роботів, якщо приймальний і подавальний пристрої розміщені по різні сторони від верстату. При таких умовах, скорочення простою верстата може бути у 6 – 10 разів.

При побудові циклограм та порівнянні отриманих результатів прийнята умова, що час роботи верстату (T_B) включає в себе основний час (t_o), безпосередньо пов'язаний з обробкою деталі, та допоміжний час (T_d), який включає витрати часу на машинно – допоміжний час по підведенню та відведенню ріжучого інструменту (t_{pi}), час на затискання (розтискання) деталі пристроєм верстату (t_{np}), час на відкриття і закриття огороження робочої зони верстату (t_{bo}). Останні дві складові часу можуть повністю, або в значній мірі, перекриватися роботою робота і верстату. Таким чином, в час простоювання верстату, що пов'язаний з роботою робота, додатково необхідно ще включити час t_{pi} . Це час, що витрачається на відведення ріжучого інструменту для забезпечення можливості зміни захватів місцями безпосередньо в робочій зоні верстату. Величина цього часу значною мірою залежить від конструктивного виконання двозахватного пристрою, та габаритних розмірів деталі.

Виконавши порівняльний аналіз продуктивності РТК побудованого на основі токарного верстату з ЧПК 16K20Ф3С32 та промислового робота “Бриг – 10” з однозахватним та двозахватним пристроями можна зробити висновок, що використання двозахватного пристрою дозволяє скоротити час простою верстату під розвантаження і завантаження в 3-6 раз. При використанні порталних роботів та двозахватних пристроїв, з розміщенням допоміжних пристроїв з торців верстату, скорочення простою верстату може бути до 6 – 8 разів. Таким чином використання двозахватних промислових роботів в роботизованих комплексах, в порівнянні з однорукими однозахватними роботами дозволяє значно підвищити продуктивність роботи РТК, а відповідно його економічну ефективність.

Література: 1. Павленко І.І. Структура промислових роботів. — Кіровоград.: КІСМ, 1998. — 100с. 2. Павленко І.І., Мажара В.А. Структура продуктивності верстатних роботизованих комплексів // Збірник наукових праць. – Вип. 17 – Краматорськ: ДДМА, 2005. – С. 131 – 137. 3. Павленко І.І., Мажара В.А. Кінематична структура двозахватних пристроїв промислових роботів // Збірник наукових праць КНТУ. – Вип. 17 – Кіровоград: КНТУ, 2006. – С. 278 – 282.

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ – ПЕРВООЧЕРЕДНАЯ ЗАДАЧА ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Парфенюк А.С. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Становится всё более очевидным, что понимание общественностью разных государств процессов, происходящих в биосфере Земли, запаздывает в массовом сознании на полтора – два десятилетия, и прогнозы по преодолению экологических проблем

оказываются более оптимистичными, чем наступающая реальность глобального экологического кризиса. Ситуация ухудшается быстрее, чем удаётся предпринять какие-либо стабилизирующие локальные и тем более согласованные международные действия. Несмотря на отдельные успехи, человечество, как в конце 20 века, так и в 21-м веке, продолжает демонстрировать свою несостоятельность не только в изменении ситуации во взаимоотношениях с природой к лучшему, но даже в осознании быстро надвигающейся экологической катастрофы. Робкие надежды на то, что всё как-то само собой благополучно разрешится, ни на чём не основаны. Тенденции таковы, что более реальным является пессимистический прогноз и уже в ближайшие два-три десятилетия процессы деградации природы могут стать необратимыми, и, к сожалению, наступит быстрый закат нынешней человеческой цивилизации.

В подтверждение реальности развития кризисной ситуации и на основе оценок специалистов можно привести ряд весьма показательных данных, характеризующих современный уровень антропогенного влияния на биосферу планеты.

1. За последние полвека вредные техногенные газопылевые выбросы в атмосферу увеличились в 20 раз и превысили суммарные выбросы от вулканической деятельности планеты. Рост средней температуры Земли за этот же период составил 0,6 °С, а размеры озоновой дыры достигли значения в 28 млн.км², что соответствует трем территориям США.

2. Более четверти поверхности мирового океана покрыто углеводородной пленкой, в результате чего биопродуктивность океана снизилась на 15-25 %, а между тем мировой океан является источником кислорода, 70 % которого выделяют морские водоросли.

3. Энергозатраты человечества удваиваются примерно каждые 27 лет и за столетие они возросли в 12 раз. Это, возможно, является одной из причин глобального потепления.

4. Биомассы планеты, необходимой для пропитания человечества, хватит не более чем для 10 миллиардов человек. Этот рубеж численности народонаселения, прогнозируется к 2020 году.

5. Ежегодно превращается в пустыню до 10 млн. га плодородных земель и ещё 20 млн. га теряют половину своей продуктивности.

6. За последние полвека в 5 раз увеличилось количество жителей крупных промышленных городов и индустриальных мегаполисов и сейчас в них проживает более 3 млрд. человек, т.е. половина населения планеты. Такие темпы урбанизации резко изменяют среду обитания человека и создают многочисленные серьезные проблемы и не только экологические.

7. За последние 40 лет ежегодный ущерб от стихийных бедствий, связанных с изменениями природной среды, возрос в 9 раз и достиг 150 млрд. долларов, а число пострадавших превысило 4 млрд. человек.

Озоновые дыры, парниковый эффект, кислотные дожди, загрязнение вод и почвы химическими соединениями, тяжелыми металлами, быстрая урбанизация, образование и рассеивание опасных токсинов, гигантское накопление твердых промышленных и бытовых отходов (о чем будет сказано ниже) – все это опасные проявления техногенных воздействий, ведущих к деградации природной среды и ухудшению качества жизни на всей планете.

В ряду экологических проблем проблема твердых отходов является одной из наиболее серьезных. Она обусловлена многими негативными факторами и пока не находит эффективных решений по ряду причин, среди которых следует выделить низкий

уровень культуры потребления и экологических знаний населения, недостаточное законодательное обеспечение вопросов экологической безопасности и весьма ограниченный выбор эффективных технологий переработки твёрдых промышленных и ещё в большей степени бытовых отходов.

Проблема твердых бытовых отходов не решена даже в развитых странах и техника и особенно технологии переработки отходов еще далеки от требований экологической и экономической эффективности. Нужно заметить, что они существенно более сложные и дорогостоящие, чем традиционные промышленные технологии переработки относительно однородных сырьевых масс.

Особо остры проблемы экологии в индустриальных мегаполисах, к которым относится и Донбасс – общепризнанная зона экологического бедствия. Здесь на 4 % территории при 10 % населения сконцентрировано более 1/3 всего промышленного потенциала Украины и огромное количество твердых промбытотходов.

В Украине по состоянию на 1 января 2005 года общие объёмы накопления отходов, по экспертным оценкам, превысили 32 млрд. тонн. Под твердыми промбытотходами занято более 200 тыс. га, и это один из самых высоких показателей в мире. Особенности структуры образования отходов в Украине из-за сырьевой ориентации экономики – это доминирование в составе горнопромышленных отходов (88 %, из которых почти половина содержит более 20 % органики).

По данным Министерства промышленной политики самый большой объём отходов образуется на предприятиях горно-металлургического комплекса, где годовые объёмы их образования достигают более 100 млн. тонн. Преимущественное генерирование отходов на предприятиях трех областей: Донецкой (33 %), Днепропетровской (21 %) и Луганской (13 %).

При относительно высокой зольности шламов углеобогащения (по Украине 74,4 %), отдельные фабрики отправляют в отвалы шламы с зольностью 65 % и ниже. Т.е. ежегодно в отвалы попадает до 40 млн.т отходов обогащения угля, в состав которых входит 25-40 % горючих веществ. Это соответствует 10 млн.т угля ежегодно.

Таким образом, острая необходимость разработки экологически безопасных технологий и оборудования для переработки твёрдых бытовых и промышленных отходов в Украине обусловлена растущим ущербом окружающей среде в связи с быстрым накоплением отходов на городских свалках, нарастанием вредного воздействия скопленных отходов из-за их самовозгорания, образования фильтратов, опасности эпидемий и т.д. С другой стороны огромные количества твёрдых отходов содержат ценные компоненты, которые пригодны для вторичного использования.

Ясно, что наиболее распространенный метод подход к ТБО – вывоз на полигоны и свалки – не решает проблемы и не устраняет загрязнения атмосферы, почвы, грунтовых вод и отчуждения значительных территорий. Другой способ – сжигание отходов – более затратный, так как требует применения дорогостоящего оборудования по очистке дымовых газов.

Эффективным и рентабельным направлением в решении проблемы промбытотходов в Донецкой области может стать термолизно-энергетическая рекуперация отходов (ТЭРО) в камерных печах коксохимических заводов, что позволит в наиболее сжатые сроки выйти на высокую производительность промышленных установок, поскольку создание отдельных автономных крупномасштабных производств по переработке отходов требует значительных инвестиционных ресурсов. Кроме того, модернизация действующих коксохимических производств с целью переработки отходов позволит снизить объёмы инвестиционных средств и срок окупаемости инвестиций.

Основа метода ТЭРО – термолиз органической части смесей промбытотходов. Это главная стадия переработки, которая протекает в герметических камерах наклонных термолизных печей и представляет управляемый процесс термической деструкции исходного сырья с образованием твердого топлива и летучих веществ в виде парогазовых и жидких углеродистых продуктов. Технология позволяет использовать многие проверенные в коксохимии технические решения, что на 30-40% снижает капитальные затраты и повышает термический КПД перерабатывающих агрегатов, минимизирует газопылевые выбросы в атмосферу и уменьшает их токсичность в сравнении со всеми известными технологиями. Все оборудование для метода ТЭРО может быть изготовлено в Украине.

Высокая управляемость и гибкость технологии ТЭРО достигается за счет использования нескольких управляемых факторов: температурного режима, давления прессования, предварительного измельчения сырья, цикличности загрузки, скорости продвижения рабочей массы в агрегатах и прочее.

Высокий уровень использования энергохимического потенциала отходов достигается путем созданием полного цикла глубокой переработки смесей отходов с получением полезных продуктов и энергии: термолизного газа, жидких углеводородов, твердого топлива, электроэнергии и сырья для строительных материалов.

Метод ТЭРО так же обеспечивает социальный эффект. Изготовление оборудования, машин, агрегатов и конструкций промышленного комплекса для переработки отходов на отечественных машиностроительных и огнеупорных заводах способствует созданию рабочих мест.

В итоге можно заключить, что в Донецкой области возможно эффективное промышленное использование углеродистых промбытотходов посредством ТЭРО и это может стать прибыльным вариантом вложения инвестиций:

- во-первых, существующие накопления промышленных и бытовых отходов являются многокомпонентной сырьевой базой для получения полезных химических продуктов, энергоносителей и строительных материалов;
- во-вторых, имеется возможность путем модернизации задействовать имеющиеся промышленные мощности и производственный персонал ряда коксохимических предприятий;
- в-третьих, наличие значимой научной базы в виде теоретических и экспериментальных разработок в направлении ТЭРО создают хорошие предпосылки для их внедрения.

Постановка технологии ТЭРО на промышленный уровень позволит получить экологический, экономический и социальный эффект.

Список литературы: 1. Парфенюк А.С., Антонюк А.А., Топоров А.А. Альтернативное решение проблемы твердых бытовых отходов в Украине// Экологии и ресурсосбережение.- 2002.-№4.-с.36-41 2. Парфенюк А.С. Топоров А.А. Босенко О.В. Освоение технологии термолизно-энергетической переработки н коксохимическизх заводах – ключ к решению экологических проблем твердых углеродистых промбытотходов на Украине// Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Том1. Донецк: ООО «Лебедь», 2004.-286с.

ВМОНТОВАНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД ЧУТЛИВИЙ ДО НАВАНТАЖЕННЯ

Поліщук Л.К., Пурдик В.П., Адлер О.О.
(ВНТУ, м. Вінниця, Україна)

Develop new construction of hydraulic motor-drum with control valve, which can be used in transporting devices of agricultural machines. Offered the construction of control valve.

Вступ. Робочі органи сільськогосподарських машин, зокрема, транспортери, в різних умовах технологічного циклу можуть сприймати навантаження, величина яких коливається в значних межах. Наприклад, конвеєри бортоукладальної машини [1,2] під час розвантаження коренеплодів в бункерний пристрій з автотранспорту зупиняються і після його завантаження здійснюється повторний запуск привода.

Під час пуску навантаження зростає в декілька разів порівняно з номінальним. В електромеханічному приводі в такому випадку може трапитись поломка, а в гідравлічному – спрацює запобіжний клапан гідросистеми.

Розв'язком цієї проблеми може бути використання в гідравлічному приводі двох гідромоторів, які приводять в рух передавальний механізм.

Мета роботи. Розробка конструктивної схеми вмонтованого привода з керуючим пристроєм, що дозволяє вмикати другий гідродвигун при значному збільшенні навантаження на транспортуючому органі. Встановлення співвідношень параметрів керуючого пристрою для забезпечення заданого закону роботи гідросистеми.

Основний зміст роботи. Запропоновано конструктивну схему мотор-барабана, який використовується як приводний пристрій стрічкового конвеєра буртоукладальної машини (рис.1).

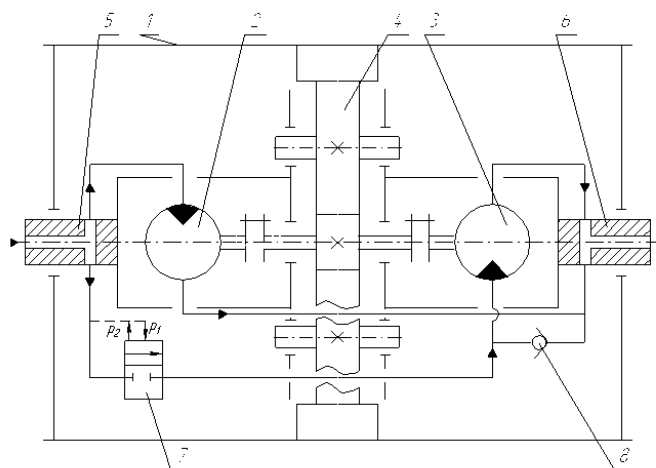


Рис. 1. Конструктивна схема мотор-барабана з клапаном керування

В корпусі 1 барабана розміщено привод, який містить гідродвигуни 2 та 3, вали яких жорстко з'єднані з валом ведучої шестерні передавального механізму 4, що встановлений в опорному елементі на двох напівосях 5 та 6. В напіввісях передбачено

осьові отвори, через які здійснюється підведення та відведення робочої рідини до гідродвигунів. Клапан керування 7 при номінальному навантаженні закритий, тому гідромотор 3 працює вхолосту. При збільшенні навантаження понад номінальне значення клапан 7 підключає гідромотор 3 до напірної магістралі, моменти обох двигунів в разі, коли робочі об'єми їх рівні, додаються, а частота обертання зменшується вдвічі.

Вмикання гідродвигуна 3 здійснюється клапаном керування 7, який має релейну функцію з двома стійкими положеннями (увімкнено – вимкнено). Керування вмиканням гідродвигуна 3 здійснюється наступним чином. Якщо тиск на вході в гідросистему, що визначається навантаженням на приводі, не перевищує тиску налагодження клапана керування p_1 , то робоча рідина поступає в двигун 2. Клапан керування при цьому вимкнений, вхід гідродвигуна 3 з'єднано зі зливом через зворотній клапан 8. При підвищенні навантаження, коли тиск на вході гідросистеми досягає значень $p_{вх}=p_1$, то клапан керування відкривається і гідродвигун 3 під'єднується паралельно гідродвигуну 2. В результаті чого момент максимально збільшується, а швидкість обертання – зменшується.

При зниженні навантаження нижче певного рівня, система керування автоматично відмикає гідродвигун 3. Для того, щоб гідропривід працював усталено, без вібрацій, навантаження, при якому відбувається вмикання гідродвигуна 3, повинно бути дещо більше навантаження при якому гідродвигун 3 вимикається. Співвідношення цих величин визначається коефіцієнтом запасу K_3 :

$$K_3=M_1/M_2, \quad (1)$$

де M_1 , M_2 – значення навантажень, при яких відбувається вмикання і вимикання гідродвигуна 3.

При вмиканні гідродвигуна 3 сумарний робочий об'єм гідродвигунів ступінчасто збільшується, що викликає зниження тиску на вході гідросистеми. Так як положення клапана керування визначається величиною вхідного тиску, то розрахунок тисків вмикання і вимикання гідродвигуна 3 необхідно виконувати з врахуванням зміни сумарного робочого об'єму гідродвигунів в момент перемикавання клапана.

В експериментальному гідроприводі клапан керування налагоджувався на тиск відкриття $p^*=12,0$ МПа, який дещо нижче тиску налагодження запобіжного клапана гідросистеми $p_3=12,5$ МПа. Таке значення тисків забезпечує надійне вмикання гідродвигуна 3 при підході гідросистеми до обмеження за тиском (а отже і за потужністю).

Значення навантаження при якому здійснюється вмикання і вимикання гідродвигуна 3 M_1 і M_2 можуть бути визначені за залежностями

$$M_1=(1/2\pi)p_1^* \cdot q_1 \cdot \eta_{гм2} \cdot \eta_{пр}; \quad (2)$$

$$M_2=(1/2\pi)(q_1\eta_{гм1}+ q_2\eta_{гм2}) \cdot p_2^* \cdot \eta_{пр}, \quad (3)$$

де p_1^* і p_2^* – тиски на вході гідросистеми, при яких відбувається відкриття і закриття клапана керування, МПа; q_1 і q_2 – робочі об'єми гідродвигунів 2 і 3, см³/об; $\eta_{гм1}$ і $\eta_{гм2}$ – гідромеханічний ККД гідродвигунів 2 і 3; $\eta_{пр}$ – ККД механічної частини привода.

Тиск на вході гідросистеми при якому гідродвигун 3 повинен вимикатися, визначиться із залежностей (2) та (3) з врахуванням (1)

$$p_2^*=(1/K_3) \cdot p_1^* \cdot q_1 \cdot \eta_{гм1} \cdot \eta_{гм2} \cdot (1/q_1\eta_{гм1}+q_2\eta_{гм2}) \quad (4)$$

Розраховане за формулою (4) значення тиску вимикання для експериментального гідропривода складає $p_2^*=3,8\text{МПа}$, при цьому коефіцієнт запаса $K_3=1,25$, а тиск вимикання гідромотора з $p_1=12,0\text{МПа}$. Для усталеної роботи привода характеристика клапана керування повинна мати вид, що наведено на рис. 2.

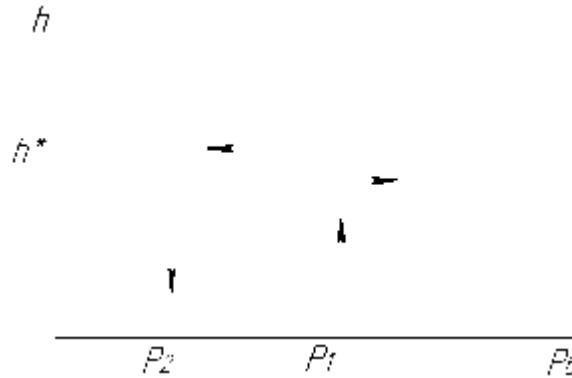


Рис. 2. Залежність величини відкриття клапана керування від тиску на вході гідросистеми

Така залежність відкриття клапана від тиску на його вході забезпечується відповідною конструкцією. На рис. 3 наведена конструкція однокаскадного клапана, розрахунок якого полягає у виборі співвідношень діаметрів d_1 , d_2 , що забезпечують задану характеристику клапана.

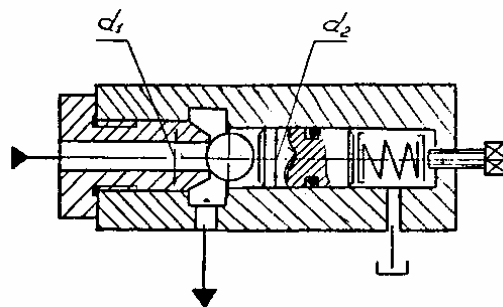


Рис. 3. Конструктивна схема однокаскадного клапана керування

Рівняння рівноваги сил, що діють на плунжер однокаскадного клапана, який знаходиться в стані рівноваги має вид:

$$f_1 p_1 + (f_2 - f_1) \cdot p_2 - c h_{no} - (c - c_{гд}) \cdot h_n - F_{тр} = 0 \quad (5)$$

де p_1 , p_2 – тиск на вході і виході клапана, $c h_{no}$ – сила попереднього стиснення пружини; c – жорсткість пружини, $c_{гд}$ – гідродинамічна жорсткість; h – величина переміщення плунжера, $F_{тр}$ – тертя в парі плунжер-корпус, $f_1 = \pi d_1^2 / 4$, $f_2 = \pi d_2^2 / 4$.

Для моменту відкриття клапана рівняння (5) набуде вигляду

$$f_1 p_1^* + (f_2 - f_1) \cdot p_2^* - c h_{no} - F_{тр1} = 0, \quad (6)$$

а для моменту закриття

$$f_2 \cdot p_2 - c h_{no} - c h_n^* - F_{тр2} = 0. \quad (7)$$

Тиск на вході гідродвигуна 3 при закритому керуючому 2 і відкритому зворотному 8 клапані $p_2=(0,1-0,3)$ МПа. Тертя в плунжерній парі зі стандартним ущільнюючим елементом відрізняється при відкритті і закритті клапана, оскільки гумове кільце знаходиться під різним перепадом тисків $F_{TP1}=20$ Н, $F_{TP2}=30$ Н. Максимальний хід плунжера клапана $h^*=3,5$ мм. Вибір пружини клапана може бути виконаний з умови отримання необхідного попереднього зусилля на плунжері і величини робочого ходу не менше 3,5 мм. В експериментальному зразку жорсткість пружини рівна $c=7 \cdot 10^4$ Н/м. З рівнянь (6) і (7) можна визначити значення площ f_1 і f_2 однокаскадного клапана. В експериментальному зразку $f_1=0,39 \cdot 10^{-4}$ м², діаметр отвору $d_1=7$ мм, а плунжера – $d_2=13$ мм.

Висновок: Встановлено, що розроблена конструктивна схема гідравлічного вмонтованого приводу з клапаном керування може бути використана у приводах транспортуючих пристроїв з частою зміною величини технологічного навантаження.

Наведено конструкцію клапана керування, який забезпечує необхідний закон зміни тиску в гідросистемі привода.

Встановлено співвідношення конструктивних параметрів клапана для усталеної роботи привода.

Список літератури: 1. Поліщук Л.К., Іскович-Лотоцький Р.Д., Коцюбівський Р.П. Гідрофіксація транспортних засобів буртоукладальних машин, // Вібрації в техніці і технологіях, Всеукраїнський науково-технічний журнал, Вінниця, ВГАУ, 2002-№5(26). 2. Новиков Е.Е., Пономарчук А.Ф., Полищук Л.К. О применении гидродвигателей в приводах транспортирующих устройств // Республиканский межведомственный сборник «Гидропривод и гидропневмоавтоматика», – К., 1987. – Вып. 23 – С. 119-122.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА “TRIM” ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

*Топоров А.А., *Третьяков П.В., **Матюшин В.А., **Крюков И.Э., *Худошин А.А.,
*Снегирь А.В., *Боровлев В.Н.
(*ДонНТУ, **СпецТек, г.Донецк, г.Санкт-Петербург, Украина, Россия)

Possibilities of the program complex “TRIM” (EAM system) upon decision of the tasks to provide the safety and efficiency of the technological manufactures are considered. The methods of the decision of the task and the effect obtained in result are described.

На современном этапе развития, среди прочих, к любому технологическому производству предъявляется ряд требований - снижение выбросов, обеспечение безопасности, как на производстве, так и на примыкающих территориях, мониторинг состояния оборудования предприятия и экологической обстановки, переход от существующих систем ремонтов на «ремонты по текущему состоянию», сертификация на соответствие международным стандартам ISO, экономически эффективная система управления существующими фондами и складскими запасами, оперативный доступ к аналитической информации руководителей различных уровней. Эти требования особенно актуальны для предприятий химической промышленности, создающих высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду, особенно в техногенно насыщенных регионах, таких как Донбасс. Известно [1], что существует прямая зависимость

между возникновением аварий и уровнем технического состояния основных фондов предприятия. В условиях коксохимического производства, где оборудование работает с агрессивными и абразивными рабочими средами, при высоких температурах и давлениях все более актуальными являются вопросы управления техническим состоянием и обеспечения надлежащего уровня надежности и безотказности технологического оборудования.

В настоящее время надежность и безотказность оборудования на производстве обеспечивают, в основном, проведением периодических осмотров, обследования и планово-предупредительных ремонтов (ППР). Для устранения причин возникновения аварий и защиты от поломок сокращают период между ремонтами и выполняют замену деталей через регламентированный период, которые даже не выработали свой номинальный ресурс. Все это в конечном итоге приводит к нерациональному использованию имеющихся на предприятии основных фондов и экономическим убыткам.

Сегодня эффективная реализация перечисленных выше требований возможна только при комплексном подходе, включающем использование современных информационных технологий – баз данных (*SQL, Oracle*), *internet*, компьютерных сетей, создании единой системы документооборота и отчетности на предприятии, адаптации решений к конкретным условиям предприятия, поэтапном внедрении предлагаемых технических и программных решений, повышении квалификации персонала и т.д.

Эти и другие задачи эффективно можно решить только с использованием современных вычислительных систем и соответствующего программного обеспечения. Наиболее функциональными и информационно насыщенными автоматизированными системами ТООиР являются ЕАМ системы (*Enterprise Asset Management* – управление активами предприятия) [2,3]. Программные продукты класса ЕАМ охватывают все службы предприятия и поддерживают связь с другими информационными системами, внедрёнными на предприятии (финансовыми, управлением складом, персоналом и др.). Таким образом, различные подразделения предприятия находятся в едином информационном пространстве.

Одним из лидеров ЕАМ-систем в СНГ является программный комплекс “TRIM”. Разработанный российским научно-производственным предприятием “СпецТек” [4]. TRIM внедрен на более чем 50 предприятиях энергетики, металлургии, горнодобывающей, химической, нефтегазовой промышленности. “TRIM” соответствует всем приведенным требованиям, ориентирован на отечественные предприятия и создает основу для сертификации по мировым стандартам *ISO*.

Можно выделить основные задачи, которые решают при помощи программного комплекса “TRIM”.

1. Управление фондами предприятия, их эксплуатацией и обслуживанием.
2. Обеспечение экологичности и безопасности.
3. Управление материально-техническими ресурсами.
4. Управление персоналом.
5. Оптимизация использования финансовых ресурсов.

Решение первой задачи включает: составление и сопровождение реестра оборудования, использование единой базы данных предприятия различными службами от мастеров по ремонту до высшего руководства с разграничением прав использования информации; составление планов-графиков ремонтных работ; ведение необходимой документации по ремонтам и эксплуатации оборудования; управление проектами строительства и монтажа; составление графиков обслуживания и ремонта; статистический анализ производительности и надежности оборудования; подготовка перечня де-

талей, необходимых для проведения ремонтов; подготовка всей сопутствующей документации.

Задача обеспечения экологичности и безопасности производства решается путем мониторинг любых выбранных показателей состояния основного оборудования и показателей выбросов, сбросов и потоков отходов; статистический анализ производительности и надежности оборудования; анализ деградации оборудования; прогнозирование состояния оборудования через заданный промежуток времени.

Управление материально-техническими ресурсами достигается интеграция с существующими на предприятии системами складского учета; управление заказами на доставку; управление закупками и регистрация поступления/списания комплектующих и деталей на склады/со складов; создание и ведение каталогов запасных частей и расходных материалов, вспомогательного оборудования.

Модуль управления персоналом позволяет интегрироваться с существующими в отделе кадров системами учета персонала; составлять планы повышения квалификации и контроль уровня подготовленности; назначать персонал на работы по эксплуатации и ремонтам в соответствии с компетенцией, навыками и опытом; планировать составы ремонтных бригад.

Решение перечисленных выше задач позволяет выполнить оптимизацию использования финансовых ресурсов, а именно: выдавать рекомендации по эксплуатации каждой конкретной единицы оборудования; анализировать эффективность использования ресурсов при ремонтах; определять целесообразность ремонтов конкретного оборудования в сложившихся условиях; проводить оперативный анализ накопленной информации руководителями различных уровней, включая наиболее современный OLAP-анализ.

На рисунке ниже представлена структурная схема системы “TRIM” показывающая взаимосвязь между основными моделями и элементами.

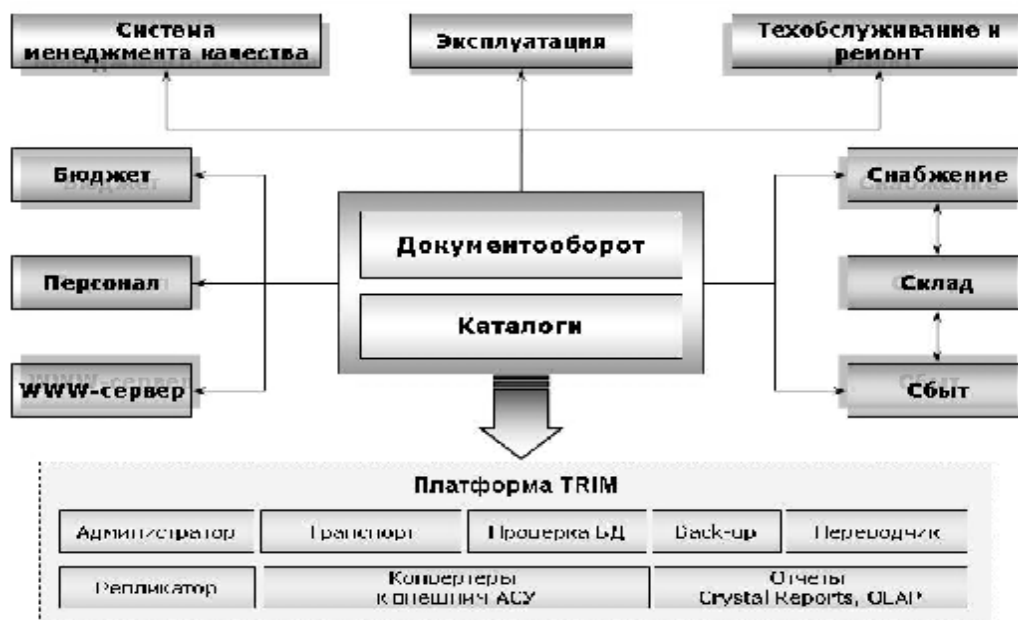


Рис.1. Структурная схема системы “TRIM”

Как было отмечено, любая ЕАМ система объединяет различные подразделения в единое информационное пространство. Поскольку специфика производства, даже на

предприятиях одной отрасли промышленности, могут значительно различаться, поэтому эффективное внедрение на производстве систем такого класса как “TRIM” выполняется в несколько этапов.

Внедрение начинают с подготовительных работ. Определяют цеха и участки для внедрения, составляют списки и формы выходной документации, создают каталог соответствующего оборудования с указанием параметров.

На втором этапе приступают к реализации пилотного проекта, который протекает от 6 до 9 месяцев и включает в себя: внедрение системы в пределах одной технологической линии; создание 15 – 20 компьютеризированных рабочих мест; отработка форм отчетной документации; обучение персонала.

После того, как отработаны принципы работы в системе, отчетная документация, обучен персонал, приступают к заключительному этапу – реализации основного проекта: распространение отлаженной системы ТОиР по нескольким основным цехам и службам управления предприятием; управление плановым и внеплановым ТОиР, связь цехов и сервисных организаций в процессе работ; разработка и анализ нормативов, регламентов обслуживания; организация комплектации и снабжения, планирование, учет и контроль запасных частей и расходных материалов распределенных складов; передача сотрудникам АСУ методологии внедрения “TRIM”.

Процесс внедрения “TRIM” сопровождается созданием электронной базы данных оборудования и систем документооборота на предприятии, в частности:

- § ведение реестра и формуляров оборудования, зданий, сооружений и т.д.;
- § ведение справочников (ресурсы, классификация работ, статус и состояние оборудования, типы счетчиков, поставщики, субподрядчики и др.);
- § ведение каталогов оборудования (схемы, чертежи, описания, номенклатура);
- § ведение эксплуатационной документации;
- § ведение журналов по монтажу, демонтажу, перемещению оборудования;
- § управление реестром работ и регламентами;
- § регистрация и контроль эксплуатационных параметров оборудования.

Основным результатом внедрения системы “TRIM” является оперативное планирования ремонтных работ:

- § автоматическое планирование работ по ТОиР с учетом наработки, календарной периодичности, значений контролируемых параметров на заданный период (год, квартал, месяц);
- § формированием план-графика и журнала плановых работ;
- § настройки графиков и журналов, представление выходных форм;
- § изменение сроков и продолжительности плановых работ;
- § ведение внеплановых работ;
- § формирование сложных работ и контроль их проведения;
- § учет и контроль исполнителей, ресурсов, стоимости работ и других экономических параметров;
- § ведение журнала дефектов (отказов) по конкретному оборудованию;
- § накопление данных о функционировании, простоях, отказах оборудования необходимых для дальнейшей эффективности эксплуатации оборудования и принятия решения.

Эффект, который достигается после внедрения системы “TRIM” можно отметить:

- § сокращение затрат на рабочую силу и запчасти;
- § уменьшение простоев основного оборудования;

- § сокращение затрат на ТОиР;
- § единые справочники предприятия: каталог запчастей, вспомогательный инструмент, расходные материалы и т.п.;
- § документация по всем видам проводимых ремонтных работ: инструкции, схемы смазки, схемы оборудования, карты технического обслуживания и т.п.;
- § готовность предприятия к сертификации на стандарты ISO;
- § связь системы с уже существующими на предприятии система АСУ и базами отдела кадров и бухгалтерии.

Опыт внедрений ЕАМ - систем в отечественной и зарубежной практике свидетельствуют об их чрезвычайно высокой отдаче - для крупных предприятий экономия может исчисляться миллионами долларов, затраты на ремонтные работы сокращаются в среднем на 20%, за счет чего проект окупается за полтора-два года.

В рамках сотрудничества кафедры “Машины и аппараты химических производств” Донецкого национального технического университета и компании “СпецТек” на базе системы “TRIM” с привлечением студентов выполняется разработка структурной схемы оборудования коксового цеха, созданы справочники запасных частей, вспомогательных приспособлений, распределен персонал по видам работ. В стадии разработки находятся карты обслуживания и ремонтов оборудования, шаблоны отчетной документации.

Список литературы: 1. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности –М.: ГНТБ “Безопасность” МИБ СТС. –1996, 424с. 2. Якименко А. Автоматизированные системы технического обслуживания и ремонтов // М. Деньги и технологии. №4.2004.–с. 58–61. 3. Антоненко И. Управление техобслуживанием и ремонтом оборудования: для чего нужна автоматизация // Химическая техника. №3. 2004. 4. <http://trim.ru/ru/products.html> – Комплекс программных средств “TRIM”.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЕРМОЛИЗНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СПЕКАЮЩИХСЯ МАСС

Третьяков П.В., Парфенюк А.С. (ДонНТУ, г.Донецк, Украина)

The aspects of the environmental safety and reliability of the ovens for thermolysis of carbon-bearing sintered masses are considered. The features of destruction and recovery of the brickwork of the thermal aggregate are considered. Use of stochastic model for reproduction of the processes of formation and evolution of the defects and their elimination is offered.

Сегодня актуальность и важность проблем утилизации и переработки различного рода отходов ни у кого не вызывает сомнения. В результате высокой концентрации отходоёмких перерабатывающих производств Украина входит в число стран с наибольшими абсолютными объемами накопленных отходов и темпами их образования. Большую долю промышленных отходов составляют отходы добычи и обогащения рудных и нерудных материалов, около 90% которых накоплено и продолжает накапливаться в Днепропетровской, Донецкой, Запорожской и Луганской областях. В целом в Украине ежегодно образуется более 150 млн. тонн промышленных и бытовых токсичных отходов, которые практически не утилизируются, скапливаясь в хранилищах, отстойниках, отвалах и свалках и являются нарастающей экологической угрозой.

Термические методы переработки твердых углеродсодержащих промбытоотходов являются неизбежным решением проблемы. Одним из наиболее перспективных и экологически безопасных направлений утилизации отходов является технология термолитно-энергетической рекуперации отходов (ТЭРО), принципиальная схема и преимущества которой изложены в работах [1,2].

Однако наряду с преимуществами любые термические методы имеют весьма существенный недостаток – опасность образования токсичных отходов и выбросов, которые в свою очередь могут создать новые проблемы. Наиболее опасным из таких токсичных отходов являются диоксины, максимально допустимая концентрация которых в атмосферном воздухе составляет 0,02 пг/м³ и 0,001 пг/г в пищевых продуктах [3]. И вопросы обеспечения безопасности таких технологий сводятся к обеспечению надежности и герметичности агрегатов, где происходит термолит углеродистых отходов.

Аппаратурное оформление метода ТЭРО предоставляет ряд возможностей по обеспечению безопасности процесса термолитной переработки и обезвреживанию диоксинов, в том числе и применение готовых технических решений, основанных на опыте коксохимического производства и проверенных на практике. Более подробно вопросы экологической эффективности метода ТЭРО были рассмотрены в работе [4].

Следует отметить, что по технологии ТЭРО процесс термолита смеси отходов протекает в герметичных наклонных печах камерного типа выполненных из крупногабаритных огнеупорных блоков, конструкция которых и режимы работы идентичны камерным печам коксовых и пекококсовых батарей. Многолетний опыт эксплуатации коксовых батарей для переработки углеродистых материалов, в том числе из крупноразмерных огнеупорных блоков, доказывает возможность использования печей камерного типа для переработки углеродистых спекающихся отходов, однако и вскрывает некоторые проблемы, связанные с обеспечением герметичности огнеупорной кладки на протяжении всего срока эксплуатации агрегата.

Нарушение герметичности массива кладки обогревательных простенков происходит в результате возникновения и развития дефектов, что определяет режим работы элементов конструкции коксовых батарей. В первую очередь это термические напряжения, которые способствуют образованию и развитию микротрещин в кладке простенка. Подтверждение этому положению – зонный характер разрушения простенков. Основное количество трещин расположено в зоне первых трех отопительных каналов простенка, где перепады температур имеют наибольшие значения. Кроме того, на образование трещин влияют растягивающие напряжения от нагрузок распираания во время спекания шихты и при выдаче кокса, динамические нагрузки при установке и снятии дверей коксовых печей и при движении углезагрузочной машины. Под воздействием этих нагрузок происходит развитие микродефектов, объединение их в более крупные, выкрашивание и скалывание поверхности. Для выявления закономерностей развития повреждений и сквозных дефектов был выполнен статистический анализ на основе информации по периодическим осмотрам состояния кладки коксовых батарей различной производительности и систем обогрева Авдеевского и Криворожского коксохимпроизводств. Анализ данных позволил выявить закономерности изменения усредненных значений параметров

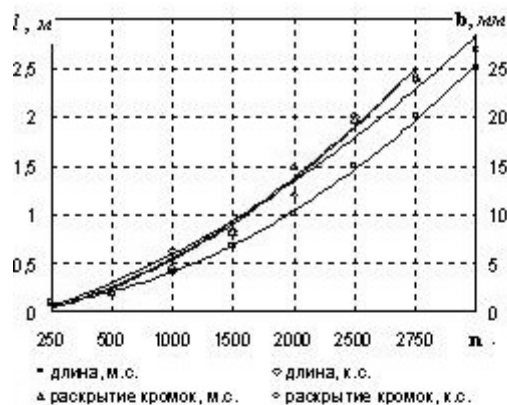


Рис. 1. Изменение длины трещины и раскрытия кромок в зависимости от количества печевыдач

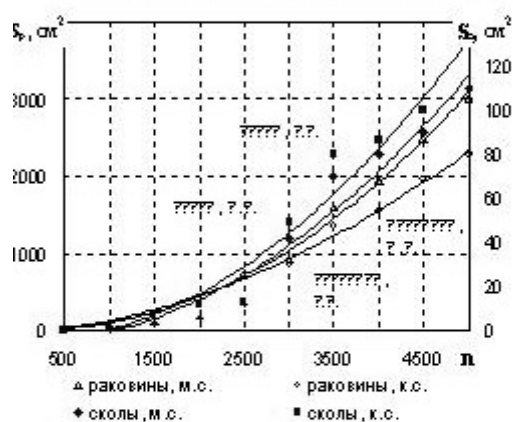


Рис. 2. Изменение площади дефектов в зависимости от количества печевыдач

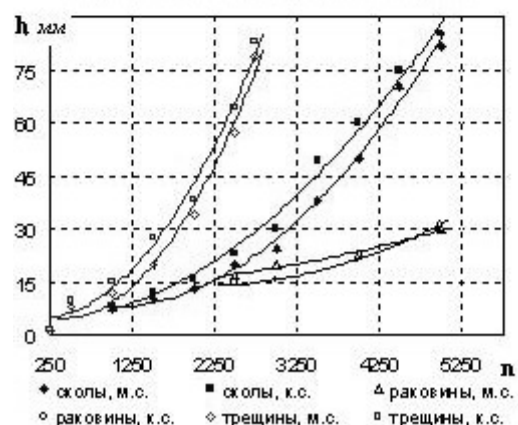


Рис. 3. Изменение глубины дефектов в зависимости от количества печевыдач

дефектов в процессе эксплуатации (рис. 1 – 3) и обосновать критические значения размеров дефектов.

Развитие дефектов в кладке в основном носит вероятностный характер, обусловленный большим числом факторов разброса количества и качества дефектов на одном простенке к определенному моменту времени. Перечисление этих факторов можно начать с этапа изготовления огнеупорных изделий для кладки простенков и заканчивая уровнем эксплуатации и обслуживания коксовых батарей. Поэтому в основу модели разрушения кладки простенков мы решили положить вероятностную модель, а именно идею конечных цепей Маркова [5,6]. Увеличение размеров повреждений или их количества и качества на простенке рассматриваем как изменение состояния объекта. В качестве примера используем изменение длины трещины. Первое состояние, в котором она находится, в соответствии с результатами статистического анализа, сопоставим с длиной трещины 100 мм. Следующее состояние, которое занимает трещина – длина 300 мм и т.д. до критического состояния или состояния отказа, если рассматриваемый объект – простенок. Описанный процесс можно проиллюстрировать графом переходов (рис. 4). За n печевыдач объект может остаться в текущем состоянии, либо перейти в состояние с более высоким номером, что соответствует сути протекающих процессов разрушения кладки. Данный граф переходов ассоциируется с матрицей переходных вероятностей:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & q_{12} & L & q_{1,b-1} & q_{1,b} \\ 0 & p_{22} & L & q_{2,b-1} & q_{2,b} \\ M & M & O & M & M \\ 0 & 0 & L & p_{b-1,b-1} & q_{b-1,b} \\ 0 & 0 & L & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

где p_{jk} – вероятность того, что объект остается в состоянии j за один шаг, q_{jk} – вероятность

перехода повреждения за один шаг из состояния j в одно из последующих состояний $j+1, \dots, b$.

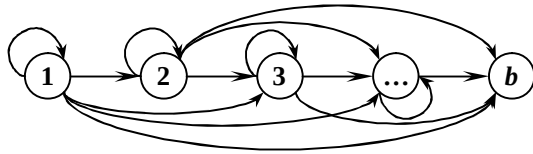


Рис. 4. Граф переходов объекта между состояниями

Распределение вероятности достижения объектом определенного состояния к моменту времени t имеет вид:

$$p_t = p_0 P^t, \quad t = 0, 1, 2, \mathbf{K}.$$

где p_0 – распределение вероятности нахождения объекта в определенном состоянии в начальный момент времени $p_0 = \{p_1, p_2, \mathbf{K}, p_{b-1}, 0\}$.

Используя преобразования через производящие и характеристические функции, взяв производные полученной характеристической функции, определяем среднее и дисперсию времени достижения объекта определенного состояния. Характеристическая функция времени достижения критического состояния или отказа:

$$\begin{aligned} \Phi_W(z; 1, b) = & \frac{q_{12}q_{23} \mathbf{K} q_{b-1,b}}{(1-p_{11}z)\mathbf{K}(1-p_{b-1,b-1}z)} \cdot z^{b-1} + \left\{ \frac{q_{13}q_{34} \mathbf{K} q_{b-1,b}}{(1-p_{11}z)(1-p_{33}z)\mathbf{K}(1-p_{b-1,b-1}z)} \cdot z^{b-2} + \right. \\ & + \text{Подобные члены} \left(\text{в количестве} \binom{b-2}{1} - 1 \right) \Bigg\} + \left\{ \frac{q_{13}q_{45} \mathbf{K} q_{b-1,b}}{(1-p_{11}z)(1-p_{44}z)\mathbf{K}(1-p_{b-1,b-1}z)} \cdot z^{b-3} + \right. \\ & + \text{Подобные члены} \left(\text{в количестве} \binom{b-2}{2} - 1 \right) \Bigg\} + \mathbf{K} + \left\{ \frac{q_{1,b-1} q_{b-1,b}}{(1-p_{1,b-1}z)(1-p_{b-1,b-1}z)} \cdot z^2 + \right. \\ & + \text{Подобные члены} \left(\text{в количестве} \binom{b-2}{b-3} - 1 \right) \Bigg\} + \frac{q_{1,b}}{(1-p_{11}z)} \cdot z. \end{aligned}$$

Среднее и дисперсия времени достижения объекта определенного состояния:

$$E\{W_{1,b}\} = \left. \frac{d\Phi_W}{dz} \right|_{z=1}, \quad s\{W_{1,b}\} = \left. \frac{d^2\Phi_W}{dz^2} \right|_{z=1} + \left. \frac{d\Phi_W}{dz} \right|_{z=1} - \left[\left. \frac{d^2\Phi_W}{dz^2} \right|_{z=1} \right]^2. \quad \text{Для получения окончательных}$$

результатов используем матрицу переходных вероятностей с единичными скачками (т.е. за n печевыдач объект может остаться в текущем состоянии, либо перейти в состояние большее смежное). В данном случае среднее и дисперсия принимают следующий вид: $E\{W_{1,b}\} = \sum_1^{b-1} (1 + r_{jj})$ и $s\{W_{1,b}\} = \sum_1^{b-1} r_{jj} (1 + r_{jj})$, где $r_{jj} = q_{jj} / p_{jj}$.

Состояние кладки простенков контролируется в процессе эксплуатации периодическими осмотрами и поддерживается на требуемом уровне посредством горячих ремонтов. Проведение ремонтов приводит к обрыву процесса описанного выше и переходу объекта в первоначальное состояние, либо в состояние с номером j , в зависимости от объема восстановительных работ и вида ремонта. Кроме того, даже условие нахождения объекта в критическом состоянии не определяет со 100% надежностью, то, что такой дефект будет устранен. Поэтому приведенные моменты учитываются в модели разрушения-восстановления кладки величинами t_j – вероятности того, что дефект обнаружен и устранен в состоянии j , при условии, что объект находится в состоянии j ; а также p_j^i – вероятности нахождения объекта в состоянии j после i -го осмотра и ремонта. Таким образом, доля дефектов, подлежащих ремонту и фактически ремонтируемых:

$p_r(t_i) = \sum_j^b p_{t_i}(j)$ и $p_r^{(i)} = \sum_j^b t_j^{(i)} p_{t_i}(j)$. Начальное распределение вероятностей после проведения осмотра и восстановлений в момент времени t_i принимает вид:

$$p_0^{(i)}(j) = \begin{cases} p_{t_i}(j) + p_j^{(i)} \cdot p_r^{(i)}, & j=1, \mathbf{K}, k-1, \\ (1 - t_j^{(i)}) \cdot p_{t_i}(j) + p_j^{(i)} \cdot p_r^{(i)}, & j=k, \mathbf{K}, b \end{cases}$$

и процесс разрушения возобновляется с $p_0^{(i)}$:

$$p_t = p_0^{(i)} P^{t-t_i}, \text{ при } t \geq t_i.$$

Времена контроля $t_1, t_2, \dots$ и ремонта должны быть выбраны так, чтобы интегральная функция распределения времени достижения критических параметров $F_w(t_1; b)$, $F_w(t_2; b)$, не превосходили безопасных значений, которые должны быть нормированы.

Использование математической модели разрушения кладки, построенной на основе существующих вероятностных моделей накопления повреждений для агрегатов, имеющих огнеупорную футеровку, подверженную циклическим нагрузкам, позволяет оценивать вероятность появления сквозных дефектов в кладке простенков и прогнозировать техническое состояние кладки на межремонтный период. Результаты выполненных исследований необходимы для информационных систем техобслуживания и ремонта (ЕАМ-системах) при разработке модулей анализа надежности и экологической безопасности объектов и планирования ремонтных работ. Информация об объекте, которая накапливается в базах данных подобных систем (результаты замеров различных параметров технического состояния объекта, даты и сроки проводимых ремонтов и обслуживания), позволяет прогнозировать состояния объекта и экологическую безопасность объекта в процессе эксплуатации.

Список литературы: 1. Парфенюк А.С. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов // Кокс и химия. 2001. №5. С.41–44. 2. Парфенюк А.С., Топоров А.А., Кутняшенко И.В. Термолизно-энергетическая рекуперация отходов: состояние разработок и перспективы // Наукові праці національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 77–Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2004. с.57–65. 3. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002.-№6.- С.40-44. 4. Парфенюк А.С., Третьяков П.В. Об экологической эффективности камерных печей для переработки углеродистых масс и отходов /Проблеми екології /Гол.ред. Мінаєв О.А. – Донецьк: ДонНТУ, № 1-2 2004. С.87-90. 5. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения: Пер. с англ. Ю.В. Прохорова. – М.: Мир, 1984. Т. 2. – 751с. 6. Богданов Дж., Козин Ф. Вероятностные модели накопления повреждений. – М.: Мир, 1989. – 344 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ДНИЩЕ ГИДРОСАМОЛЕТА ПРИ ГЛИССИРОВАНИИ НА ВЗВОЛНОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Чеботарев Г.К., Рыбинская Т.А., Шаповалов Р.Г. (ТРТУ, г. Таганрог, Россия)

Is considered нагружение of the hydroplane in process глиссирования on the excited surface of water at landing or start. Нагружение is determined at impact of the plane both about one, and about some consistently located waves. The excitement of the sea is accepted

bi-dimensional, thus the excited surface is considered cylindrical with forming, perpendicular direction of movement of the hydroplane.

В общем случае движения гидросамолета реакции воды, действующие на его днище, складываются из гидростатических и гидродинамических сил. С точки зрения динамического нагружения гидросамолета наиболее опасным является режим глиссирования. На этом режиме движения основную часть реакций воды составляют гидродинамические силы, влиянием же гидростатических сил можно пренебречь.

Возникновение динамических давлений на глиссирующей поверхности, что отмечено в [1], можно рассматривать как следствие преодоления сил инерции воды, которая при движении глиссирующего тела оттесняется вниз и в стороны. При этом воде сообщается некоторое количество движения в единицу времени, которое может быть отнесено к условной массе воды, непосредственно соприкасающейся с днищем и имеющей скорость, направленную нормально к линии киля и равную по величине соответствующей составляющей скорости днища. Эта условная масса называется обычно присоединенной массой воды.

Проведем неподвижную относительно воды вертикальную плоскость J (см. рис. 1), нормальную линии киля. Сечение днища, нормальное линии киля, при прохождении через плоскость J , будет иметь как нормальный к этой линии компонент скорости, так и тангенциальный. Считаем, что обтекание днища происходит только в плоскостях, зафиксированных в пространстве и ориентированных в направлении, нормальном к линии киля, и что течения в этих плоскостях независимы друг от друга. Действием гравитационных сил и сил вязкости пренебрегаем, так как при ударе они сравнительно малы. Такая схема обтекания днища соответствует гипотезе плоских сечений, впервые примененной в [2].

При определении количества движения присоединенных масс воды будем считать, что вода под килем состоит из элементарных площадок потока толщиной $d\xi$ (рис. 1), которые зафиксированы в пространстве и ориентированы нормально к линии киля. Погружение ζ в такую площадку представляет расстояние от киля до свободной поверхности воды в рассматриваемом элементе

$$\zeta_s = (y_\delta - y_c + \eta_p \cos \varphi - \xi \sin \varphi) \frac{1}{\cos \varphi}. \quad (1)$$

Дифференцируя (1) по времени и пренебрегая малыми величинами, получаем

$$\dot{\zeta}_s = \dot{x}_c \sin \varphi - \dot{y}_c \cos \varphi - \dot{\xi} \sin \varphi - \eta_p \operatorname{tg} \varphi. \quad (2)$$

Погонную гидродинамическую нагрузку определяем по теореме об изменении количества движения

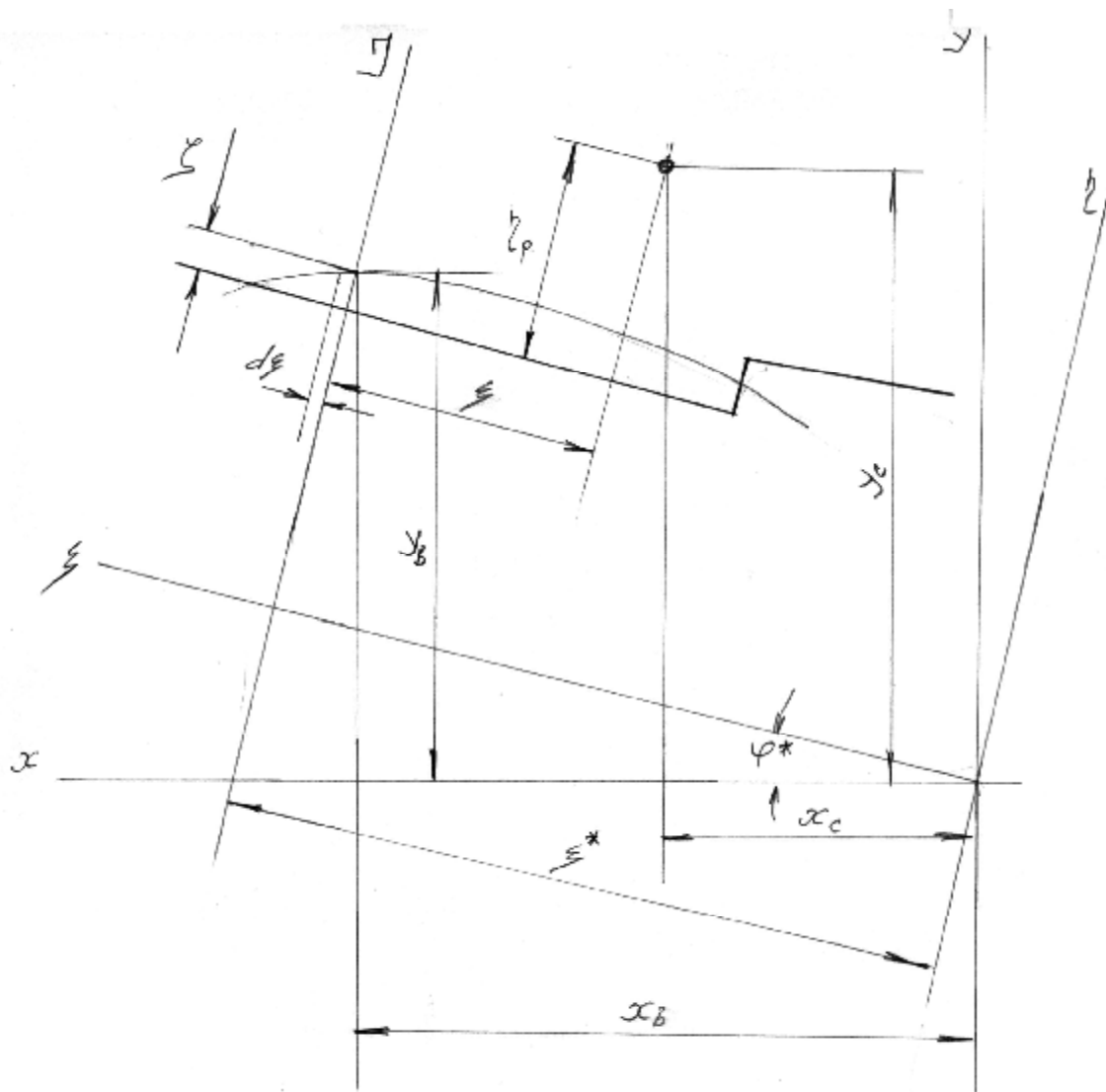


Рис. 1

$$P_{cs} = \frac{d}{dt} (m_{np.s} \xi_s) = \frac{dm_{np.s}}{dt} \xi_s + m_{np.s} \ddot{\xi}_s = \frac{dm_{np.s}}{d\xi_s} \xi_s^2 + m_{np.s} \ddot{\xi}_s, \quad (3)$$

где $m_{np.s}$ – погонная присоединенная масса воды в сечении.

Величину $\ddot{\xi}_s$ определяем, дифференцируя дважды (2) по времени и пренебрегая малыми величинами

$$\ddot{\xi}_s = \ddot{x}_c \sin \varphi - \ddot{y}_c \cos \varphi - 2\dot{\xi} \dot{\varphi} - \ddot{\varphi} (\xi + \eta_p \operatorname{tg} \varphi) + \dot{\varphi}^2 (\xi \operatorname{tg} \varphi - \eta_p) \quad (4)$$

Поскольку жидкость принята невязкой, погонная нагрузка, определяемая формулой (3) будет направлена перпендикулярно линии кила.

Величина присоединенной массы определяется формой днища в рассматриваемом сечении и глубиной погружения. Для сложных форм днища, в частности для днищ переменной килеватости, решение этой задачи теоретическим путем не представляется возможным. Следует заметить, что в [3–4] получены решения задачи с равномерным

погружением клина на различных этапах погружения, позволяющие определить гидродинамическую нагрузку. Возвращаясь к (3), заметим, что эта нагрузка определяется первым слагаемым формулы (3), задающим ту часть реакции воды, которая вызывается изменением присоединенной массы в процессе погружения. Для сложных форм днища эта составляющая реакции воды может быть определена экспериментально путем замера сопротивления профиля сечения днища при обтекании его потоком воды с постоянной скоростью. Указанные условия обтекания создаются в ударной камере, описанной в [5]. В ударной камере испытываются модели сечений днища, нормальных к линии киля. В результате испытаний определяется гидродинамическая сила N , действующая по оси симметрии сечения (рис. 2). Безразмерным параметром, характеризующим гидродинамическую нагрузку на днище является коэффициент гидродинамической силы сечения, направленной нормально линии киля C_N . Погонная гидродинамическая нагрузка в сечении, вызывающая изменение присоединенной массы, определяется по формуле

$$\frac{dm_{np.s}}{d\zeta_s} \zeta_s^2 = C_{Ns} \frac{\rho_e \xi_s^2}{2} B_s, \quad (5)$$

где ρ_e – плотность воды;

B_s – ширина днища в сечении.

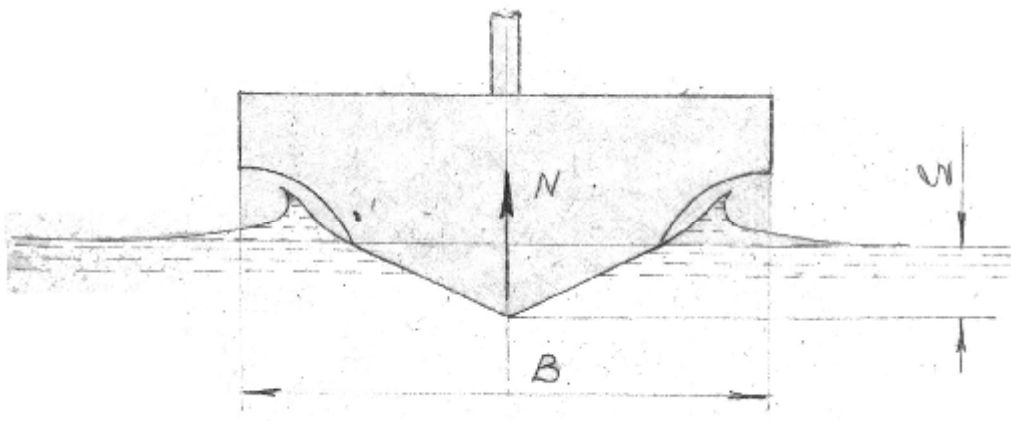


Рис. 2

Коэффициент нормальной гидродинамической силы является функцией относительного погружения

$$\bar{\zeta}_s = \frac{2\zeta_s}{B_s}.$$

Подставляя (5) в (3) и учитывая, что гидродинамическая сила существует лишь при положительных значениях ζ и ξ , получаем

$$P_{zs} = \left(C_{Ns} \xi_s^2 + \frac{B_s}{2} \bar{m}_{np.s} \xi_s \right) \frac{\rho_e B_s}{2} \text{ при } \zeta > 0 \text{ и } \xi > 0, \quad (6)$$

$$P_{zs} = 0 \text{ при } \zeta \leq 0 \text{ или } \xi \leq 0.$$

Формулы (6) и (3) задают погонную гидродинамическую нагрузку в соответствии с гипотезой плоских сечений.

Список литературы: 1. Кессених А.Н. Посадочный удар гидросамолета. Труды ЦАГИ, 1973. Выпуск 1473. 2. Павленко Г.Е. Основы теории глиссирования. Труды научно-исследовательского аэроинститута ГВФ, 1932. 3. Логвинович Г.В. Погружение профилей в жидкость, удар и глиссирование. Труды ЦАГИ, 1958. Выпуск 707. 4. Бобылев Д.К. Заметка о давлении, производимом потоком неограниченной ширины на две стенки, сходящиеся под каким бы то ни было углом. Журнал Русского физико-химического общества, т. XIII, 1881. 5. Кессених А.Н. Разработка и изготовление ударной гидрокамеры для снятия гидродинамических характеристик различных сечений днища. ТМЗ, отчет по теме № 8, 1978.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБОФОРМИРОВАНИЯ

Юринец Р.В. (ЧГТУ, г. Черкассы, Украина)

Анализ исследований, проведенных для винтовых резьб стандартного профиля, позволяет выделить конструкторские и технологические факторы, влияющие на параметры процесса резьбоформирования.

Основную работу по формированию профиля резьбы выполняют рабочие выступы заборной части винта, постепенно внедряясь в материал, они образуют впадины резьбы, а вытесненный металл, перемещаясь по боковым поверхностям профиля, постепенно увеличивает высоту формируемого витка. В процессе пластического деформирования возникают контактные напряжения на поверхностях винта и заготовки (рисунок 1). Получение аналитической зависимости для радиального усилия резьбоформирования сводится к определению контактных напряжений и площадей на которые эти напряжения действуют.

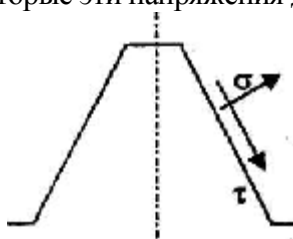


Рис.1. Контактные напряжения

Анализ исследований, проведенных для винтовых резьб стандартного профиля, позволяет выделить конструкторские и технологические факторы, влияющие на параметры процесса резьбоформирования.

1. Наружный диаметр резьбы-	d.
2. Внутренний диаметр резьбы-	d _i .
3. Диаметр под накатывание-	d ₀ .
4. Шаг резьбы-	S.
5. Желаемый коэффициент заполнения профиля-	г _г .
6. Длина свинчивания, выраженная в числе витков-	п.
7. Угол заборного конуса-	Ф.

8. Угол профиля резьбы-	2у.
9. Прочностные свойства деформируемого металла-	а _в .
10. Коэффициент трения в резьбе-	i.
11. Контактные напряжения на деформирующей грани-	а _н .
12. Скорость свинчивания-	v.
13. Твердость деформируемого материала -	НВ.

Экспериментально получена зависимость момента М.ф. от площади F, подвергнутой деформации [9]. Эта зависимость описывается уравнением вида:

$$M_{кр.пов} = a \cdot b \cdot F \quad (1)$$

где а и b - величины, зависящие от материала корпусной детали; $F = \pi d(d - d_0)/4$ - площадь деформации.

Зависимость (1) получена для метрической резьбы стандартного профиля. Выделяем площадь заходного витка, однако не учитываем трение, действующее на площадь всех витков винта.

Крутящий момент, возникающий в зоне резьбообразования, можно согласно работам [2, 3, 4] вычислить, составив сумму моментов относительно оси винта:

$$M_{кк.р.} = i \int_{r_1}^r 2pr^2 dr, \quad i = n/s \quad (2)$$

где r_1 - промежуточное значение радиуса; r, T_i - радиусы наружной и внутренней поверхностей резьбы; i - относительная длина завинчивания.

Касательное напряжение на контактной поверхности в зоне резьбообразования определяется законом Кулона: $\tau = \mu \sigma_n$, где μ - коэффициент трения; σ_n - компонент нормального напряжения, который автором определяется на основе классической теории пластичности, изложенной в работе В.В. Соколовского "Плоское и осесимметричное равновесие пластической массы между жесткими стенками» [5].

Нормальные контактные давления автор работы [6] определяет с использованием метода исследования напряжений по микротвердости с учетом шага резьбы:

$$s_n = 3.2 HB^{0.51} S^{0.28} \quad (1.3)$$

Представленная зависимость получена для А1-сплавов.

Геометрические размеры профиля самовыдавливающего винта и схема распределения контактного напряжения показаны на рисунке 2.

Можно сделать вывод, что крутящий момент резьбообразования зависит от диаметра винта, глубины завинчивания, нормального напряжения и коэффициента трения на контактных поверхностях профиля резьбы и деформируемого металла, а величина компонентов напряжения, в свою очередь, зависит от размеров профиля резьбы винта, предела текучести материала, смазочной среды и величины незаполнения профиля, считается, что профиль резьбы выдавливается за один оборот винта. Определение компоненты напряжения на основе вышеуказанной задачи Соколовского В.В. требует обоснования и очевидно приемлемо для определенного типа резьбы, а именно метрической резьбы стандартного профиля.

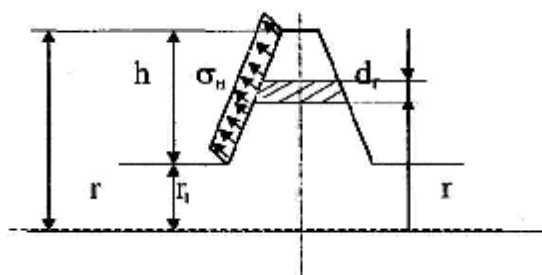


Рис. 2 . Параметры профиля витка.

Зависимость для определения $M_{кр.з.}$, необходимого для поворота шпильки на один оборот, а также момента от сил трения на боковых поверхностях витков резьбы представлена в работе [7].

$$M_{кр.з.} = p d^2 m s_T (1,59 S + 0,15) + 0,99 f n S \frac{E_2 h}{1,3 + 0,7 E_2 / E_1}, \quad (1.4)$$

где: μ - коэффициент трения на контактной поверхности; f - коэффициент трения на боковых поверхностях витков резьбы; E_1 и E_2 - модули упругости материала винта и корпуса; σ_T - предел текучести при растяжении.

Зависимость получена для метрических резьб стандартного профиля путем расчета напряженно-деформируемого состояния при внедрении трапецеидального пуансона с использованием метода линий скольжения. Этот же автор с помощью регрессионного анализа установил, что наибольшее влияние на величину момента свинчивания оказывает диаметр винта, коэффициент заполнения профиля, длина свинчивания и затем в наименьшей степени влияет шаг резьбы.

Автором большее внимание уделялось исследованию крутящего момента, начальная же осевая сила резьбоформирования определялась экспериментально. Однако и крутящий момент, и осевая сила могут быть определены только исходя из расчета радиальной силы, т.е. силы с которой профиль витка внедряется в металл. Такой расчет можно проводить после анализа схемы прессования конкретного случая, определяя контактные напряжения, возникающие в зоне деформации и площади деформации.

Список литературы: 1. Козловский М.А., Лященко Г.Г., Мещеряков Л.А., Писаревский М.И. Накатывание точных резьб, шлицев и зубьев. - М.: Машиностроение, 1973. - 200с. 2. Заиров И.У. Исследование процесса сборки разъемных соединений резьбообразующими винтами: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1968. - 193 с. 3. Заиров И.У. Определение крутящего момента резьбообразования при сборке деталей самовыдавливальными винтами // Известия вузов. - 1970. - N7. - С. 62-65. 4. Заиров И.У. Исследование процесса сборки резьбовых соединений с применением самовыдавливальных винтов // Известия вузов. - 1967. - N12. - С. 198-202. 5. Соколовский В.В. Теория пластичности. - М.: Высшая школа, 1969. - 608с. 6. Лабеецкий В.М. Исследование процесса формирования резьбы и получения резьбовых соединений с помощью выдавливающих стержней: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1976. - 180 с. 7. Семичевский Г. А. Исследование сборки гладкорезьбовых соединений: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1979. - 184 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ГЛАДКО-РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Юринец Р.В. (ЧГТУ, г. Черкассы, Украина)

Анализ литературных и производственных данных о соединениях, получаемых с помощью резбоформирующих деталей, показал, что отсутствуют подробные исследования влияния способа организации технологического процесса получения гладкорезьбовых соединений и геометрии заходного витка на формирование упрочненного поверхностного слоя и на его параметры. Поэтому необходимо проанализировать механизм образования упрочненного слоя при резбоформировании.

Одним из показателей качества деталей и машин является их надежность. Проблемы прочности и износостойкости - центральные в обеспечении надежности и ресурса в машиностроении [1]. Важным критерием работоспособности крепежных резьбовых соединений является прочность. На производстве приходится сталкиваться с низкой надежностью процесса, это выражается в поломке резьбовых стержней при их завинчивании, срыве и смятии витков резьбы, а также с появлением трещин на охватываемой детали, снижением стопорящих свойств соединений и их прочности в процессе эксплуатации.

Изучению вопроса обеспечения надежности сборки гладко-резьбовых соединений, а также их статической прочности уделили внимание авторы работ [2,3,4,5,6,7,8,9,10].

Крутящий момент - основной фиксируемый показатель качества соединения в процессе сборки, назовем его - момент крутящий затяжки, он интегрируется из:

$$M_{кр.з.} = M_{кр.р.} + M_{кр.тр.} + M_{кр.пов.} < [M] \text{ доп.} \quad (1)$$

где $M_{кр.р.}$ - крутящий момент, возникающий на заборном конусе в момент внедрения самонарезающей детали в отверстие, или момент крутящий резбообразования; $M_{кр.тр.}$ - крутящий момент трения в резьбовой паре; $M_{кр.пов.}$ - крутящий момент трения головки винта о поверхность детали; $[M]$ доп. может определяться как из условия прочности стержня винта, так и из условия прочности резьбы корпуса.

Очевидно, что $M_{кр.р.}$ становится определяющим параметром с точки зрения надежности процесса сборки.

Уменьшение $M_{ф.}$ свинчивания может достигаться не только применением различных смазок, и уменьшением величины диаметального натяга, но и по данным исследований [2] увеличением угловой скорости ввинчивания. Зависимость $M_{кр.} = f(V)$ носит сложный характер. С увеличением скорости до 4...6 м/мин. наблюдается увеличение $M_{кр.}$, а затем уменьшение на 10...25% , которое наиболее существенно при $V > 10$ м/мин. Оптимальной авторы [2, 9] считают скорость от 10 до 30 м/мин. При этом увеличение коэффициента стопорения наблюдается при наименьших значениях скоростей рекомендуемых диапазонов. Здесь важно решить компромиссную задачу - с одной стороны, скорость свинчивания должна снижать $M_{ф.}$, а с другой - сохранять высокие стопорящие свойства. Необходимым условием надежности получения гладко-резьбового соединения является соблюдение ограничений крутящего момента резбообразования ($M_{кр.р.}$). С одной стороны, величина $M_{р.}$ ограничивается прочностью стержня винта и витков резьбы корпуса, с другой стороны существует необходимость сохранения высоких стопорящих свойств полученного соединения.

Стопорящие свойства соединения характеризуются отношением $M_{ф.}$ развинчивания к $M_{ф.}$ свинчивания, или коэффициентом стопорения. Для гладко-резьбовых соединений это отношение составляет 0.6...0.9 и оно тем выше, чем больше коэффициент заполнения профи-

где h^1 - высота формируемого профиля, h' - высота профиля резьбы, r - наружный радиус винта, r' - внутренний радиус винта, r_0 - радиус под накатывание, равный среднему радиусу для стандартных винтовых резьб с нормальной канавкой.

Если переменные напряжения превышают некоторый предельный уровень, то в материале детали начинает протекать процесс постепенного накопления повреждений, образования и развития трещин, приводящий к разрушению детали. Этот процесс называют усталостью, а разрушение – усталостным.

Повысить предел выносливости позволяют технологические методы поверхностного упрочнения. Эффект упрочнения определяется положительным влиянием остаточных сжимающих напряжений в поверхностном слое и повышением механических свойств металла упрочненного слоя.

Влияние остаточных напряжений на сопротивление усталости связано с характером диаграммы предельных амплитуд при асимметричных циклах, представленной на рисунке 2 для среднеуглеродистой стали в относительных величинах.

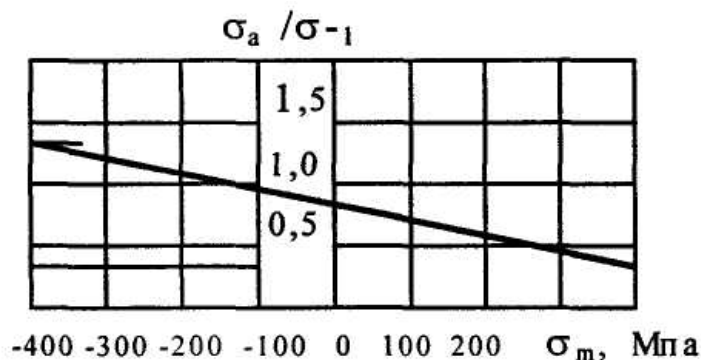


Рис.2. Диаграмма относительных предельных амплитуд

На диаграмме G_a и G_{-1} предельные амплитуды напряжений соответственно при асимметричном и симметричном циклах. При симметричном цикле $a_m=0$, а $a_a / G_{-1} = 1$, при сжимающих остаточных напряжениях $a_r = -200 \text{ МПа}$ предельные амплитуды увеличиваются на 25%, а при растягивающих остаточных напряжениях $G_{ст} = 200 \text{ МПа}$ предельные амплитуды уменьшаются на 25%.

Анализ литературных и производственных данных о соединениях, получаемых с помощью резьбоформирующих деталей, показал, что отсутствуют подробные исследования влияния способа организации технологического процесса получения гладкорезьбовых соединений и геометрии заходного витка на формирование упрочненного поверхностного слоя и на его параметры. Следствием этого является то, что во многих литературных источниках содержатся неполные и противоречивые рекомендации по назначению режимов заворачивания. Поэтому необходимо проанализировать механизм образования упрочненного слоя при резьбоформировании, выяснить почему зачастую усталостная прочность накатанных резьб бывает ниже, чем у нарезанных. Это позволит при рационализации технологического процесса сборки СР винтами руководствоваться не только соображениями снижения трудоемкости, но и повышения качества изделия.

Список литературы: 1. Гавриш А.П., Ямпольский Л.С. Гибкие производственные системы: Учебник. - К.: Вища школа, 1989. - 407 с. 2. Березин С.Я. Образование резьбовых соединений деформирующими шпильками с применением электрического тока высокой плотности: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1988. - 208 с. 3. Семичевский Г. А. Исследование сборки гладкорезьбовых соединений: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1979. - 184 с. 4. Заиров И.У. Исследование процесса сборки разъемных соединений резьбообразующими винтами: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1968. - 193 с. 5. Лабеецкий В.М. Исследование процесса формирования резьбы и получения резьбовых соединений с помощью выдавливающих стержней: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1976. - 180 с. 6. Козловский М.А., Лященко Г.Г., Мещеряков Л.А., Писаревский М.И. Накатывание точных резьб, шлицев и зубьев. - М.: Машиностроение, 1973. - 200 с. 7. Завалий Ю.И. Исследование влияния параметров качества резьбовых деталей на автоматизацию сборки: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1980. - 185с. 8. Пахоменко А.Н. К расчету усилия затяжки резьбового соединения с самонарезающей крепежной деталью// Прогрессивные техноло-

гические процессы образования резьбовых соединений/ Под. ред. Кузьмина Ю.П. - Саратовский ун-т.-1980. - 186 с. **9.** Буткин Н.С. Исследование взаимозаменяемости, технологичности и качества гладко-резьбовых соединений: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1974. -167 с. **10.** Савченко В.А. Повышение ресурсных характеристик резьбовых соединений деталей авиационных двигателей за счет оптимизации технологических параметров: Дис.канд. техн. наук: 05.02.08. - М., 1990. - 165 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ГРУППОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ярославова А.Б., Гордеев А.С. (УИПА, г. Харьков, Украина)

Development of method of prognostication of quality of group technological processes is the purpose of this work. As a result of the conducted researches gravimetric coefficients for every technological operation are set. Numerical coefficients for all stages of tooling of details of type are got flanges, that allows to conduct prognostication of output quality on the stage of technological preparation of production.

Машиностроительный комплекс - крупнейший из промышленных комплексов, на его долю приходится почти 25% стоимости произведенной продукции и почти 35% всех работающих в хозяйстве Украины, а также около 25% стоимости основных промышленно-производственных фондов. В нашей стране этот комплекс развит недостаточно. В экономически высокоразвитых странах на продукцию машиностроительной отрасли приходится 35-40% стоимости промышленного производства и 25-35% занятых в промышленности, в развивающихся странах значительно меньше.

Интеграция Украины в мировую машиностроительную индустрию требует в первую очередь повышения качества и надежности технологических процессов. Существующие методы диагностики точности металлорежущих станков носят периодический характер, что не соответствует современным требованиям. Согласно ISO 9004, мероприятия по обеспечению качества выпускаемой продукции должны носить непрерывный характер.

Сложившаяся к настоящему времени система оценки точностных параметров металлорежущих станков, регламентирована в действующей нормативно-технической документации и в государственных стандартах.

Общим недостатком стандартов на нормы точности металлорежущих станков является то, что регламентируемые в них показатели геометрической точности станка не дают прямого представления о возможных погрешностях формы и взаимного расположения поверхностей детали, обрабатываемой на данном станке.

Согласно международному стандарту ISO 9001:2000, процессный подход должен содержать прогнозирование и оценку параметров продукции с позиции ее качества и удовлетворенности требований потребителя

В соответствии с изложенным прогнозирование качества продукции является основным критерием эффективности работы предприятия, а повышение степени достоверности прогнозных решений является актуальной задачей.

Существующие методы прогнозирования качества машиностроительной продукции условно можно разделить на три класса. Фактографические методы базируются на фактически имеющемся информационном материале об объекте прогнозирования и его прошлом развитии. Экспертные методы базируются на информации, которую по-

ставляют специалисты-эксперты в процессе систематизированных процедур появления и обобщения этого мнения. В комбинированных методах в качестве первичной информации используются фактографическая и экспертная информация.

Общим недостатком существующих методик прогнозирования является то, что они требуют большой объем информации и эффективно могут применяться только в массовом и крупносерийном производствах.

Для групповых технологий, которые, как известно, отличаются мелкосерийностью и многономенклатурностью данные методики дают сильно смещенные оценки.

Целью данной работы является разработка методики прогнозирования качества групповых технологических процессов.

В большинстве методик оценки качества принято, что оценка качества (относительное значение показателя) зависит от соответствующих абсолютных показателей - оцениваемого и базового. Как правило, любому изменению абсолютного показателя соответствует пропорциональное изменение значения и относительного показателя качества.

Метод комплексной оценки характеризует связь между единичными показателями свойств продукции и дает возможность объединения единичных показателей в комплексный. При этом продукция более высокого качества имеет большее (или меньшее) значение комплексного показателя.

В данной работе комплексный показатель качества вычисляется с использованием средневзвешенных показателей (ГОСТ 16467-70 «Статистические показатели точности и стабильности технологических операций. Методы расчета») по формуле:

$$K_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^m (M_i q_i^2)}. \quad (1)$$

где M_i - коэффициент весомости; q_i - относительный показатель.

Математическая зависимость относительных показателей от абсолютных выражается зависимостью:

$$q_i = \exp\left(-|P_0|^m\right), \quad (2)$$

где m - положительное число, $0 < m < \infty$; P_0 - линейная функция от P_i .

$$P_0 = \frac{2P_i - (P_i^{\max} + P_i^{\min})}{P_i^{\max} - P_i^{\min}}. \quad (3)$$

Здесь $P_i^{\min}$, $P_i^{\max}$ - соответственно нижний и верхний пределы значений показателя i -го свойства, предусмотренные техническими условиями.

Свойства, определяющие качество продукции, не равнозначны по своей важности. Поэтому важным является определение коэффициентов весомости. Коэффициенты весомости для среднего взвешенного степенного (квадратичного) показателя рассчитывают по зависимости

$$M_i = \frac{l}{\sum_{i=1}^n P_i - \tilde{P}_i}, \quad (3)$$

где $\bar{P}_i$ - номинальное (среднее статистическое) значение показателя качества;
 $\tilde{P}_i$ - предельное значение для показателя качества; λ - постоянный множитель.

Коэффициенты весомости M_i для различных видов механической обработки даны в ГОСТ 24294-80 «Определение коэффициентов весомости при комплексной оценке технического уровня и качества продукции»

Определение комплексного показателя качества и прогнозирование выходного качества проводилось для группового технологического процесса изготовления деталей типа «фланец» (рис.1).

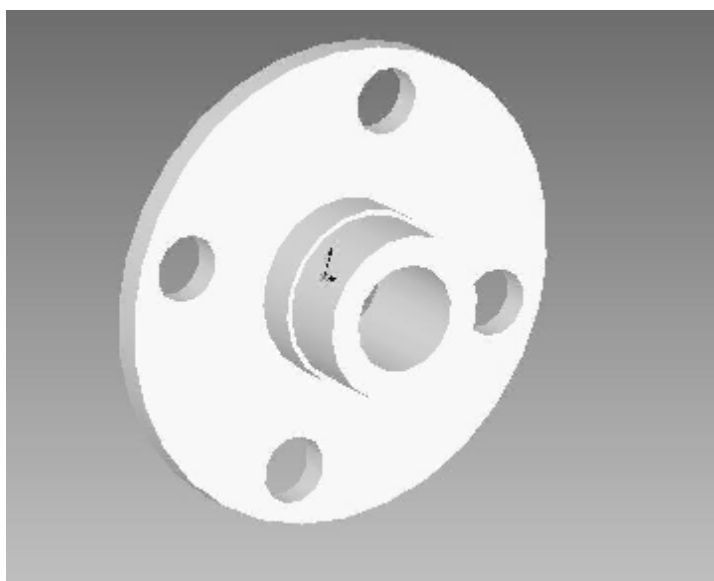


Рис. 1. Фланец коленчатого вала.

Эксперименты проводились при обработке по групповому технологическому процессу. Рассматривались такие параметры качества, как точность, шероховатость, пространственные отклонения, глубина и степень наклепа, внутренние напряжения.

В табл. 1 даны показатели весомости для рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 1. Весовые компоненты для операций механической обработки

Параметры	Веса главных компонентов						Дисперсия
	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	
Точность (X_1)	0,8826	0,0452	0,2257	0,2280	-0,0388	0,2435	0,99
Шероховатость (X_2)	0,1486	-0,8071	-0,3157	0,3931	-0,0410	-0,0258	0,99
Пространственные отклонения (X_3)	0,2785	-0,7884	0,3396	-0,4738	0,1154	0,1329	1,00
Глубина наклепа (X_4)	0,8394	0,1065	0,1004	0,0161	-0,5058	0,1332	0,99
Степень наклепа (X_5)	0,5899	0,1538	0,6741	0,3554	0,2105	-0,0568	0,99
Внутренние напряжения (X_6)	0,7682	0,2594	-0,4302	0,0223	0,3125	0,3384	0,99
Дисперсия	2,5215	1,9770	0,9150	0,5580	0,4140	0,213	6,00
Проценты	42,02	22,95	15,25	9,3	6,9	3,55	100

Здесь Z_0 – заготовка; Z_1 – токарная черновая обработка; Z_2 – токарная чистовая обработка; Z_3 – протяжная операция; Z_4 – сверлильная; Z_5 – термическая обработка.

Влияние главных компонент на выходное качество можно выразить следующей зависимостью

$$Y_i = \frac{M_i^1 X_1 + M_i^2 X_2 + M_i^3 X_3 + M_i^4 X_4 + M_i^5 X_5 + M_i^6 X_6}{l_i}, \quad (4)$$

где Y_i – влияние соответствующей операции на выходное качество; X_i – параметр качества; M_i – весовой коэффициент; λ_i – наибольшее собственное значение матрицы, характеризующий дисперсию соответствующей операции в общем выходном качестве.

Для получения собственного значения рассчитывается остаточная матрица, в которой исключено влияние первого компонента. Учитывая большой объем вычислений, расчеты проводились с использованием математической программы MatCad 2000. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Собственные значения и собственные векторы матрицы

Значения	Векторы						
$\lambda_0=2,5215$	m_0'	1	0,168	0,315	0,951	0,668	0,870
$\lambda_1=1,3772$	m_1'	0,057	1	-0,971	0,135	0,195	0,329
$\lambda_2=0,9155$	m_2'	0,334	-0,468	0,503	0,148	1	-0,638
$\lambda_3=0,5580$	m_3'	0,353	0,964	1	0,40	0,904	0,056
$\lambda_4=0,4140$	m_4'	-0,076	-0,081	0,228	1	0,416	0,617
$\lambda_5=0,2131$	m_5'	0,719	-0,076	0,393	0,393	-0,167	1

Результаты обработки опытных данных позволяют построить модель влияния операций технологического процесса на выходное качество

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_0 = \frac{0.8826X_1 + 0.1486X_2 + 0.2785X_3 + 0.8394X_4 + 0.5899X_5 + 0.7682X_6}{2.5215} \\ Y_1 = \frac{0.0452X_1 - 0.8071X_2 - 0.7884X_3 + 0.1065X_4 + 0.1538X_5 + 0.2594X_6}{1.3772} \\ Y_2 = \frac{0.2257X_1 - 0.3157X_2 + 0.3396X_3 + 0.1004X_4 + 0.6741X_5 - 0.4302X_6}{0.9155} \\ Y_3 = \frac{0.2280X_1 + 0.3931X_2 - 0.4738X_3 + 0.0161X_4 + 0.3554X_5 + 0.0223X_6}{0.5580} \\ Y_4 = \frac{-0.0388X_1 - 0.0410X_2 + 0.1154X_3 - 0.5058X_4 + 0.2105X_5 + 0.3125X_6}{0.4140} \\ Y_5 = \frac{0.2435X_1 - 0.0258X_2 + 0.1329X_3 + 0.1332X_4 - 0.0568X_5 + 0.3384X_6}{0.2131} \end{array} \right. \quad (5)$$

Система уравнений (5) показывает влияние каждой отдельно взятой технологической операции на выходное качество. Были получены регрессионные зависимости этих влияний для каждой операции. На рис.2 в качестве примера даны зависимости для черновой токарной операции.

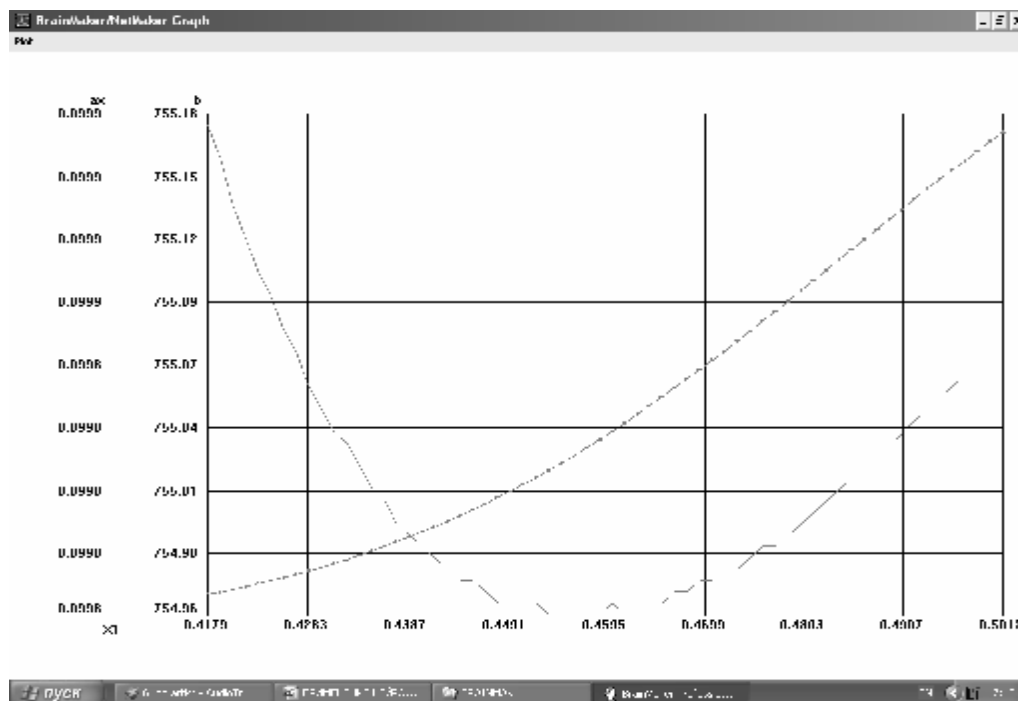


Рис.2. Влияние фактора X_1 (точность обработки) на параметры регрессионного уравнения a и bx при проведении токарной черновой операции

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено следующее:

1. Существующие в настоящее время стандарты и научно-техническая документация по прогнозированию качества механической обработки разрознены и не учитывают конкретные производственные условия.
2. Параметры качества лезвийной обработки имеют свои определенные весовые коэффициенты для каждой технологической операции.
3. Имеется тесная корреляционная зависимость изменения качества лезвийной обработки от вида технологической операции.
4. Получены числовые коэффициенты для всех этапов механической обработки деталей типа фланец, что позволяет проводить прогнозирование выходного качества на этапе технологической подготовки производства.

Список литературы: 1. Болтян А.В., Горобец И.А. Прогнозирование и оценка параметров продукции. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 137с. 2. Гмошинский В.Г., Клебанов А.И. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 232с. 3. Ухов Н.Н., Михайлов С.К., Беякова Е.И. Прогнозирование качества продукции. – Л.: Наука, 1980. – 128с.

СОДЕРЖАНИЕ

Ilii S. M., Strobel Gh., Dodun O., Munteanu A., Carp I., Apetrei L., Bangu D. EXPERIMENTAL RESULTS CONCERNING THE INFLUENCE OF THE HONING WORKING PARAMETERS ON THE SURFACE ROUGHNESS OF SOME STEEL WORKPIECES.....	3
George Isber EFFECT OF THE MAXIMUM PROBABILITY VALUE OF THE MAXIMUM SHORT CURRENT ON THE POSSIBILITY OF INCREASING THE PERIOD OF THE INVESTED ELECTRICAL EQUIPMENT SER- VICE.....	7
George Isber SOLISOLID WASTES CONDITION AND METHODS OF HANLING THEM IN SYRIA.....	14
Iuraş. E CONSIDERATIONS REGARDING THE SUPERFICIAL LAYER THERMAL AFFECTED IN THE EDM WORKING PROCESS WITH A THICK ELECTRODE	18
Iuraş, E. Bonteanu O., Ghiorghiță S. C. CONTRIBUTION REGARDING EVALUATION OF THE REGRESION FUNCTIONS FOR TECHNOLOGICAL PARAMETERS γ_{ES} , Q_p , V_p , U_A , R_a , S THAT DESCRIBE THE PROCESS OF EDM MANUFACTURING WITH A THICK ELECTRODE	23
Iuraş, E., Carlescu P., Catana R., Ghiorghita S. C., Barsanescu P. D CHOOSING OF THE OPTIMAL SOLUTION FOR A WIM SENSOR (WEIGH-IN-MOTION) USING ELECTRE METHOD.....	26
Jawish I FUZZY TECHNOLOGY FOR EVAPORATORS STEAM VALVE CONTROL.....	30
Kaliński W., Wojnarowski J IMPULSIVE AXIAL LOAD OF AN ENDLESS BAND-SAW.....	40
Kluz R WPŁYW KINEMATYCZNYCH BŁĘDÓW ORIENTACJI ROBOTA MONTAŻOWEGO NA MONTOWALNOŚĆ CYLINDRYCZNYCH POŁĄCZEŃ CZĘŚCI MASZYN.....	44
Komsta H.	

INFLUENCE OF THE HOMOGENIZING VALVE TYPE AND WORKING PRESSURE ON STABILITY POMACED TOMATO JUICES.....	48
Konefał B MODUŁOWOŚĆ I TECHNOLOGIE MODUŁOWE W RAMACH MONTAŻU ELASTYCZNEGO.....	52
Lashmanov D CALCULATION OF RUBBER COMPOUND DISTRIBUTION IN EXTRUSION CROSSHEAD.....	56
Leida K., Akopjan R.A. TO THE QUESTION OF USING CORRELATOR FOR THE RESEARCH OF VEHICLE'S OPERATIONAL PROPERTIES.....	60
Lu Lude, Jang Xiao Xong, B.A. Струк, Е.В. Овчинников, Г.А.Костюкович, С.В. Авдейчик ЭЛЕКТРЕТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИНЕРАЛЬНОГО КЛАССА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	65
Lupașco A. S., Dicusar G. C., Cherecheș T [*] . D., Moșanu A. A INFLUENCE DES PARAMETRES DU PROCESSUS DE SECHAGE DES GRIOTTES SUR LES VALEURS DES VITESSES DE SECHAGE.....	70
Lupescu O., Pruteanu O.V., Baciuc C., Lupescu O RESEARCHES UPON THE INFLUENCE VARIATION OF THE WORKING REGIME PA- RAMETERS ON THE MOSAIC BLOCKS DIMENSIONS IN THE STEEL COLD ROLL- ING PROCESS.....	72
Malachenkova A.V., Kliaguine G.S. SCHEMA RATIONNEL DE L'UTILISATION DES BATTITURES GRAISSEES DU LAMINAGE.....	76
Marechal J.M., Marechal J.F., Foucault G FINER THAN FINE.....	79
Marian Bunea THE ANALYZE OF HYDRODYNAMIC LUBRICATION OF SLIDING BEARINGS US- ING FINITE ELEMENTS METHOD.....	82
Mosteanu D., Barsan Gh., Miclaus S A COMPARATIVE STUDY REGARDING THE QUALITY OF THE VOLATILE OILS OBTAINED BY MEANS OF HYDRO DISTILLATION.....	86
Mosteanu D., Barsan Gh., Miclaus S THE OPTIMIZING OF THE MICROWAVES HYDRO DISTILLATION PROCESS....	90
Mrówka-Nowotnik G, Sieniawski J., Nowotnik A THE EFFECT OF AGING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES OF	

WROUGHT ALUMINIUM ALLOY.	94
Munteanu A, Dodun O., Apetrei L., Ilii S., Viacheslav M THE THEORETICAL COMPARATIVE STUDY OF THE NON-CONVENTIONAL MA- CHINING TECHNIQUES.....	98
Gavril Muscă, Elena Muscă A CAM TURNING MODEL BASED ON CAD REVOLVING FEATURES.....	102
Nedelcu Roxana SLIDING BEARING ALTERNATIVES TECHNOLOGIES.....	106
Nicolae V., Boroiu A., Dobrescu I., Rizea V USE OF BINOMIAL MODEL FOR RELIABILITY STUDIES IN ORDER TO GIVE EFFICIENCY TO CAR MAINTENANCE ACTIVITY.....	110
Nowotnik A., Sieniawski J., Mrówka-Nowotnik G MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF HOT-DEFORMED CARBON STEEL.....	113
Otkidach V.V., Dzhura S.G., Drachuck Y. Z INFORMATIONAL AND LOGICAL PRINCIPLES OF THE PROCESS CONTROL IN MICRO-AND MACRO-STRUCTURES	117
Andrzej Pacana ,Barbara Rzeźnik PRODUKCJA MASOWA A LEAN PRODUCTION.....	122
Pacana A., Wedman B., Tadla T ANALIZA METODYKI CERTYFIKACJI PROCESÓW.....	126
Paraschiv Dr. ,Pruteanu O.V. , Carausu C., Pricope C., Huşanu V., Toca A. COMPARATIVE ANALYSIS REGARDING THE LUBRICATION IN DIFFERENT PROCESSINGS.....	130
Paraschiv Dr., Pruteanu O.V., Carausu C., Pricope C., Huşanu V., Toca A STUDIES REGARDING THE INFLUENCE OF THE CUTTING PROCESSES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT.....	134
Pruteanu O.V., Paraschiv Dr., Cărauşu C., Sarbu I., Schnakovszky C., Brabie G., Pricope C., Huşanu V. MEASUREMENT OF THE BOTTOMING VOLTAGE IN THE BALL-BEARINGS RACE.....	138
Radovanovic R. Miroslav MODEL FOR DETERMINATION COSTS OF LASER CUTTING.....	148
Raveica I.C., Gherghel M	

STUDIES CONCERNING THE OPTIMIZED BLADES SHAPES OF FINISHING FRONTAL MILLING MACHINES.....	152
Grigore Rosnițhe	
RESEARCH CONCERNING THE TECHNICAL SYSTEM' S PERFORMANCES AND STABILITY IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY.....	155
Rydz D. , Dyja H., Łabuda E., Stradomski G	
THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR THE ANALYSIS OF THE ASYMMETRIC PROCESS OF ROLLING TWO-LAYER ST3S+0H18N12NB PLATES.....	160
Slătineanu, L., Dodun, O., Coteață, M., Ilii, S.	
SOME ASPECTS CONCERNING THE PLASMA MICROETCHING.....	163
Sârbu I., Frîncu O., Sârbu M. Șt., Paraschiv Dr	
CONSIDERATIONS REGARDING SUBMERSE ARCH WELDING (S.A.W.)	167
Sobota R., BAČA J., Tittel V	
DER VORSCHLAG DER TONNENFORM DES VORSCHMIEDESTÜCKES FÜR DAS GESENKSCHMIEDEN.....	171
Stanciu A., Pruteanu O. ,Paraschiv Dr	
THEORETICAL STUDIES REGARDING THE INFLUENCE OF THE SHAPED SUR- FACE'S ROTATION OF THE CUTTING TOOL AROUND AXIS Z ON THE PRECISION OF THE THREADS PROCESSED ON THE LATHE THROUGH CHIP REMOVAL.....	176
Stefanik A., Dyja H.	
DETERMINATION OF NORMALIZED COCKROFT – LATHAM CRITERION IN THE TENSION TEST FOR BST500S STEEL.....	181
Stoicovici Maria	
LE RÔLE DE LA LANGUE MATERNELLE DANS L'APPRENTISSAGE DES LANGUES ETRANGERES.....	185
Sturza R., Dragancea V., Vrîncean M., Cojocaru T	
ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET DE LA STABILITÉ OXYDATIVE DES ÉMULSIONS ALIMENTAIRES.....	188
Świder J., Wszolek G., Reclik D	
HIGH STORAGE SYSTEM AS AN ADDITIONAL MODULE FOR THE MODULAR PRODUCTION SYSTEM (MPS)	192
Tanasa R.E., Munteanu A., Carp I., Grănescu, T., Slătineanu, L.	
THEORETICAL CONSIDERATIONS REGARDING THE SURFACE ROUGHNESS BY SUPERFICIAL PLASTIC DEFORMING WITH CENTRIFUGED BALLS.....	195

Teodoru E., Demeter Ş SIMULINK MODELS OF $\Delta\Sigma$ MODULATORS FOR FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS	199
Teodoru E. E., Demeter Ş A SIMULINK MODEL OF THE REQUANTISATION INFLUENCE IN $\Delta\Sigma$ FRACTIONAL-N SYNTHESIZERS PHASE-NOISE CANCELLATION.....	203
Toca A. PREMISES FOR ELABORATION OF THE STUDIES PLANS STRUCTURE IN 2 CYCLES: LICENSE AND MAGISTRATE.....	207
Muien Unes, George Isber EXPERT SYSTEMS AND THEIR APPLICATION TO POWER SYSTEMS.....	212
Virca I., Nanu D., Nederita V., Lazar V. EXPERIMENTAL RESULTS OF SURFACE THERMIC TREATMENTS BY THE PULSES OF OPTICAL RADIATION ON SOME METAL POWDER PIECES.....	219
Wojnarowski J., Kopeć J. APPLYING GRAPHIC MODELS TO ANALYSIS OF SELECTED MACHINE PARTS.....	223
Zielińska M., Sieniawski M. INFLUENCE OF SURFACE MODIFICATION ON GRAIN REFINEMENT OF IN 713C.....	226
Аулін В.В., Солових Є.К., Бобрицький В.М., Жулай О.Ю. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРОЗАЛЕЖНИХ ВЛАСТИ- ВОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТ- ТІВ.....	231
Бобанова Ж.И., Рушика И.Д., Петренко В.И., Силкин С.А., Ющенко С.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕК- ТРООСАЖДЕНИЯ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ Co-W.....	240
Бован Д.В., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Хмарук К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДЫХ ЭНЕРГОНА- СЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАСНАРЯЖЕ- НИЯ И УТИЛИЗАЦИИ БОЕПРИПАСОВ.....	244
Богуславский В.А., Польченко В.В., Сахби Зантур, Сидорова Е.В ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОК И СТРУЖКИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ.....	247

Володарец Н.В., Бондарь Е.А ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА РАССЕЙВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕПЛОВЗОВ.....	250
Генералов М.Б КРИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....	253
Дерке А.В ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ В МЕЛКО- СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	256
Захарченко А.Д ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СОЕДИНЕНИЙ АВИА- ЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	261
Каталымов А.В ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ.....	265
Краснощекова Г.А ОСНОВЫ НОВОЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО И ЯЗЫКОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	267
Малев В.Б. , Парфенюк А.С., Журба В.В., Кудрявцев А.А., Чубенко А.В. ВОСХОДЯЩЕЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЁРДЫХ ЧАСТИЦ НА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ИХ КЛАССИФИКА- ЦИИ.....	275
Марчук В.І., Лапченко Ю.С ТЕХНОЛОГІЧНЕ КЕРУВАННЯ ВИСОКОЧАСТОТНИМИ КОЛИВАННЯМИ ШЛІ- ФУВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ВРІЗНОМУ БЕЗЦЕНТРОВОМУ ШЛІФУВАННІ.....	280
Павленко І.І., Мажара В.А ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ ДВОЗАХВАНТИХ ПРИСТРОЇВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ РТК.....	283
Парфенюк А.С СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРА- БОТКИ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ – ПЕРВООЧЕРЕДНАЯ ЗАДАЧА ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ.....	288
Поліщук Л.К., Пурдик В.П., Адлер О.О ВМОНТОВАНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД ЧУТЛИВИЙ ДО НАВАНТАЖЕННЯ.....	292

Топоров А.А., Третьяков П.В., Матюшин В.А., Крюков И.Э., Худошин А.А., Снегирь А.В., Боровлев В.Н ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА “TRIM” ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРО- ИЗВОДСТВ.....	295
Третьяков П.В., Парфенюк А.С ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЕРМО- ЛИЗНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СПЕКАЮЩИХ- СЯ МАСС.....	299
Чеботарев Г.К., Рыбинская Т.А., Шаповалов Р.Г ПРИМЕНЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ГИДРОДИНА- МИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ДНИЩЕ ГИДРОСАМОЛЕТА ПРИ ГЛИССИРОВАНИИ НА ВЗВОЛНОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ.....	303
Юринец Р.В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБОФОРМИРОВАНИЯ.....	307
Юринец Р.В ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ГЛАДКО-РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ.....	310
Ярославова А.Б., Гордеев А.С ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ГРУППОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	313

**ХІІІ міжнародна
науково-технічна конференція
«МАШИНОСТРОЄННЯ І ТЕХНОСФЕРА ХХІ ВІКА»**

Збірник трудов

Том 5

ISBN 966-7907-20-1

Комп'ютерна верстка – Лахін А.М.