

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія**



**МОЛОДА НАУКА
ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ
ПРОЦЕСИ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ
ОСНАЩЕННЯ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ INTERNET-
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**



**Краматорськ
ДДМА
2017**

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія,
J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty (Хорватія)
University of Zielona Góra (Польща)
Higher Technical School Trstenik (Serbia),
DAAAM International Vienna,
Belgrade University Faculty of Mechanical Engineering in Podgorica (Montenegro),
Міжнародний університет безперервної освіти
Навчально-науково- виробничий комплекс «Спеціаліст»,
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
ТОВ Corum Group
Громадська рада м.Краматорська
Кафедра «Технології машинобудування»
Студентське наукове товариство з технології машинобудування

МОЛОДА НАУКА. ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНТЕРНЕТ –
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського

Краматорськ
ДДМА
2017

ББК 34.5
УДК 621
М 75

Рецензенти:

Кіяновський М. В., д.т.н., проф., зав. каф. Технології машинобудування Криворізького національного університету

Самотугін С. С., д.т.н., проф., зав. каф. Металорізальних верстатів Приазовського державного технічного університету

Затверджено
на засіданні вченої ради ДДМА
(протокол № 7 від 30.03.2017)

Програмний комітет конференції

Dasic Predrag	Prof., High Technical Mechanical School (Trstenik, Serbia)
Jenek Mariusz	Dr. inz (Polska, Universitet Zielonogorski);
Marušić Vlatko	Dr.Sc.,Prof. (Head of Department of Materials Engineering J.J.Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod,Croatia)
Sandra Poirier	Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);
Анділахай О.О.	д.т.н., проф. (ПДТУ, м.Маріуполь, Україна);
Внуков Ю.М.	д.т.н., проф. (ЗНТУ, м.Запоріжжя, Україна);
Волошин О.І.	головний інженер ПАТ НКМЗ (м.Краматорськ, Україна);
Грабченко А.І.	д.т.н., проф., (НТУ «ХПІ», м.Харків, Україна);
Залога В.О.	д.т.н., проф. (СумДУ, м.Суми, Україна);
Кіяновський М.В.	д.т.н., проф. (КНТУ, Кривий Ріг, Україна);
Ковалевська О.С.	к.т.н.,доц., докторант НТУ «КПІ» (м. Київ, Україна)
Ковалевський С.В.	д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);
Ковальов В.Д.	д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);
Мазур М.П.	д.т.н., проф.(ХНУ, м.Хмельницький, Україна);
Макаренко Н.О.	д.т.н., проф. (ДДМА, м.Краматорськ, Україна);
Марчук В.І.	д.т.н., проф. (ЛНТУ, м.Луцьк, Україна);
Мельничук П.П.	д.т.н., проф. (ЖДТУ, м.Житомир, Україна);
Новіков Ф.В.	д.т.н., проф., (ХНЕУ, м.Харків, Україна);
Петраков Ю.В.	д.т.н., проф. (НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, м.Київ, Україна);
Самотугін С.С.	д.т.н., проф. (ПДТУ, м.Маріуполь, Україна).

У збірнику опубліковано матеріали праць аспірантів, магістрантів і студентів – фахівців у галузі технології машинобудування. Пропонуються перспективні ідеї, аналіз конкретних проблемних питань машинобудування, подано розробки, готові до впровадження.

Призначений для використання в практичній діяльності магістрів, фахівців і студентів ВНЗ.

Молода наука. Прогресивні технологічні процеси, технологічне оснащення машинобудування : збірник наукових праць міжнародної науково-технічної інтернет-конференції студентів і молодих вчених / за заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – 119 с.

ISBN 978-966-379-797-7

ББК 34.5
УДК 621
© ДДМА, 2017

UDK 629.4.027.23

Matjačić D., mentor **Stoić A.** (Croatia, Slavonski Brod, MEFSB)

PRODUCTION OF POLYURETHANE MODELS FOR DIE CASTING PROCESS

The paper explores and describes the production process of a polyurethane model prepared for gear casting process. The dimensions of the gear are used for the calculation of the dimension the model gear and afterword designed in a 3D program, where the attention was paid to the construction rules for casting pattern. The choice of material to be used for model depends on the size of production, complexity, surface quality and dimensions of the model. In the paper are also mentioned the properties of a used slab of polyurethane. The practical part of the paper describes the procedure of processing models on a CNC milling machine. Finally, the program code for the CNC machine was created.

Casting is one of the forming technology of metal in which the molten metal is formed by mould cavity to get the finished product, DIMENSIONS. Metal takes the shape and dimensions of the molding cavity and retains it after solidification. Model for making a casting mold tool that is used for forming the molding cavity. Combine the core models and various cavities allow to obtain proper molds. Before casting process, a model has to be made, without which the casting in sand molds are impossible. The accuracy of the casting depends on the dimensional accuracy of the model, core and cavities. The model is developed on the basis of a draft of the workpiece [9]. With the construction of the model one should pay attention to: increase of the model dimensions for the amount of shrinkage in the cooling casting depending on the material that is left, correction for the deformation of the casting for cooling, determine the plane sharing for ease of molding models, anticipate amendments for subsequent machining certain surfaces, predict parting line surface perpendicular to the plane of division in order to facilitate removal of the model from the mold. Plane sharing model, the cutting model by its largest section to the model could be removed from the mold. Models for casting can be divided into permanent and disposable. Table 1 shows the values of shrinkage during cooling, for some metals. If the casting after casting needs to be machined, it is necessary to add to the dimensions of the model supplement for metal removal.

Table 1

Contractions of metals used for casting dies [9]

Metals	ϵ , mm/m	Metals	ϵ , mm/m
Al alloys	13	magnesium	21
aluminum bronze	21	magnesium alloys	16
alloys copper-nikal	21	magnesium bronze	21
zinc	26	brass	13
carbon steel	16 ÷ 21	nikal	21

Sequel of Table 1

Cr steel	21	lead	26
Mn steel	26	gray cast iron	8 ÷ 13
tin	21	white cast iron	21

Table 2

Supplement for metal removal process [9]

Material	Addition of dimensions of castings to be machined by, mm		
	drilling and broaching	Turning, milling, planning	
		dimensions of castings up to 800 mm	over 800 mm
gray cast iron	0,3 ÷ 1	2 ÷ 5	6 ÷ 20
malleable iron	0,3 ÷ 1	2 ÷ 3	–
cast steel	–	3 ÷ 8	8 ÷ 30
nonferrous castings	0,3	2 ÷ 3	4 ÷ 10

To remove the model from the mold to avoid damaging the mold is necessary to surfaces that are perpendicular to the mold bases make with bevel.

Table 3

Bevel degree [9]

h , mm	a , mm	α
to 20	1	3°
20 ÷ 50	1,5	1°30'
50 ÷ 100	2	1°15'
100 ÷ 200	2,5	0°45'
200 ÷ 300	3,0	0°30'
300 ÷ 500	4,0	0°30'
500 ÷ 800	5,0	0°30'
800 ÷ 1000	6,0	0°30'
1000 ÷ 1200	7,0	0°30'



The selection of materials for making models is conducted according to the following criteria: the intended number of the die to be molded such a model (single, bulk or mass production), the larger number of molds required better quality materials, way of making molds (by hand, machine or combined), machine molding achieve greater load factors, the models are made of better quality materials model dimensions are defined by the selection of materials, large models are made of cheaper materials and less complex are made of better quali-

ty materials, complexity of the shape model, models for large flat surfaces of large curvature and the materials used to lower mechanical properties, while the complex models thin wall using improved materials [9].

To create a permanent model most commonly used materials are: wood, metal, plaster or cement, plastics.

3D MODELING

Gear model has been made in 3D program SolidWorks in accordance to prior default and calculated values. Profiles hips teeth are involute and therefore it is necessary to pay attention to the construction of involute. Involute gear are because of its many advantages such as relatively simple production of gears and transmission ratio insensitivity to small changes in axial distance, most often used. The involute curve described by each point of the direction of sliding without breaks off at the basic circle. To reduce the mass of gears and thus save on material and price, we have added slots (Fig. 1).

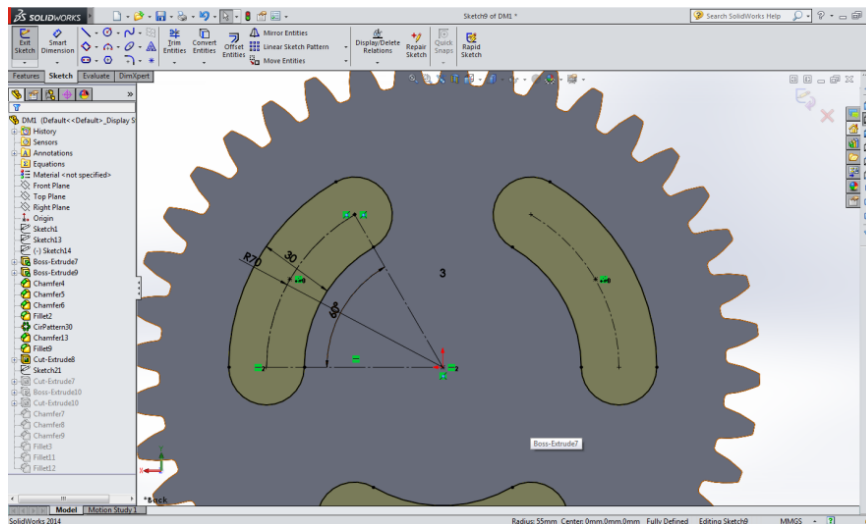


Fig. 1 – Gear model

On all sharp edges is necessary to make curvature. All vertical surfaces of the plane of division must have a chamfer for easier removal from the mold (Fig. 2).

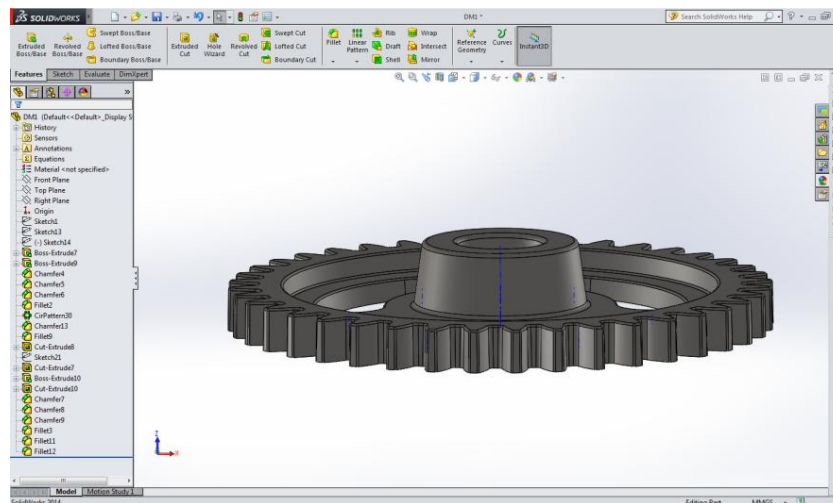


Fig. 2 – Beveling and curvature of the gear

SELECTION OF MATERIAL FOR MAKING THE MODEL

Polyurethane (PUR) is a polymeric material comprised of linear, branched and cross-linked macromolecules in which urethane groups associated with poly-ether or polyester segments. Obtained stepwise polymerization (with the reactive hydrogen transfer) diisocyanate and a dialcohol of the polar solvents and the use of catalysts. By type of monomer and the conditions of production are obtained polyurethanes of various structures and properties, and the hard foam to fibrous and elastomeric materials, binders, coatings and adhesives. Polyurethanes because of its properties are widely used. Lately, more and more use of technical materials for various purposes. To create the model used is polyurethane panel markings M945 (Fig. 3) German manufacturer. M945 panels are applied in the manufacture of model plates, molds, tools (e.g. for sheet metal forming) model.

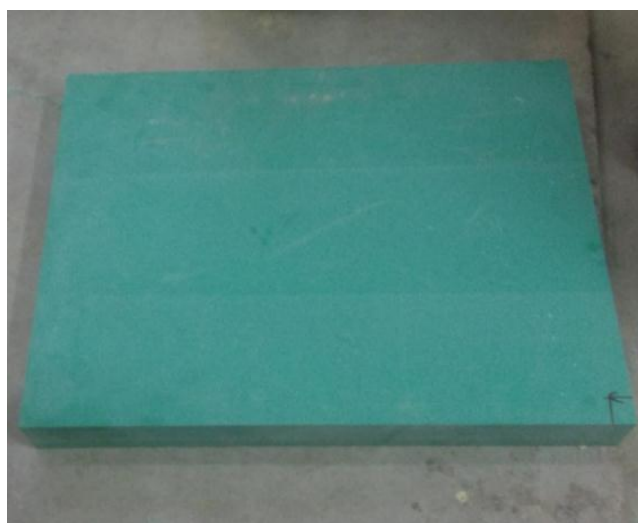


Fig. 3 – SikaBlock M945 plate

Advantages of SikaBlock M945: excellent performance in milling, easy bonding, low value of linear thermal expansion, high resistance to abrasion, very high compressive and flexural strength, dense surface with good sliding properties. Table 4 shows the properties panel SikaBlock M945. Dimension of the plates were: 1000 mm x 500 mm x 75 mm.

Table 4

Properties of SikaBlock M945

SikaBlock M945			
Density	ISO 845	g/cm ³	1,3
Hardness Shore	ISO 868	-	D 83
Bending strength	ISO 178	MPa	100
Modul of elasticity	ISO 178	MPa	3400
Compressive strength	ISO 604	MPa	95
Bending rupture	ISO 179 Ue	kJ/m ²	25
Temperature	ISO 75 B	°C	80
Thermal koeficient, α_T	DIN 53 752	K ⁻¹	65-70 x 10 ⁻⁶

MODEL MAKING PROCEDURE

From the plate on a band saw machine, the initial piece of diameter 292 mm has been cut out. Piece needs to be cleaned of dust, grease and other contaminants. Processing model is carried out on a CNC machine manufacturer Haas (Fig. 4), with five degrees of freedom. Before the machining it is necessary to set the proper tools in the turret on the machine. On metal table, it is mounted wooden panel (Fig. 5).



Fig. 4 – CNC machine

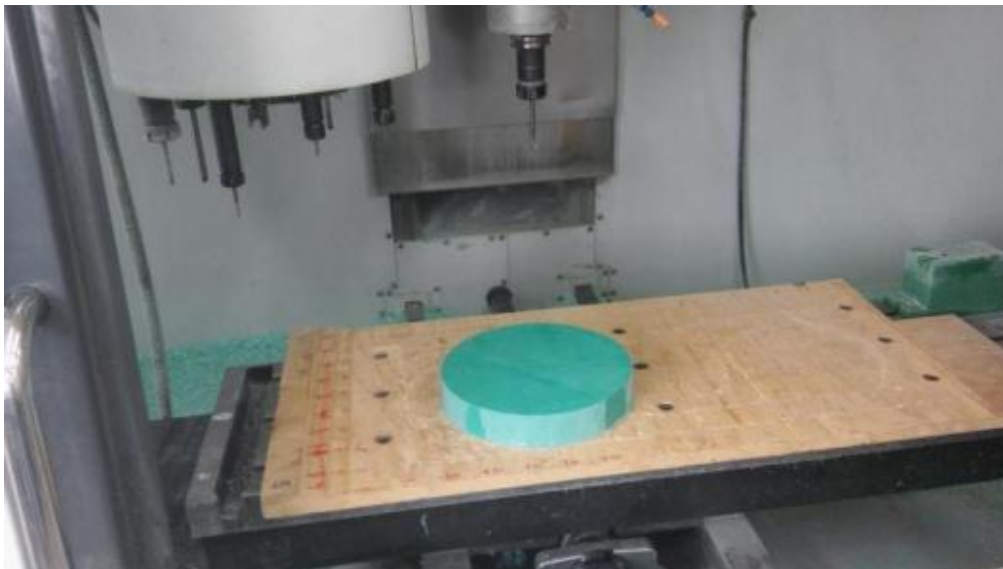


Fig. 5 – Wooden table

Instead of shrinking, as with metal pieces, plastic workpiece is fixed by gluing on the prior mounted wooden board, using a gun to hot glue. Parameters for roughing cutter with a diameter of 40 mm: cutting speed (SPM): 564 m/min, tool speed (RPM): 4500 r/min, feed per tooth: 0.444444 mm/tooth, sliding speed: 4000 mm/min, cutting depth: 3 mm, addition of processing: 1 mm. Parameters processing mills with diamond: cutting speed (SPM): 113 m/min, tool

speed (RPM): 6000 r/min, feed per tooth: 0.141667 mm/tooth, sliding speed: 1700 mm/min, cutting depth: 0.3 mm, for treatment: 0 mm. Fig. 6 shows the processing of the gear slots.



Fig. 6 – Gear slot production



Fig. 7 – Final pass

CONCLUSION

The method of making models for casting requires knowledge from several areas of mechanical engineering, such as foundry, construction, machining particles, programming of CNC machines, etc. While in past models crafted by hand today are almost all produced by machines which greatly reduces time and increases quality making. Standing models for casting in sand molds usually are made of wood and plastic, because they are cheaper and easier to handle. Production of castings from one-sand mold is the most common procedure in the

foundry industry and therefore develop a model very important. Models of polyurethane and other plastics are increasingly used because of their good qualities, reasonable prices, a large number of molding and able modeling complicated geometry. Technology development is almost impossible to be improved because the production of model casting are usually done in small batches. Almost the entire production is based on computers and CNC machines in addition to preparing the workpiece, which is performed manually, and the coloring of the finished model. It is possible to improve production by investing in the workforce, education, to make things faster and better performing certain tasks.

REFERENCES

1. Kolumbić Z., Tomac N.: *Materijali – podloge za diskusiju*, Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet, Odsjek za politehniku, Rijeka, 2005. URL: <http://www.ffri.hr/~zvonimir/StrojarskaTehnologija/2LijevanjeV0.doc> (19.6.2016)
2. Slika Deutschland GmbH, *Product Data Sheet, SikaBlock M945*, 2016. URL: http://deu.sika.com/dms/getdocument.get/bd677f86-98d6-33e3-9476-45d6f3e12d49/SikaBlock_M945_eng.pdf (22.6.2016)
3. Matjačić, Danijel: *Production technology for the model of final product to be made of polyurethane according to drawing DM1*, Final Master thesis Mechanical engineering faculty in Slavonski Brod, 2016.

UDK 631.158: 658.3.018

Šakić D., Opačak I., mentor Marušić V. (Croatia, Slavonski Brod, University Applied Science, Zagreb, MEFSB)

TESTING OF THE PLOUGHSHARES WEAR DURING PLOUGHING

During ploughing the soil particles wear of ploughshares plough by abrasion. Standard and welded ploughshares were tested. The standard ploughshares are made of manganese steel 50Mn7. The welded ploughshares are made by applying a C-Cr-Co-Ni-Si additional material on the general structural steel S355JO. Ploughing is done using a plough roller machine, on soils silty loam to silty clay texture. Ploughing is done in a period of 120, 240 and 360 hours. Each of ploughshare is ploughing 60, 120 and 180 hours. Ploughshares wear followed by the controlled mass loss and change in dimensions. After 180 hours the average weight loss of welded ploughshares was 25,06 %. In the same time of ploughing the average weight loss of standard ploughshares was 26,29 %. Based on these preliminary results of research it was concluded that the welding layer which containing Cr carbides can affect the extension of the life of ploughshares.

During ploughing the ploughshares are wear and consequently dull. Weight loss occurs and changes in the dimensions of ploughshares. This results in costs. Direct costs are the price of new ploughshares and work for the replacement of worn-out. Indirect costs may consist in increased of fuel consumption during operation and in a worse quality of ploughing. These indirect costs may increase significantly. For example, if due to „slower“ ploughing comes to breaking the optimal sowing dates, so that it reflected the proceeds at harvest. During ploughing the first dull a top of ploughshares, and then a blade of ploughshares [1]. Tested will be ploughshares made of different materials by monitoring changes of characteristic dimensions and weight loss. The aim of this research is to be based on the comparison results of ploughshares determine which material or protective layer gives greater wear resistance.

According to the literature [2, 3] the quality of ploughing depends not only on the material of ploughshares but also on the composition of the soil. The material hardness and its content of the structural constituents can contribute to the prolongation life of ploughshares. The composition of the soil affects on the wear depending on the content of abrasive particles and the moisture content.

CHOICE OF ALTERNATIVE PLOUGHSHARES

For the research of the wear resistance during ploughing are selected:

„A“ – standard ploughshares, purchased together with the plough, made of manganese steel 50Mn7,

„B“ – own welded ploughshares, made with a protective layer of additional material on the basis of C-Cr-Co-Ni-Si to the base material of structural steel S355JO. In Fig. 1 are shown the characteristic dimensions of ploughshares.

In Table 1 are shown the chemical composition of additional material for welded own variant of ploughshares.

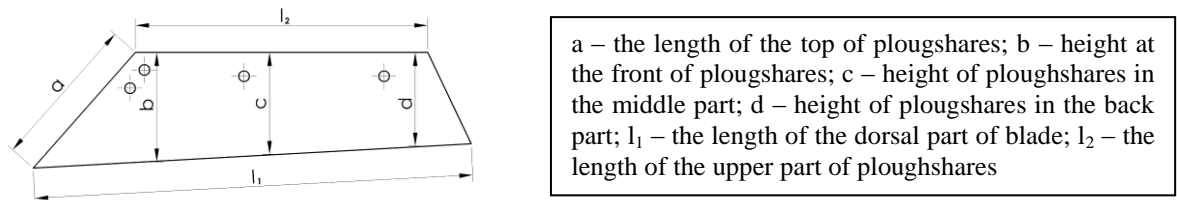


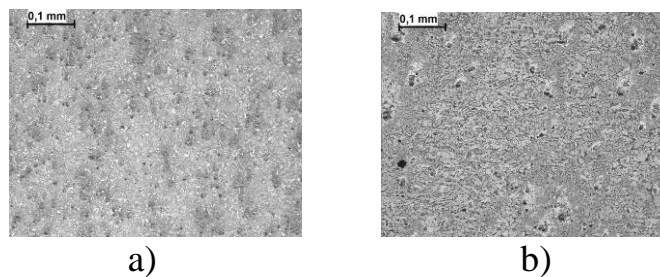
Fig. 1 – The characteristic dimensions of ploughshares

Table 1

Chemical composition of additional material

Chemical composition, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co
3,30	1,49	0,43	24,32	3,13	0,10	3,20

In Fig. 2 are shown the characteristic microstructures of tested ploughshares.



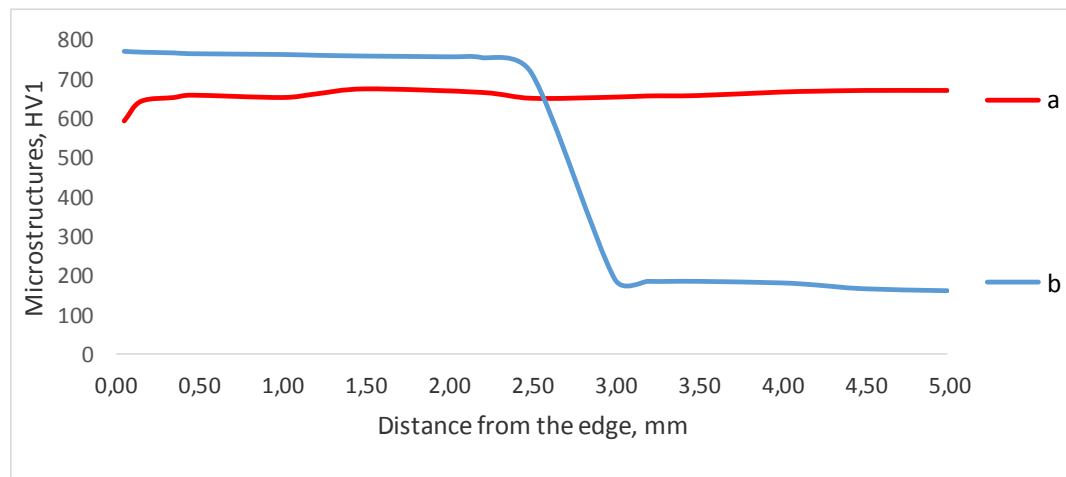
a) standard ploughshares; b) welded ploughshares

Fig. 2 – The characteristic microstructure of tested ploughshares

Diagram in Fig. 3 are shown the current hardness HV1 by section of ploughshares. The analysis of metallographic images can be seen that the structure of standard ploughshares are predominantly bainitic. In the protective layer of welded ploughshares observed Cr carbides relatively evenly distributed in the dendritic matrix. The hardness of standard ploughshares is uniform in „depth“ and is about 650 HV1. The welded layers have a hardness about 750 HV1 with a marked decline in the heat-affected zone and base material, to about 180 HV1, due to ferrite-pearlite structure of the base material.

COMPOSITION OF SOIL

Considerning that wear depends on the composition of the soil, were selected that ploughing to be done on silty loamy and silty clay soil. A total of 15 plots are selected [4]. At the investigated plots soil is silty loam (41,17 %) to silty clay texture (58,83 %). Percentage of clay particles with silty loam soil ranged from 22,65 % to 26,96 %. In silty clay soil percentage of clay particles ranged from 27,96 % to 33,49 %. Percentage of sand particles with silty loam soil ranged from 2,20 to 3,16 %, and the silty-clay loam texture percentage of sand was lower, ranging in the range from 1,17 to 2,63 % [4]. On ploughed plots the moisture content at the depth of 30 cm ranged from 19,32 to 35,39 %.



a) standard ploughshares; b) welded ploughshares

Fig. 3 – The characteristic diagram of hardness on the section of ploughshares before use

MAKING OWN VARIANT OF PLOUGHSHARES

Considering to the specific form is selected that a top of the ploughshares be welded with electrode C-Cr-Co-Ni-Si, with hand-arc process. The blade of ploughshare is protected by inductive melted powder C-Cr-Co-Ni-Si. Inductive procedure is selected because of the possibility of achieving evenly distributed layer, evenly thickness and the speed of the melting procedure on such large lengths (over 500 mm). Measuring by Rockwell method was determined that the surface hardness of standard ploughshares ranged from 42 to 46 HRC. On the welded ploughshares were measured the values of the surface hardness ranged from 43 to 48 HRC.

THE RESULTS OF THE EXPERIMENT

Testing was performed with two tractors power of 129 kW with drive to all four wheels. The two rotational ploughs with working width of 120 cm was used. Testing was performed on a total of 16 ploughshares. The test is 8 standard and 8 own welded ploughshares by each plough. During the research speed of the tractor is followed by chronometer. In all tests the speed of the tractor is set to 7 km/h.

For more substantial increase in the resistance of the soil ploughing speed automatic transmission shifts to a lower gear movement, avoided is the manual gear changes. Measuring dimensions of the ploughshares „a“, „b“, „c“ and „d“ was performed with the caliper, measuring range 0 ÷ 200 mm with the accuracy of measurement ($\pm 0,01$ mm). Mass of the tested ploughshares will be determined by weighing on an electronic scale with measuring range to 6000 g and accuracy ± 1 g. Average start length of the top „a“ of standard ploughshares „A“ was 198,50 mm, width „b“ 142,13 mm, „c“ 127,63 mm, „d“ 121,25 mm. Average length of the top „a“ of welded ploughshares „B“ was 199,13 mm, width „b“ 143,50 mm, „c“ 131,88 mm i „d“ 125,13 mm. In Figure 4.a are shown the characteristic appearance of standard ploughshares, and in Figure 4.b welded ploughshare after ploughing.



a) standard ploughshares “A”; b) welded ploughshares „B“ on additional material S355JO

Fig. 4 – The characteristic appearance of ploughshares after ploughing

The control of changes in dimensions and mass loss of ploughshares was performed in three periods: 120, 240 and 360 hours of work a ploughshares. Therefore, since the rotational plough was used, each ploughshare is controlled after 60, 120 and 180 hours of work. Before starting of work with any defined of testing was performed a measurement in order to determine the dimensions and weight. The average weight of standard ploughshares before starting a work was 3.927,50 g, and welded ploughshares was 4.330,005 g. Mass of welded ploughshares is higher than standard ploughshares, as a result of welding protective layer. The results of mass loss are shown in Table 2.

Table 2

Average weight reduction of 8 standard and 8 welded ploughshares during ploughing

Ploughshares type	After 60 hours		After 120 hours		After 180 hours	
	Weight loss		Weight loss		Weight loss	
	g	%	g	%	g	%
Standard „A“	355,0	9,04	678,8	17,29	1.032,5	26,29
Welded „B“	382,5	8,95	733,8	17,16	1.072,5	25,06

In Table 3 are shown the results of changes characteristic dimensions of ploughshares. The average depth of ploughing with standard ploughshares was 29,10 cm. The average depth of ploughing with welded ploughshares „B“ was 29,30 cm.

Table 3

Average dimension reduce of 8 standard and 8 welded ploughshares during ploughing

Average reduction of characteristic dimensions						
Ploughshares type	After 60 hours of work		After 120 hours of work		After 180 hours of work	
	Wear		Wear		Wear	
	mm	%	mm	%	mm	%
Nominal dimension <i>a</i>						
Standard „A“	16,13	8,12	27,38	13,79	39	19,65
Welded „B“	7,25	3,63	13,13	6,58	18,25	9,16

Sequel of Table 3

	Nominal dimension <i>b</i>					
Standard „A“	5,63	3,97	9,25	6,51	13,63	9,59
Welded „B“	3,75	2,6	6,88	4,77	8,88	6,16
	Nominal dimension <i>c</i>					
Standard „A“	6,88	5,39	10,5	8,23	14,13	11,07
Welded „B“	6,25	4,75	9,5	7,21	11,0	8,34
	Nominal dimension <i>d</i>					
Standard „A“	6,13	5,04	10,25	8,35	14,38	11,85
Welded „B“	5,25	4,19	8,75	6,99	11,5	9,20

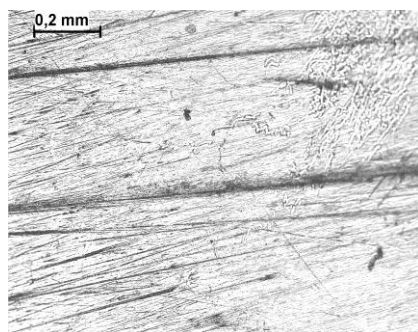
Size of treated surface was determined by measuring with the help of a measuring tape and working hours of the tractor measured by chronometer, Table 4.

Table 4

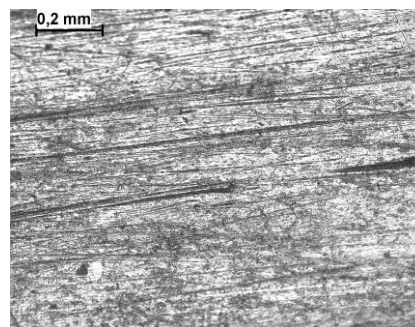
Treated surface and the working hours of tractors

Total treated surface, ha	Treated surface, ha	Time of tractors clean work, h	Total working time of tractors, h
Standard ploughshares „A“			
331,25	119,23	120	120
	110,23	120	240
	101,79	120	360
Welded ploughshares „B“			
338,83	123,09	120	120
	111,53	120	240
	104,21	120	360

Recording the traces of wear on ploughshares after ploughing are performed. The wear traces of standard ploughshares are shown in Fig. 5, a. Observed expressed continuous grooves formed with the abrasive SiO_2 contained in the soil. The wear traces of welded ploughshares are shown in Fig. 5, b.



a)



b)

a) standard ploughshares; b) welded ploughshares

Fig. 5 – The characteristic traces of wear of tested ploughshares

On welded ploughshares grooves are down to the point where the particles of sand encountered of chromium carbides contained in the protective layer. Increased wear resistance of welded layers are consequence of the presence of Cr carbide which are substantially harder than SiO_2 [5].

ANALYSIS OF THE RESULTS AND CONCLUSION

The average depth of ploughing with the standard ploughshares „A“ was 29,10 cm. For welded ploughshares „B“ average depth of ploughing was 29,71 cm. Analysis of the average reduction of ploughshares on characteristic parts (Table 3) determined significantly higher reduction of average dimension of standard ploughshares „A“ in comparison with the welded ploughshares „B“. The average weight of standard ploughshares was 1.032,5 g, or 26,29 % relative to the initial weight. The welded ploughshares during the experiment of ploughing worn average 25,06 % (Table 2). With standard ploughshares during the experiment was ploughed around 331 hectare, and with welded ploughshares around 339 hectare, (Table 4). From the same table it notes that over time reduces the size of the ploughed surface. This is due to dulling the top and blade of the ploughshare. Longer life of tools for the treatment of soil in addition to greater of work performance and enables the higher productivity. It is not irrelevant to point out that the ploughshares resistant to wear can have a significant impact on reducing the risk of indirect tribological losses that could occur in the event of exceeding the optimum sowing dates. Based on these preliminary results, an advantage in the application should be given to the welded ploughshares, or those protective layers which in the structure containing carbides harder than the abrasive particles contained in the soil.

REFERENCES

1. Richardson, R. C. D.: *The wear of metallic materials by soil - Practical phenomena*, *Journal of Agricultural Engineering Research* 12 (1967) 1, 22-39.
2. Xiaogang, Z.; Zebing, X.: *Abrasive wear resistance property of surfacing cladding hard alloy on tillage components*, *Agricultural Equipment & Vehicle Engineering*, 5 (2014).
3. Natsis, A.; Papadakis, G.; Pitsilis, J.: *The influence of soil type, soil water and share sharpness of a mouldboard plough on energy consumption, rate of work and tillage quality*, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72 (1999) 2, 171-176.
4. Opačak, I.; Putnik, I.; Samardžić, M.: *Influence of the soil particles on the wear of ploughshares during ploughing*, *"Machines, Technologies, Materials"*, 11 (2017) 4, 157-160.
5. Grilec, Krešimir; Jakovljević, Suzana; Marić, Gojko: *Tribologija u strojarstvu*, Zagreb, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2015., 208 str.

УДК 621.357.77

Бєлугіна М.М., наук. кер. Ковалєвський С.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА)

МЕТОД ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В статті розглянуто спосіб зміцнення робочих поверхонь деталей машин. А саме гальваніка, електрохімічний метод нанесення захисних покриттів на робочі поверхні деталей. Запропонований спосіб дозволяє значно підвищити зносостійкість поверхневого шару і поліпшити експлуатаційну надійність деталей машин.

Працездатність машини або механізму залежить від працездатності окремих деталей, тому зміцнення їх робочої поверхні відіграє особливу роль у забезпеченні ресурсу їх роботи [3].

Одним із найбільш ергономічних сучасних методів підвищення якості поверхонь деталей є гальванічне осадження деталі зміцнюючим шаром більш твердого та зносостійкого матеріалу. Тому у різних галузях промисловості знаходять широке застосування захисні гальванічні покриття металами і сплавами, які надають деталям корозійну стійкість, твердість, декоративні якості, жароміцні властивості та ін. [30]. Ці покриття мають призначення підвищення відбивної здатності світлотехнічних і оптичних виробів (покриття фар, дзеркал і рефлекторів, що працюють як в приміщеннях, так і в атмосферних умовах) максимальне зниження перехідного опору в місцях контактів електротехнічних виробів підвищення корозійної стійкості виробів, що працюють в лугах та інших агресивних середовищах [1, 2].

Метод передбачає технологічний процес гальванічного осадження оксиду алюмінію робочої поверхні деталі під час останньої операції. Суть здійснення способу полягає у тому, що осадження оксиду алюмінію робочої поверхні деталі відбувається за допомогою гальванічного елемента, при якому алюміній піддається окисленню в електроліті. В результаті на оброблюваній деталі утворюється алюмінієва плівка, яка виходить дуже тонкою, товщиною 50-100 нм, тому варто враховувати тільки ширину і довжину, тому що досить маленька товщина не вплине на допуск розміру [6].

Перевагою запропонованого методу є мінімальні витрати енергії, так як процес осадження проводиться без термообробки, і при цьому підвищується довговічність деталі. Процес осадження проводиться при одночасному впливі на деталь вібрації під час обертання її з резонансною частотою на випробувальному стенді, завдяки чому відбудеться з'єднання матриці алюмінію та матриці заліза, отриманий шар вийде однорідним по площі, а завдяки алюмінію підвищиться антикорозійна стійкість робочої поверхні деталі.

Схема процесу електролізу приведена на рис. 1.

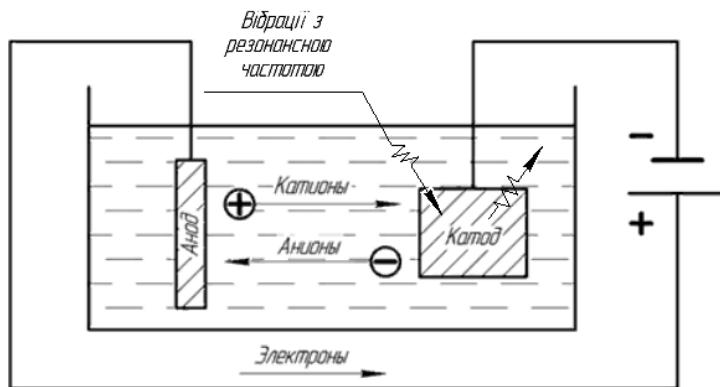


Рис. 1 – Схема процесу електролізу

Процес здійснюється за рахунок того, що в ємність з електролітичної рідиною в якості катода і анода занурюються алюмінієва пластина, яка служить окислювальним елементом і заготовка у вигляді сталевого зразка, яка служить відновлюваним елементом. Пластина і зразок підключені за до-

помогою з'єднувальних дротів до генератора постійного струму та піддаються вібрації. При цьому частота коливань рідини f_p повинна бути кратною частоті коливань зразку $f_{зр}$.

$$kf_p = f_{зр},$$

де k – ціле число.

Також таким методом може бути оброблено шпонковий паз. У паз наводиться алюмінієвий електрод, поміщений у гігроскопічний матеріал (який на 2-3 мм менший за габаритні розміри пазу) або рідкий розчин електроліту. Деталь та електрод підключаються до генератору постійного струму. Після чого електрод піддається вібрації з частотою, яка буде кратною частоті деталі.

ВИСНОВКИ

У статті представлений метод електрохімічної обробки деталі за рахунок осадження оксиду алюмінію робочої поверхні при одночасному впливі на деталь вібрації, завдяки якому очікується підвищення довговічності та зносостійкості робочих поверхонь деталі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Электрохимическая обработка металлов*, 1988. – 183 с.
2. Белый А.В. *Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев*, 1991 – 208 с.
3. Бойцов В.Б., Чернявский А.О. *Технические методы повышения прочности и долговечности*. Москва: «Машиностроение», 2005. – 108 с.
4. Елагина О.Ю. *Учебное пособие «Технологические методы повышения износостойкости деталей машин»*. Университетская книга. Логос, 2009 – 485 с.
5. Ткачев В.Н. *Учебное пособие «Методы повышения долговечности деталей машин»* М.: Машиностроение, 1971 – 272 с.
6. Поляков З.И., Исаков В.М., Исаков Д.В., Шамин В.Ю. *Электрофизические и электрохимические методы обработки: Учебное пособие для студентов-заочников. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. и доп. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 89 с*

УДК 004.94

Виноградов В.С., науч. рук. Кравченко В.И. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ НА МАЛОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ МЕТОДОМ ТЕОРИИ ИГР

Исследуется предметная область машиностроительного производства. Выделяется основной бизнес – процесс, заключающийся в ценовой минимизации портфеля закупок, путем выдачи математически обоснованных методом теории игр рекомендаций на приобретение товаров у конкретных поставщиков. Производится алгоритмизация основного бизнес процесса и создается АРМ для поддержки принятия хозяйственных решений. Рабочее проектирование АРМа выполняется в системе программирования Delphi.

Основным финансовым результатом деятельности предприятия является прибыль, которая служит источником средств его дальнейшего развития. Повысить прибыль можно различными путями, например, за счет увеличения объемов производства или повышения цен на выпускаемую продукцию. Но законы конкуренции в большинстве случаев этому препятствуют. Поэтому в системе развития предприятия в условиях значительных ограничений для улучшения финансового результата целесообразно акцентировать внимание на процессы снижения затрат, причем начинать следует уже на стадии закупок (сырье, в т.ч. металлургическое, материалы, металлопрокат, полуфабрикаты и комплектующие изделия) [1]. Для этого в условиях неопределенности требуется проанализировать поставщиков и состояние рынка и на основании этого анализа выбрать из списка возможных поставщиков того, заключение контракта с которым повлечет за собой наименьшие затраты со стороны машиностроительного предприятия, а соответственно увеличит конечную прибыль. Но обычно коммерческий отдел владеет только прогнозом, в котором колебания цен указаны с некоторой вероятностью. Следствием такой неопределенности является то, что успех закупочной операции зависит не только от решений инженера коммерческого отдела (менеджера КО), но и от решений или действий продавцов. Соответственно, чтобы осуществить выбор одного поставщика из многих, нужно каким-то образом обосновать свои действия, производя расчеты с использованием некоторых математических методов и алгоритмов для поддержки принятия решений. Наиболее приемлемым в данном случае является метод теории игр и многие промышленные предприятия, располагающие финансовыми возможностями и квалифицированным штатом коммерческих управлений используют его [2-5].

Однако малые машиностроительные предприятия, а именно для них проблема снижения затрат стоит особенно остро, лишены такой

возможности. Для таких предприятий было бы актуальным создание автоматизированного рабочего места (АРМ) одной и функций которого была бы функция поиска оптимального поставщика методом теории игр.

Цель настоящей работы – проектирование АРМ автоматизации обработки данных о поставщиках с использованием моделей теории игр для принятия решений на покупку товаров по минимальной цене. Задачи работы:

- выбор математической модели и критерия принятия решения;
- разработка информационной модели;
- разработка программного обеспечения для расчетов и ведения базы данных (БД).

В качестве математической модели выберем модель множественной игры с критерием ожидаемого значения.

Для разработки информационной модели рассмотрим предметную область действий инженера коммерческого отдела, которой является коммерческая деятельность по своевременному и качественному обеспечению производственного процесса. Основной бизнес-процесс (БП) «Ценовая минимизация портфеля закупок методом теории игр». В рамках БП при закупке товаров менеджер, получив заявку (рис. 1) на материально-техническое обеспечение, проверяет правильность заполнения форм, а затем формирует электронный портфель закупок с указанием предельных сроков действия запросов, потребных объемах и размещает его на сайте предприятия.



Рис. 1 – Структурно-функциональная диаграмма бизнес-процесса

Поступающие предложения поставщиков (см. рис. 1) регистрируют в БД. При этом фиксируются логины, пароли, адреса и электронные реквизиты поставщиков, а поставляемая продукция и ее цена разносится по категориям, например «Металлургическое сырье». По истечении сроков действия запросов производится анализ информации о поставщиках с учетом прогнозируемых цен на продаваемый ими ресурс. В результате анализа каждого поставщика получают данные о вероятных затратах на закупку требуемого ресурса и производится расчет и выбор конкретного поставщика на основе запрограммированного алгоритма теории игр по критерию ожидаемого значения. В результате проведения расчета программа выдает отчет с указанием оптимального решения и договор закупки. Результаты расчетов сохраняются в БД.

Информационную модель БП представим структурно – функциональной диаграммой (SADT) нулевого уровня (A.0), показанной

на рис. 1 и детализированным описанием, приведенным в таблице. Стрелки слева – входная информация, сверху – управление БП, справа – выходная информация, снизу – исполнитель БП (см. рис. 1).

Таблица 1
 Детализированное описание информационной модели БП

Активность	Условия управления активностью		Вход	Выход
	Начало	Завершение		
Ввод данных – номенклатура закупок, лимитные сроки, поставщики	Прием и контроль документов – категория закупок, наименование, объем (шт., тн. и т.п.), предельный срок действия предложения закупки, наименование, адрес, телефон, почта, сайт поставщика, цены на товар и его номенклатура, данные по колебаниям цен	Регламентируется алгоритмами и правилами заполнения электронных и бумажных форм на прогнозируемые цены. Завершается кодированием поставщика и актуализацией табл. БД	Портфель закупок – категория, потребность, предельный срок подачи заявки на приобретение, сведения о поставщике и ценах на товар	Отчет – электронная и бумажная копия состояния рынка, договор на закупку у поставщика с минимальной ценой

Дальнейшая детализация информационной модели путем разработки диаграмм прецедентов, классов, сущность – связь и т. п. позволили разработать на их базе приложение БД в системе программирования Delphi V 6, главная форма которого представлена на рис. 2., а результаты расчета на рис. 3.

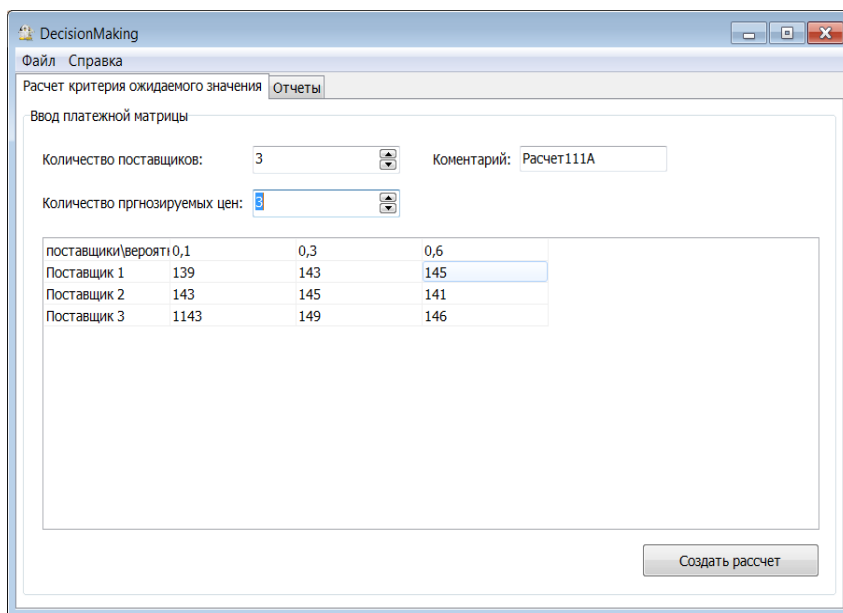


Рис. 2 – Главная форма АРМ на закладке «Платежная матрица»

Приложение имеет простой, интуитивно понятный интерфейс, (см. рис. 2), главная форма которого выполнено в виде меню, состоящее из двух опций «ФАЙЛ» и «СПРВКА». «ФАЙЛ» содержит закладки «Расчет критерия ожидаемого значения», «Справка» и «Выход». В «Справка» содержится инструкция по работе с приложением, а «Выход» предназначен для стандартного завершения работы системы. При запуске программы

автоматически открывается закладка «Расчет критерия ожидаемого значения» на вкладке «Ввод платежной матрицы» как и показано на рис. 2. В первую строку менеджер КО вводит вероятности цен, по которым будет продаваться ресурс, а в остальные – прогнозируемые цены согласно предложений или прейскурантов поставщиков и нажимает кнопку «Создать отчет». Такое построение интерфейса позволяет работать с программой пользователям с невысокой квалификацией, достаточно элементарных знаний клавиатуры и умения исправлять ошибки.

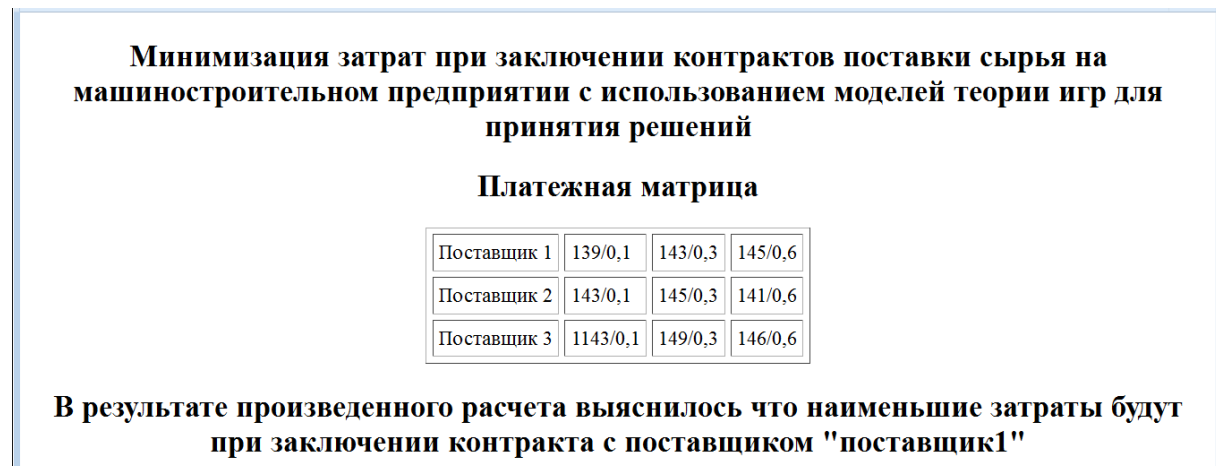


Рис. 3 – Рекомендация для договора закупки

Проектирование АРМ обработки данных о поставщиках с использованием моделей теории игр для поддержки принятия решений и в особенности, информационной модели обеспечили оперативную выдачу рекомендаций на покупку товаров по минимальной цене, что, несомненно, способствует снижению себестоимости продукции и повышению прибыли машиностроительного предприятия, а простой интерфейс позволяет работать с приложением малоквалифицированным пользователям. Однако, приобрести это еще не значит воспользоваться. Товар необходимо доставить на предприятие и если это не делается за счет поставщика, то гарантии в обязательном повышении прибыли нет. Поэтому дальнейшим развитием данной работы является дополнение системы закупок системой логистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скляренко В.К., Прудников В.М. Экономика предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 528 с.
2. Таха Х.А. Введение в исследование операций. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с..
3. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М., 2005. – 138 с.
4. Программная система поддержки принятия рациональных решений "MPRIORITY 1.0". [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://soft-free.ru/obrazovanie-i-nauka/reshenie-zadach/mpriority>
5. Экономическое моделирование в Microsoft Office Excel. Джеффри Мур, Ларри Р. Уэдерфорд и др. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.

УДК 621.83

Гаркуша С.А., Клімченков А.Г., наук. кер. Шеремет О.І. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Проведено аналіз закономірностей зміни основних параметрів, які впливають на енергетичні показники асинхронних електромеханічних систем в умовах пуску, а також можливості їхнього регулювання за для продовження ресурсу електротехнічного і технологічного устаткування.

Встановлено темп наростання теплового зносу ізоляції обмоток двигуна і використання ресурсу двигуна та послідовність розрахунку енергетичних показників різних пускових режимів асинхронної електромеханічної системи.

На практиці частіше застосовується керування пуском електромеханічної системи в функції часу. У момент пуску змінюється більшість параметрів, тому важливо розробити методику встановлення закономірності зміни параметрів під час пуску асинхронної електромеханічної системи. Аналіз цих закономірностей дасть можливість визначити оптимальні поєднання різних параметрів, які характеризують мінімальні енерговтрати.

На рівень енергетичного стану електромеханічної системи дуже впливають умови пуску: співвідношення основних параметрів, отримання достатнього моменту рушання, теплові процеси, механічні характеристики, вид навантаження. Тому безперечним є завдання отримання аналітичних закономірностей зміни основних параметрів, що впливають на пускові умови електромеханічної системи.

В даний час гостро стоїть питання про регулювання параметрів електромеханічних систем в умовах передстартової підготовки для механізмів з різними умовами пуску. Для цього необхідно визначити відповідний алгоритм. Алгоритм повинен дозволяти при мінімальних витратах енергії досягати найбільш сприятливих пускових умов, тобто вирішити задачу продовження ресурсу електротехнічного і технологічного устаткування.

Однією із найбільш поширених електромеханічних систем є асинхронний електродвигун. Він використовується для приводу більшості виробничих машин та механізмів.

Значний вплив на ресурс електромеханічних систем надають методи і пристрої пуску. Існуючі пускові системи асинхронних електромеханічних систем, як правило, не універсальні і не можуть врахувати весь комплекс чинників, що визначають аварійність обладнання та вплив процесу пуску на його ресурс. Це обумовлено, перш за все, особливістю роботи асинхронних електромеханічних систем, а саме, тим що:

- висока кратність пускового струму (до $5-7 \cdot I_n$);
- підвищений момент опору при пуску призводить до підвищених динамічних зусиль в конструкції вузлів системи «електродвигун - техноло-

гічний механізм» і, як наслідок, до інтенсивного зносу і зниження ресурсу електромеханічного обладнання;

– можливі режими стопоріння при пуску двигунів змінного струму, які призводять до механічних навантажень і перегріву обмоток і, відповідно, до прискореного руйнування ізоляційних матеріалів, порушення балансування ротора та ін.;

– під час пуску асинхронних двигунів спостерігається, зниження напруги на шинах підстанцій (особливо при запуску потужних двигунів), що призводить до неприпустимих умов експлуатації інших споживачів;

– важкі умови пуску призводять до перевантажень і скорочення терміну служби живильної кабельної лінії, комутаційної апаратури та інших елементів електроприводів.

Зміна параметрів пуску за часом призводить до необхідності аналізу механічної характеристики і теплових процесів двигуна за часом, що поліпшить енергетичні показники асинхронного двигуна, електроприводу і робочої виробничої машини.

Питанням пуску асинхронного електродвигуна присвячено багато робіт. У більшості з них досліджуються електромагнітні та електромеханічні характеристики [1-4]. У ряді робіт аналізуються енергетичні і теплові показники пуску [5-7].

Пускові властивості асинхронного двигуна визначаються залежностями крутного моменту і струму від частоти обертання. Ці залежності визначають і інші показники – тривалість пуску, втрати енергії в обмотках і їх нагрівання. Для зменшення часу пуску, втрат енергії в обмотках двигуна і їх нагрівання прагнуть до збільшення пускового моменту і зниження пускового струму.

Вибір ефективного і економічно виправданого способу пуску представляє собою завдання, вирішення якої потребує врахування всіх особливостей роботи асинхронного двигуна в кожному конкретному випадку. При цьому постає завдання пошуку оптимальних пускових режимів, при яких певний критерій, який визначає негативний вплив пускового процесу приймає мінімальне значення, і може бути сформована необхідна для конкретного механізму пускова характеристика (формування кривої швидкості при пуску).

Практичний досвід експлуатації асинхронних електроприводів дозволяє говорити про те, що можна визначити пускові параметри у вигляді околиці особливих точок (ліній) виходу на поверхню відгуку, які створюють більш раціональні з енергетичної точки зору пускові режими асинхронного електроприводу. На рівень енергетичного стану в цих зонах мають вплив умови пуску: співвідношення основних параметрів, отримання достатнього моменту рушання, теплові процеси, механічні характеристики, вид навантаження. Розрахунковим шляхом отримати ці закономірності досить складно, тому необхідно використовувати можливості експериментальних досліджень. Пошук оптимальної геометрії поверхні здійснюється за допомогою методів апроксимації та узагальненого градієнта. Мінімізація

цільової функції параметрів пуску дозволяє отримати формули для обчислення теоретичних коефіцієнтів рівняння парної лінійної регресії. В отриманих рівняннях регресії за знаком коефіцієнта можна робити висновок про зростаючу або спадної тенденції в рівнях ряду.

У зв'язку з цим отримання ідентифікованих параметрів електромеханічної системи шляхом апроксимації експериментальних характеристик об'єкта методом віртуального моделювання дають можливість реалізувати комплексний інжиніринговий підхід в плані забезпечення енергозберігаючих аспектів. Як об'єкт дослідження застосована імітаційна модель різних видів пуску, а саме: прямого пуску електроприводу змінного струму, з фазовим керуванням по системі тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун, при переході з'єднання фаз обмотки статора з трикутника на зірку.

Для проведення досліджень був розроблений план експериментів. Планування експерименту дозволяє одночасно варіювати декількома факторами і отримувати кількісні оцінки основних факторів і ефектів їх взаємодії. При проведенні експерименту вимірюємо: силу струму, частоту обертання ротора. Звідси теоретично розраховуємо напругу, ковзання і момент на валу ротора двигуна.

Встановлено також, що в післяпусковій період спостерігається значний тепловий знос ізоляції в період охолодження асинхронного двигуна до номінального перевищення температури його обмотки [1, 2]. Критерієм оцінки пускового режиму електродвигуна запропоновано значення допустимого теплового зносу ізоляції, який є функцією імпульсу квадрата пускового струму. Відключення електродвигуна в разі, якщо додатковий тепловий знос ізоляції перевищує допустиме значення не бажаний, тому що при повторному пуску ситуація ще більш посилиться.

Зміна параметрів пуску за часом призводить до необхідності аналізу механічної характеристики і теплових процесів двигуна за часом. Це дозволяє визначити допустимий час розгону двигуна, що забезпечує збереження ресурсу ізоляції. Це може бути прийнято в якості уставки пристрою, що полегшує пусковий режим двигуна.

Для проведення дослідження пускових режимів електроприводів на кафедрі електромеханічних систем автоматизації в Донбаській державній машинобудівній академії був розроблений лабораторний стенд. Стенд представляє собою комплекс з трьох способів пуску асинхронного електроприводу, в процесі яких досліджуються перехідні процеси зміни основних параметрів електродвигуна, а також є можливість проводити лабораторні роботи з вивчення перехідних процесів для ряду дисциплін, що читаються на кафедрі.

Лабораторний стенд включає в себе наступні елементи:

- електромашинний агрегат, встановлений на сталевій рамі і складається з асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором М1, асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором М2, і тахогенератора ВР;
- пристрій плавного пуску Siemens Sirius 3RW3036-1AB14;
- перемикач «зірка-трикутник» 3RA14;

– пакетний перемикач, що забезпечує безпечний пуск асинхронного двигуна безпосередньо від мережі, а також нормальну роботу перетворювачів А1 і А2;

– приладову панель, на якій розташовані органи управління, контрольно-вимірювальна апаратура і клеми для підключення осцилографів.

Три варіанти схем пуску розраховані на роботу з загальним асинхронним двигуном М1 типу 4ААМ63В2У3. Для безпечного перемикавання джерел живлення і перетворювачів використовується пакетний перемикач. За допомогою цього перемикача здійснюється вибір схеми «Прямий пуск», «Плавний пуск», пуск «Зірка трикутник». Для моделювання різних навантажень, при різних способах пуску асинхронного короткозамкненого двигуна, на його валу встановлений навантажувальний асинхронний двигун і тахогенератор.

ВИСНОВКИ

В роботі проведені дослідження різних режимів пуску асинхронного електроприводу на робочому стенді з урахуванням теплових процесів і підвищення енергетичних показників. Під час проведення досліджень використовувалися методи апроксимації та градієнтного спуску, які дали можливість отримати аналітичні співвідношення параметрів різних способів пуску. Встановлено темп наростання теплового зносу ізоляції обмоток двигуна і використання ресурсу двигуна та послідовність розрахунку енергетичних показників різних пускових режимів асинхронного електроприводу. Можлива побудова системи діагностування стану електромеханічного обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Браславский И.Я., Ишиматов З.Ш., Поляков В.Н. *Энергосберегающий асинхронный электропривод*. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
2. Шеремет А.И., Климченков А.Г., Гаркуша С.А. *Потенциал энергосбережения и пути его реализации в асинхронных электроприводах // Вестник ДГМА*. – 2015. – № 3(36). – С. 177-181.
3. Сыромятников И.А. *Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. М.Л. Мамиконянца*. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.
4. Ильинский И.Ф. *Энергосбережение в электроприводе*. – М.: Энергоиздат, 2015. – 464с.

УДК 330.88

Данилюк М.О. д.е.н., проф., Гринюк І.М. аспірант (ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна)

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО МИСЛЕННЯ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Правильні підходи до викладання економічних дисциплін та оцінювання набутих в його процесі економічного мислення та економічної поведінки є основою підготовки фахівця в галузі економіки. В статті запропоновано основні критерії оцінки рівня сформованості культури економічного мислення студента.

Економіка як наука вивчає рівень використання суспільством обмежених ресурсів з метою виробництва продукції і товарів та надання послуг, а також їх розподіл для задоволення потреб галузей економіки та суспільства в цілому. Саме тому, викладання економічних дисциплін повинно забезпечити процес передачі знань з економічних наук більш сильним економічним суб'єктом менш сильному, з метою реалізації цілей економічної освіти на кожному її рівні. Процесом формування економічного мислення та економічної поведінки майбутніх фахівців в галузі економіки займалися такі науковці, як Архипов А. [6], Балягіна І.А. [5], Богорад М.А. [5], Бугайова Т.І. [4], Булавина О.А. [5], Пол Хейне [2].

Не зважаючи на значну кількість методичних рекомендацій щодо процесу оцінювання якості знань, ряд питань залишаються розкритими недостатньо, зокрема щодо критеріїв оцінки фахових та вузькоспеціалізованих дисциплін. Метою даної роботи є розробка критеріїв оцінки рівня сформованості культури економічного мислення студентів економічних спеціальностей.

Процес викладання економічних дисциплін – це не лише передавання певних знань, умінь та навичок, а й формування певних якостей особистості, необхідної для ефективної економічної діяльності.

Основними складовими, які мають бути отриманими в процесі викладання економічних дисциплін є економічне мислення та економічна поведінка. Слід розглянути підходи до визначення сутності категорій «економічне мислення» та «економічна поведінка». Економічне мислення - це процес пізнання людиною, групою людей, суспільством, загалом економічної дійсності, усвідомлення свого місця в системі економічних відносин і розроблення на цій основі принципів і способів своєї діяльності. Економічна поведінка - поведінка людей, пов'язана з відбором цілераціональних, прагматичних або соціально спрямованих економічних альтернатив з метою розв'язання господарських проблем [3].

Зрозуміло, що економічне мислення та економічна поведінка існують об'єктивно, але питання їх формування та розвитку є дуже складними. Якщо теоретичне формулювання цих цілей майже не викликає спротиву, то практична реалізація цих положень – дійсно проблема [1]. Найбільш

розповсюдженою в економічній літературі концепцією економічного способу мислення є концепція розроблена П. Хейне, згідно з якою концепція економічного способу мислення включає наступні аспекти: кожен діє відповідно до своєї вигоди; усі розуміють значення суспільного співробітництва; раціональне співробітництво через створення можливості вибору для інших; процес безперервного взаємного пристосування до змін у чистій вигоді, що виникає в результаті їхньої взаємодії [2].

Джерелами формування економічного мислення виступають: економічна інформація; економічне виховання й навчання; практична діяльність. Не зайвим вважаємо звернути увагу на наступну тезу: «Викладач не може навчити студента думати економічно, але інформацію для роздумів може подати. Думати студент може тільки сам, а для цього йому треба щось знати!».

Економічне мислення включає наступні складові: знання із загальноосвітніх предметів; базові економічні знання (набуті в процесі економічного виховання й економічної освіти; набуті внаслідок економічного досвіду, практичної діяльності); знання елементарних правових норм; політична свідомість; знання національних традицій, використання соціально-економічного досвіду [5].

Навчити економічно мислити можна тільки в плані засвоєння економічних знань, умінь і навичок, творчого та соціального досвіду, але реалізує їх особистість самостійно через вчинки й поведінку. В процесі викладання економічних дисциплін важливу роль відіграє правильне оцінювання рівня сформованої економічної культури та економічного мислення [4]. Звичайно, оцінка даних параметрів є суб'єктивною, проте, ми вважаємо, що її доцільно проводити за наступними критеріями (табл. 1).

Отже, процес формування економічного мислення поділяється на 4 (низький, допустимий, достатній, високий) рівні, які оцінюються за 4 критеріями сформованості економічного мислення студентів (мотиваційний, інтелектуальний, економічний, діяльнісний).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Методика викладання економіки [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://labook.com.ua/book_metodika-vikladannya-ekonomiki_976/9_8.rozvitok-ekonomichnogo-mislennya-ta-formuvannya-povedinki-yak-meta-ekonomichno-osviti.-vzayemozvyazok-dzherela-formuvannya-ta-rozvitku-ekonomichno-kulturi-mislennya-ta-ekonomichno-povedinki.*
2. Пол Хейне. *Экономический образ мышления.* // Пол Хейне / – М., 1991. – 204 с.
3. *Економічна поведінка. Що таке економічна поведінка? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gorodenok.com/економічна-поведінка-що-таке-економі/>*
4. Бугайова Т. І. *Критерії сформованості культури економічного мислення майбутніх географів [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/e-journals/ITZN/em6/content/08btigfo.htm*
5. Булавіна О.А. *Методика викладання економіки. Збірник кейсів, ситуативних вправ та розвиваючих завдань: навч. посіб.* // О.А. Булавіна, І.А. Балягіна, М.А. Богорад та ін.: за заг.ред. О.А. Булавіної. – К.: КНЕУ, 2010. – 300 с.

Таблиця 1

Критерії оцінки рівня сформованості культури економічного мислення студента

Найменування рівнів	Найменування критеріїв економічного мислення				
	Мотиваційний	Інтелектуальний	Економічний	Діяльнісний	
1	2	3	4	5	
1. Низький Оцінка засвоєння студентом професійних економічних знань, умінь та навичок не перевищує 3 балів	У студента переважає чекання прийняття рішення з економічних завдань більш сильним економічним суб'єктом. Він виявляє слабкий пізнавальний інтерес, не орієнтується на саморозвиток. Відсутність планів і мотивів.	Студент володіє теоретичними знаннями обмежено. Механічне відтворення економічних знань на рівні окремих факторів, без зв'язків їх між собою.	Культура почуттів тільки починає проявлятися. Культура економічних уявлень не розвинута.	Студент не може самостійно визначити мету і задачі економічної діяльності. Він не розуміє значущості пошуку оптимальних шляхів вирішення економічних завдань.	
2. Допустимий Оцінка засвоєння студентом професійних економічних знань, умінь та навичок не перевищує 4 балів	Студент рідко приймає економічні рішення самостійно, зазвичай опираючись на твердження інших. Він виявляє недостатній пізнавальний інтерес, не зосереджений на саморозвитку. Плани і мотиви виражені нечітко.	Студент володіє теоретичними знаннями недостатньо. Економічні знання відтворюють зв'язки між окремими факторами обмежено.	Культура почуттів проявляється слабо. Культура економічних уявлень розвинута слабо.	Студент не може в повній мірі самостійно визначити мету і задачі економічної діяльності, потребує часткової допомоги. Недостатньо чітко розуміє значущість пошуку оптимальних шляхів вирішення економічних завдань.	

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
3. Достатній Оцінка засвоєння студентом професійних економічних знань, умінь та навичок коливається в межах 4-5 балів	Студент приймає економічні рішення самостійно, рідко опираючись на твердження інших. Він виявляє достатній пізнавальний інтерес, зосереджений на саморозвитку. Плани і мотиви виражені чітко, проте часто змінює вектори.	Студент володіє теоретичними знаннями обмежено. Механічне відтворення економічних знань на рівні окремих факторів, без зв'язків їх між собою.	Культура почуттів проявляється сильно. Культура економічних уявлень розвинута на достатньому рівні.	Студент в повній мірі самостійно визначити мету і задачі економічної діяльності, рідко може потребувати значної допомоги. Чітко розуміє значущість пошуку оптимальних шляхів вирішення економічних завдань.
4. Високий Оцінка засвоєння студентом професійних економічних знань, умінь та навичок становить 5 балів	Студент приймає економічні рішення самостійно, не опираючись на твердження інших, аналізує думки і твердження інших. Він виявляє високий пізнавальний інтерес, зосереджений на саморозвитку. Плани і мотиви мають чітке вираження і направлення.	Студент володіє теоретичними знаннями на високому рівні. Економічні знання відтворюють зв'язки між окремими факторами швидко та у повній мірі.	Культура почуттів повністю сформована. Культура економічних уявлень розвинута бездоганно.	Студент в повній мірі самостійно визначити мету і задачі економічної діяльності без сторонньої допомоги. Чітко розуміє та самостійно визначає оптимальні шляхи вирішення економічних завдань.

УДК 62-1/-9

Данильченко Е.Ю. науч. рук. Тулупов В.И. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ

В работе приведена классификация методов электромеханической обработки (ЭМО) и комбинированных методов обработки.

Целью работы является привести такую классификацию, которая позволит технологу осуществить рациональный выбор обработки согласно с имеющимся парком технологического оборудования конкретного производства.

Эксплуатационные свойства деталей машин существенно зависят от качества поверхностного слоя, определяемого геометрическими (макроотклонения, шероховатость) и физико-механическими (микротвердость, структура, остаточные напряжения) параметрами. Все эти параметры зависят от технологии изготовления деталей, однако традиционные методы обработки часто не позволяют эффективно получать необходимые параметры качества поверхностей. Анализ технологических методов обработки поверхностей деталей машин показывает, что универсальных методов нет, каждый имеет свою конкретную область рационального применения, зачастую достаточно узкую. Технолог и конструктор стоят перед проблемой выбора высокоэффективного метода обработки из большого числа возможных или создания на основе их совмещения комбинированного метода обработки детали. На предприятиях машиностроения все шире применяются комбинированные методы термомеханической, электрофизической, электрохимической и ионно-лучевой обработки, в основу которых положено использование высокопроизводительных инструментов, а также разнообразных источников высококонцентрированной энергии [1]. В процессе такой обработки поверхностный слой детали поглощает в короткое время значительное количество энергии.

Большими потенциальными возможностями улучшения эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин обладает электромеханическая обработка (ЭМО) [1]. ЭМО является особым способом контактной обработки поверхностей высококонцентрированным источником электрической энергии, объединяющим в единой технологической схеме силовое и термическое воздействие инструмента на деталь, что позволяет формировать уникальные свойства поверхностного слоя деталей. Основными особенностями различных видов ЭМО является: наличие нескольких источников теплоты, основные из которых электрический ток и трение, локальный нагрев зоны обработки сопровождается действием значительных давлений, термический цикл обработки кратковременен, достаточно высокая скорость охлаждения, а также влияние других технологических факторов.

Достаточно полной классификации разновидностей электромеханической обработки, комбинированных методов обработки в основе которых лежит ЭМО не существует, что создает определенные трудности при разработке технологических процессов изготовления деталей с поверхностным упрочнением, в распределении методов обработки по точности формирования поверхности в зависимости от мощности источников воздействия, в создании поверхностных слоев с определенными, наперед заданными или закономерно-изменяющимися, параметрами качества поверхностного слоя [1].



Рис. 1 – Классификация методов электромеханической обработки (ЭМО) и комбинированных методов обработки на основе ЭМО

В соответствии с [2] процесс ЭМО имеет следующие разновидности: электромеханическое сглаживание (ЭМС) или упрочнение (ЭМУ) и электромеханическую высадку металла (ЭМВ). Бесспорно, на сегодняшний день такая классификация не позволяет достаточно полно раскрыть всё разнообразие электромеханического метода обработки. В работе [4] выделены: отделочно-упрочняющая ЭМО; электромеханическая поверхностная закалка; электромеханическое дорнование и электромеханическое восстановление. В последние годы появились новые разновидности ЭМО, включающие электромеханическую обработку как основу, а также другие виды высокоэнергетического воздействия или комплексное сочетание двух-трех методов поверхностной обработки, завершающим этапом которой является ЭМО – окончательно формирующая заданные параметры качества поверхностного слоя детали. Это такие комбинированные методы обработки на основе ЭМО, представленные на рис. 1, как комплексные технологии упрочнения энергией взрыва с последующей ЭМО

(УВ + ЭМО), магнитно-импульсной обработкой с последующей ЭМО (МИ + ЭМО), лазерная обработка с последующей ЭМО (ЛО + ЭМО), объемная термическая обработка с последующей ЭМО (ТО + ЭМО) [2]. Обработка с нанесением различными способами покрытий на поверхность детали с последующей ЭМО [3]. Модифицирование поверхностного слоя детали различными методами, легирование определенными химическими элементами поверхностного слоя с последующей ЭМО: электроискровое легирование с последующей ЭМО (ЭИЛ + ЭМО), химико-термическая обработка с последующей ЭМО (ХТО + ЭМО), ионная имплантация поверхности с последующей ЭМО (ИИ + ЭМО), комбинированная обработка сочетающая электромеханическое воздействие с воздействием акустических волн (ЭМАО), с воздействием ультразвуковых волн (ЭМУЗО), с воздействием импульсных ударных нагрузок (ЭМИО), с трибоэлектрохимическим воздействием (ТЭХО) и другие. Одна из разновидностей ЭМО фрикционно-электрическая обработка (ФЭО) или трибоэлектрическая обработка (ТЭО) [4], отличается от ЭМО первостепенной ролью в процессе воздействия на обрабатываемую поверхность сил трения, образующих основной источник тепла в зоне фрикционно-электрического контакта за счет фрикционного воздействия (т.е. обработка производится с достаточно малыми значениями силы тока, значительным деформационным воздействием и большими скоростями обработки).

Классификация электромеханических методов обработки и комбинированных методов обработки на основе ЭМО может осуществляться по ряду признаков (рис. 2), характерных для всех комбинированных методов обработки [3].

1. По количеству и природе подводимых видов энергии (энергетических воздействий).
2. По способу подвода энергии в зону обработки.
3. По характеру распределения энергетических воздействий в пространстве и времени.
4. По количественным характеристикам энергетических воздействий.

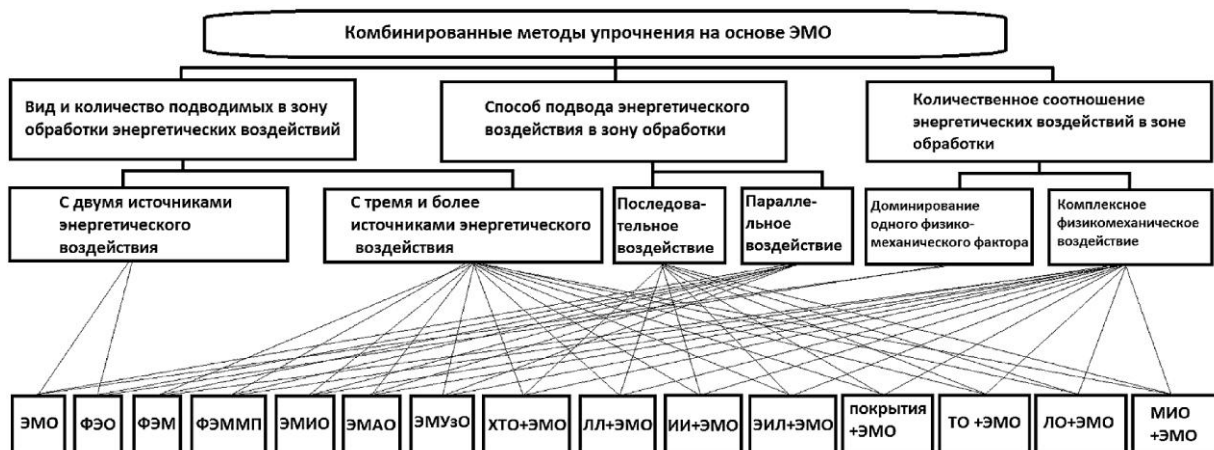


Рис. 2 – Классификация комбинированных методов электромеханического упрочнения (ЭМУ)

Классификация по первому признаку основывается на использовании известных видов энергии: механической, электрической, лучевой, энергии химических реакций, термической, магнитного поля, акустического поля, энергии взрыва, а также путем комбинированного их воздействия (двух и более видов энергии) на материал поверхностного слоя обрабатываемой заготовки [1].

ЭМО используют в процессе обработки кроме перечисленных основных видов энергии, комбинации других. Так фрикционно-электрическое модифицирование (ФЭМ) [5] предусматривает одновременно протекание химических процессов при электромеханическом воздействии на материал поверхности детали, в присутствии поверхностноактивных модификаторов – мелкодисперсных твердых смазок в смеси с ПАВ. ФЭМ предусматривает одновременное воздействие на обрабатываемый материал нагрева в присутствии окружающей среды специального состава с целью обеспечения насыщения поверхностного слоя детали соответствующими элементами на определенную глубину, без удаления продуктов деструкции с обрабатываемой поверхности, для повышения триботехнических характеристик пар трения, особенно на этапе приработки.

Фрикционно-электрическое модифицирование предусматривающее обработку поверхностей деталей с поверхностноактивным модификатором, который является смесью мелкодисперсных ферромагнитных порошков, в магнитном поле представляет собой новый метод обработки, использующий кроме основных факторов электромеханической обработки, энергию магнитного поля – фрикционно-электрическое модифицирование в магнитном поле (ФЭММП).

Электромеханоакустическая обработка (ЭМАО) предусматривает одновременное электромеханическое деформирование обрабатываемого материала и воздействие акустических волн на его структуру [1]. При электромеханоакустической обработке имеет место использование соответственно звуковых волн для изменения состояния структуры обрабатываемого материала и его деформирования в этом состоянии. Аналогичны вышеописанным комбинированным методам обработки электромеханоультразвуковая обработка (ЭМУЗО) использующая ультразвуковые колебания, электромеханоимпульсная обработка (ЭМИО) и электромеханоударная (ЭМУО) использующие ударную энергию, в том числе передаваемую через волновод, причем геометрические параметры волновода способны повысить эффективность обработки, например, за счет пролонгации ударно-деформационного воздействия на обрабатываемую поверхность.

Второй признак – способ подвода энергии в зону обработки делит электромеханические методы обработки на подклассы методов последовательного и параллельного энергетического воздействия.

Третий признак – количественное соотношение совмещаемых процессов определяет степень взаимодействия различных видов физико-химического воздействия. По этому признаку ЭМО можно разделить на две группы.

Первая группа – методы с преимущественным влиянием одного воздействия (например, механического или теплового, фрикционного, химического и т. д.). Дополнительное воздействие, например, тепловое (при преимущественном механическом), снижая механические характеристики материала поверхностного слоя, повышает эффективность механического воздействия, качественно не изменяя природы процесса механической обработки. Для электромеханической обработки этого типа различают базовые и дополнительные энергетические воздействия.

Вторая группа – методы, у которых нельзя разделить физикохимические воздействия на основные и дополнительные. В этом случае процесс обработки может быть описан специфическими закономерностями.

ВЫВОДЫ

Представленная в работе классификация позволяет технологу осуществить рациональный выбор обработки согласно с имеющимся парком технологического оборудования конкретного производства. А также данная классификация дает возможность дальнейшего ее развития с появлением нового прогрессивного оборудования и выявления физических и других эффектов. Также использование комбинированных методов обработки приводит к повышению как производительности обработки, так и качества детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Спеціальні методи обробки робочих поверхонь деталей машин : Навчальний посібник / С. В. Ковалевський [та ін.]*. – Краматорськ : ДДМА, 2013.
2. *Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с.*
3. *Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Лазуткин А.Г. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием: Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2004. – 288 с.*
4. *Машков Ю.К., Байбарацкая М.Ю., Пальянов А.А. Повышение износостойкости стальных деталей методом трибоэлектрической обработки // Омский научный вестник. – 2002. – Вып. 18. – С. 101-103.*
5. *Машков Ю.К., Эдигаров В.Р., Байбарацкая М.Ю., Овчар З.Н. Комбинированное фрикционно-электрическое модифицирование стальных поверхностей трения // Трение и износ. – 2006. – Т. 27, №.3. – С. 89-92.*

УДК 621.001:681.3.01:658.011

Деміда Н.В., наук. кер. Бондар О.В., Кіяновський М.В. (Україна, м. Кривий Ріг, ДВНЗ «КНУ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ 8D ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Зроблено аналіз впровадження в практику командних методів роботи при вирішенні комплексних проблем. Ґрунтуючись на теоретичному аналізі розглянуто сутність методики 8D, що дозволяє отримати цілісне уявлення про неї. Успішне оволодіння методом восьми дисциплін, дозволить організації належним чином визначити процес вирішення проблем, спрямований на ідентифікацію першопричин і їх усунення.

На даний час серед організацій та підприємств спостерігається інтерес до процесів формування команд і використання методів командної роботи.

Актуальність формування команд і впровадження в практику командних методів роботи мають під собою досить об'єктивні основи. По-перше, методи колективної роботи дозволяють краще вирішувати великі і міждисциплінарні задачі з мінімальними витратами часу, підвищуючи тим самим ефективність роботи організації в цілому. По-друге, використання командної роботи в сучасних умовах є одним з конкурентоспроможних переваг організації, тому що дозволяє більш успішно будувати розвиток організації на основі задоволення запитів споживачів. По-третє, в даний час подальше підвищення продуктивності управлінської праці залежить від усвідомлення того факту, що менеджер будь-якого рангу пов'язаний зі створенням колективного продукту праці. І, нарешті, визнання самого існування командного підходу пов'язано з дослідженнями в галузі розвитку організації і уявленнями про неї, про те, що вона володіє особливою культурою, цінностями соціотехнічної системи. Тобто культуру організації розглядають як потужний стратегічний інструмент, що дозволяє орієнтувати всі підрозділи та окремих осіб на спільні цілі, мобілізувати ініціативу співробітників і досягти їх конструктивної взаємодії. Командні методи роботи можуть принести неоціненну допомогу організації при вирішенні комплексних проблем.

Одним з таких методів командної роботи є метод 8D або «метод восьми дисциплін», який був розроблений в компанії «Ford Motor Company» в 1987р. на основі військового стандарту 1520 (корегувальна дія і диспозиційна система для невідповідних матеріалів) [3]. Даний стандарт використовувався урядом США під час Другої світової війни. Керівництво «Ford Motor Company» визначає 8D як дисциплінований (упорядкований) процес, який спрямований на вирішення проблем методологічним і аналітичним шляхом. Кожен крок 8D методики має в своєму найменуванні букву D, що означає дисципліна (discipline). Методика 8D – це простий метод, і його рекомендується використовувати завжди, коли на підприємстві виникає брак, для того щоб відновити довіру клієнта. На практиці 8D застосовується, перш за все, при обробці рекламацій клієнтів, але також і у випадках, коли бракована продукція до клієнта не дійшла, але у виробника немає чіт-

кого уявлення, чому брак виник і що необхідно зробити, щоб гарантовано не допустити повторення даного виду браку в майбутньому. Для заповнення результатів методу зазвичай використовують типовий бланк, але компанії вправі скласти стандартний бланк для свого виробництва.

Застосування даного методу не принесе ніякого успіху, якщо цього вимагає клієнт, а для підприємства це залишається простою формальністю. Перше питання, яке повинне задаватися при проведенні методу 8D, це «Хто винен?», а не «Що робити?». Таким чином, як вже було згадано вище, метод складається з восьми ступенів, представлених в табл. 1

Таблиця 1

Характеристика ступенів методу 8D

Ступінь	Дія на даній ступені	Пояснення
D0	Ініціювання процедури по методу 8D і повідомлення постачальникам	Даний крок є формальним і означає початок аналізу
D1	Створення команди для вирішення проблем	Для даного методу зазвичай рекомендується команда в кількості 3-7 чоловік
D2	Опис проблем на основі аналізу 5W2H (Who, What, When, Where, Why, How, How many)	На даному ступені описується детальна інформація про дефекти
D3	Розробка тимчасових дій для ліквідації наслідків і оцінка їх результативності	Тимчасові дії повинні бути впроваджені якнайшвидше, щоб захистити споживача від браку
D4	Аналіз причини проблеми на основі використання різних інструментів (Наприклад, діаграми Парето і Ісікави)	Даний етап вважається найважчим, тому що потрібно визначити корінні причини появи проблеми
D5	Визначення довгострокових коригувальних дій і їх верифікація	На даному етапі ми визначаємо всі можливі рішення нашої проблеми
D6	Впровадження довгострокових коригувальних дій і їх верифікація	Реалізація остаточних коригувальних дій і аналіз результативності
D7	Вибір і реалізація запобіжних дій	Важливий етап, щоб не повторити проблеми слід описати дії, які будуть застосовуватися для цього
D8	Підбиття підсумків	Заохочення учасників команди, визначення ефективності методу

Розглянемо докладніше кожен з 8 ступенів даного методу.

Дисципліна D0. Основним завданням на цьому етапі є визначення обсягу проблеми і необхідності проведення дій, націлених на те, щоб захистити замовників і запобігти надходженню низькоякісної продукції.

Дисципліна D1. Команду фахівців, які працюють за даною методикою необхідно скласти із співробітників різних відділів. Найчастіше в таку команду входять представники виробничого відділу, відділу закупівель, відділу якості та представник від керівництва.

Ключові кроки на етапі даної дисципліни можна визначити як: вхід процесу – рішення використання 8D методики з D0; визначення лідера команди; складання команди з урахуванням знань і досвіду; складання процедур; відбір і розподіл учасників команди; вихід процесу – команда готова до виконання 8D.

Дисципліна D2. Визначення та опис проблеми, яка виникла. Важливо правильно описати невідповідності, адже від того на скільки вірно це буде зроблено, в подальшому буде залежати те, як правильно визначиться корінна причина і коригувальні дії. Вся команда повинна усвідомлювати, що потрібно вирішити саме сам корінь проблеми, а не її причини.

Проблему можна описати наступними елементами: об'єкт – виріб, компонент або ситуація; предмет проблеми – сам дефект або проблема; кількість – як багато виробів, компонентів було ідентифіковано як дефектні.

Дисципліна D3. На цьому етапі необхідно виявити певні дії, які необхідні для того, щоб бути чітко впевненими в тому, що дефектної продукції більше не залишилося.

Дисципліна D4. Проведення аналізу та різного роду досліджень кореня причини невідповідностей. Основне завдання на даному етапі – зрозуміти з якої причини проблема не була виявлена на проектній стадії, стадії виробництва, збірки і відвантаження. Одним з головних правил на цьому етапі є пошук відповіді на питання "Чому", але не на питання "Хто".

Типові запитання: чи піддавалося обладнання ремонту або змінам? чи відбувалися зміни в виробничому процесі? чи змінювалися використовувані матеріали? чи були кадрові перестановки персоналу, який бере участь в процесі виробництва?

Дисципліна D5. На даному етапі відбувається складання списку необхідних коригувальних дій. До того як почати їх впроваджувати, необхідно досягти однозначної впевненості в тому, що вироблені дії не створять нових проблем і будуть ефективними, так само потрібно провести дослідження з приводу наявності ймовірності виникнення подібних проблем на виробництві іншої продукції компанії. Коригувальні заходи розробляються як для продукції, так і для системи якості.

У формі 8D вказується: всі можливі рішення, які пропонують для усунення кореня проблеми; обґрунтування щодо вибору "найкращого" рішення; коригувальні заходи для причини.

Дисципліна D6. На цьому кроці методики 8D приділяється увага тому, як будуть впроваджуватися коригувальні заходи. Беруться до уваги певні моменти: визначення відповідальності та повноважень для впровадження; інформаційна взаємодія всіх залучених до процесу впровадження відділів і працівників; узгодження можливих змін в процесах і системі.

Важливо чітко визначити: методи, які визначають ефективність коригувальних заходів та які дані будуть збиратися для варіації заходів.

Дисципліна D7. Тут необхідно визначити заходи, які застосовуються для подібних процесів з метою запобігання подібним невідповідностям. Крім того, на даному етапі потрібно приділити увагу питанням, які розглядаються в дисциплінах D2 і D4, і які стосуються системних помилок. Мета даного заходу – зміна системи, що дозволила виникнути невідповідності.

Дисципліна D8. Визнання вкладу кожного з членів і всієї 8D команди, є важливим моментом в процесі коригувальних дій, потрібно підсумувати думку всієї команди про результативність 8D.

Методика 8D відображає очікування клієнтів з приводу реакції виробників на браковану продукцію і дозволяє визначити чітку послідовність дій, в результаті яких відновиться довіра клієнтів. Практичне застосування даної методики найчастіше пов'язано з обробкою рекламаций корпоративних клієнтів, а також з тими випадками, коли до клієнтів ще не дійшла бракована продукція, а у виробника відсутнє виразне розуміння у зв'язку з чим виник брак і що потрібно зробити для унеможливлення повторення такого браку надалі.

Як і в будь-якому методі, у метода 8D є свої переваги і недоліки, які представлено в табл. 2

Таблиця 2

Переваги і недоліки метода 8D

Переваги	Недоліки
Ефективний метод для усунення причин виникнення дефекту за рахунок того, що рамках методу 8D проводиться доскональне вивчення системи, в якій виникла невідповідність, і запобігання виникненню подібного явища в майбутньому	Навчання даній методиці зазвичай занадто трудомістке, тому що вимагає навчання використання інших інструментів якості
Покращує контроль над якістю поставок	Вимагає жорстких термінів реалізації етапу
Зменшує ризик появи нових дефектів	

Таким чином, оволодівши цією методикою, можна з успіхом впровадити техніки, необхідні замовниками. З основних труднощів при впровадженні даного процесу на підприємствах слід зазначити необхідність початкового тренінгу для членів команди, бажання людей працювати в команді і, звичайно ж, знання процесів і продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павлюк А. К., Меркушева Н. И. Анализ применения методики 8D на российских предприятиях // Молодой ученый. – 2015. – №1. – С. 267-269.
2. Валько Е.В., Гетманова А.В. Методика 8D как инновационное решение проблем, связанных с качеством в производственном процессе [Электронный ресурс] // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2015. – № 8. – Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2015/08/9629> (дата обращения: 20.11.2016).
3. <http://kamaz.net/ru/investor/supplier/quality/8d>.

УДК 537.39

Євсюков Є.Ю., наук. кер. Ковалевський С.В. (Україна,
м. Краматорськ, ДДМА)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ РОЗРЯДІВ

У статті представлено теоретичне обґрунтування нового методу зміцнення робочих поверхонь виробів при зміцнювальній обробці з використанням технологічних високовольтних розрядів, спрямованих на підвищення стійкості та поліпшення їх експлуатаційних властивостей. Досліджено та обґрунтовано переваги застосування пропонованого методу. Викладені в статті підходи дозволяють підвищити час використання інструментів та підвищити міцність робочих поверхонь деталей, сприяючи зменшенню енергетичних витрат, металоємності обладнання, та підвищенню продуктивності реалізації процесу зміцнення.

Актуальною задачею вирішення проблеми підвищення міцності робочих поверхонь виробів, є процес зміцнення на основі впливу на робочі поверхні високовольтних технологічних розрядів.

Найбільш ефективними, поряд з традиційно застосовуваними технологіями є технології, спрямовані на зміцнення виробів в поєднанні зі зменшенням витрат енергії, що витрачається на їх формування [1]. Аналіз методів забезпечення заданих властивостей поверхонь виробів дозволяє виявити деякі особливості тенденцій цієї галузі: для забезпечення певних вимог роботи інструменту і деталей (довговічність, зносостійкість та ін.) пред'являються досить жорсткі вимоги до якості і фізико-механічних властивостей виробів. У багатьох випадках стає нераціональним використання дорогих матеріалів. Зміцнення шляхом цементації, азотування, термічної обробки, застосування електромеханічної, іоно-плазмової обробки, є ефективними, але досить енергоємними та металоємними процесами [2, 3]. В основу методу, що розглядається, поставлено задачу вдосконалення відомих способів для зменшення енергетичних витрат, металоємності обладнання, та підвищення продуктивності його реалізації.

Мета статті: запропонувати метод зміцнення робочих поверхонь виробів за допомогою наведення високовольтних технологічних розрядів електричного струму, що виникає між електродом та виробом при досягненні пробійної відстані.

В умовах виробництва велику роль відіграє можливість зниження витрат на придбання інструменту та на операції механічної обробки. Обробка кінцевих інструментів малого діаметра та робочих поверхонь виробів, за допомогою впливу розрядами електричного струму високої напруги, дозволяє значно зміцнити і підвищити зносостійкість оброблюваних поверхонь інструменту, завдяки чому збільшується надійність і термін їх експлуатації. Питання впровадження ідеї і можливості обробки інструмен-

тів розглянутими методами є актуальними, відповідають сучасним тенденціям і прості у виконанні [4-6].

Поставлена задача вирішується за рахунок впливу на ріжучі поверхні інструменту та на робочі поверхні виробів високовольтного розряду струму в діапазоні 15..25 кВ., коли між електродом і виробом, при досягненні пробійної відстані, збуджується електричний розряд, в результаті якого відбувається розігрів і зміна властивостей поверхні зміцнюваного інструменту.

Приклад здійснення методу: за допомогою пристосування, яке складається із блоку живлення та високовольтного перетворювача «Розряд 1», на електрод подається розряд струму напругою у діапазоні 15..25 кВ, безпосередньо на робочу частину кінцевого інструменту впродовж 1..3 хвилин. Найбільший ефект досягається при найбільшій відстані електроду від робочої частини інструменту при якій електричний розряд залишається стабільним.

ВИСНОВКИ

Технічним результатом являється те, що застосування пропонованого способу дозволяє підвищити міцність ріжучих інструментів та робочих поверхонь деталей за короткий проміжок часу, використовуючи нескладне обладнання, підвищуючи продуктивність та знижуючи енергетичні витрати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование механизмов формирования упорядоченности рабочих поверхностей деталей машин / С. В. Ковалевский, И. Н. Стародубцев // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012. – С.1-7.
2. Михайлюк А.И., Житару Р.П. Электронная обработка материалов. – 2008. – № 5. – С.49-56.
3. Лазаренко Б.Р., Лазаренко Н.И. Прохождение электрического тока через электролиты // Электронная обработка материалов. – 1978. – № 1. – С .5-9.
4. Степанова Т. Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие / Т. Ю. Степанова – Иваново: Иван. гос. хим.-техн. ун-т. – 2009. – 64 с.
5. Орешко А.Г. О структуре короны, токопрохождении и пробое в высоковольтном разряде. – С. 1-6.
6. Conrad H. Hardening by current of details// Mater. Sci&Eng. A287. 2000. P. 276–287.

УДК 621.792.3:793.6

Журавлева А.Н., науч. рук. Ковалевский С.В., Олейник С.Ю. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

РАЗРАБОТКА МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ВКЛАДЫШИ ПОДШИПНИКОВ

В статье представлен анализ условий работы поверхностей трения деталей, обзор комбинированного метода обработки, принципиальная схема экспериментальной установки. Предложена методика проведения экспериментального исследования.

Постоянное ужесточение требований к характеристикам машин будет неэффективным без обеспечения надежной работы подшипников [1]. Современные подшипники работают в условиях высоких скоростей вращения, относительно высокой температуры рабочего тела, различных типов износа рабочих поверхностей [2]. Одной из основных проблем подшипников жидкостного трения (ПЖТ) является создание антифрикционного слоя с требуемыми физико-механическими свойствами и качеством. Одной из характеристик качества слоя является прочность адгезионно-диффузионного сцепления антифрикционного слоя с подложкой.

При изготовлении вкладышей подшипника наиболее широко применяются антифрикционные сплавы на оловянной и свинцовой основе. Эти сплавы должны иметь достаточную твердость; сравнительно легко деформироваться под влиянием местных напряжений; удерживать смазочный материал на поверхности. Кроме того, в значительной степени на работоспособность подшипников влияет качество сцепления антифрикционного баббитового слоя с подложкой [3].

Основными методами нанесения антифрикционного материала является центробежная заливка, заливка с перемешиванием антифрикционного сплава, газотермическое напыление, электроэрозионное легирование; термомеханическое нанесение покрытия. Разнообразие технологических методов нанесения металлических антифрикционных материалов широко освещены в научной и учебной литературе [4-6]. Наиболее популярными является методы центробежной заливки и гальванического нанесения покрытий. Недостатками центробежной заливки являются: высокая пористость, трещины, коробление, крупнозернистая структура, низкая усталостная прочность. Комбинированный способ заливки [7] с перемешиванием позволяет получить структуру антифрикционного сплава (баббита) при формировании твердых включений интерметаллидов SnSb глобулярной формы, вместо остроугольной. Этот способ позволяет обеспечить дегазацию металла, снизить пористость и повысить адгезионную прочность соединения стальной подложки с антифрикционным покрытием. Использование гальванического метода нанесения покрытий в данном случае неадекватно из-за объемного нагрева подложки и снижению адгезии подложки

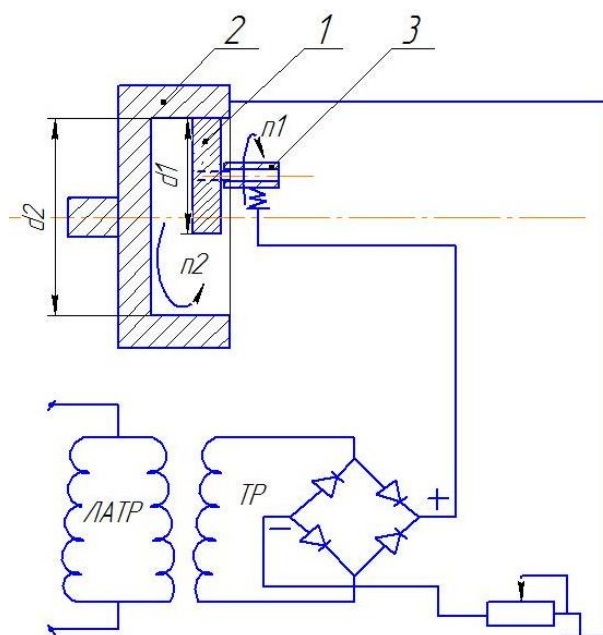
с антифрикционным материалом, что приводит к увеличению интенсивности износа при эксплуатации подшипников, нагреву деталей пары трения и инициации процессов усталостного разрушения.

Недостатком всех методов является большая толщина нанесенного антифрикционного слоя (более 1 мм), его низкое качество, что вынуждает проводить дальнейшую механическую обработку. В свою очередь физико-механические свойства слоя изменяются по глубине и при снятии припуска не соответствуют техническим требованиям.

Для решения этих проблем было рассмотрено применение комбинированного метода нанесения антифрикционного материала на вкладыши подшипников, суть которого в том, чтобы обеспечить между покрытием и материалом подложки возникновение адгезионно-диффузионного взаимодействия. При рассмотрении комбинированного метода нанесения антифрикционных покрытий, анализируется адгезия между молекулами внутри наносимого антифрикционного материала и диффузия в зоне контакта антифрикционного материала и материала подложки. В этом случае физические явления противодействуют друг другу.

Наибольшее значение представляет собой адгезия, возникающая при взаимодействии с твердой поверхностью. Можно выделить несколько ключевых факторов, которые напрямую определяют силу, с которой будет проявляться адгезия. Это площадь контакта, природа контактирующих тел и свойства их поверхностей. Чтобы понять, от чего зависит диффузия, рассмотрим факторы, которые влияют на нее. Диффузия зависит от температуры. Скорость диффузии будет увеличиваться с повышением температуры, потому что при этом будет увеличиваться скорость движения молекул [8].

Для проведения эксперимента была разработана схема, показанная на рис. 1.



1 – ролик; 2 – заготовка; 3 – гибкий элемент

Рис. 1 – Схема экспериментальной установки.

В качестве материала покрытия будет использоваться баббит Б83, материал подложки вкладыша подшипника – конструкционная сталь.

Стальной заготовке в виде вкладыша подшипника сообщается вращательное движение с неизменной скоростью, внутрь подается стальной ролик с покрытием из антифрикционного материала. Усилие подачи его постоянно. Ролик трется о поверхность стальной заготовки и малая часть антифрикционного материала переносится на стальную заготовку. При таком режиме работы между заготовкой и роликом из антифрикционного материала возникает диффузионное взаимодействие, которое переносит антифрикционный материал на заготовку. Диффузии противодействует адгезия между молекулами, и когда эти силы уравниваются, перенос прекращается. Это равновесие можно нарушить электрическими импульсами, который подает управляющий блок. Преимущества такого способа в возможности нанесения антифрикционного материала послойно.

ВЫВОДЫ

Предложенный способ нанесения материала дает возможность получения антифрикционного покрытия с малой толщиной слоя до 1 мм, что позволит повысить прочность и долговечность подшипников скольжения. К преимуществам способа нанесения материала можно отнести малые размеры установки, универсальность, и небольшие мощности потребляемой энергии. На данный момент существует необходимость, и планируются исследования технологических режимов, при которых возможно будет нанести слой антифрикционного материала с заданными требованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паровай Е. Ф. *разработка расчетной модели гидродинамического подшипника с самоустанавливающимися вкладышами и сравнительный анализ результатов аналитических и программных расчетов его характеристик* / Е. Ф. Паровай. – 2011.
2. Паровай Е. Ф. *Актуальные проблемы надёжности узлов трения* / Е. Ф. Паровай, И. Д. Ибатуллин. – 2015.
3. Марцинковский В. С. *Проблемы и перспективы нанесения антифрикционных покрытий на вкладыши подшипников скольжения* / В. С. Марцинковский, В. Б. Тарельник, А. В. Плякин. – Сумы: СумГУ, 2011.
4. Тарельник В.Б. *Проблемы изготовления и эксплуатации подшипников скольжения [Текст]* / В.Б Тарельник, В.С. Марцинковский // *Вісник СумДУ. Серія Техн. науки.* – 2004. – № 2. – С. 151-156.
5. Черноволов М.И. *Способы формирования антифрикционных покрытий на металлические поверхности трения* / М.И. Черноволов, И.В. Шепеленко [Текст] // *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*, 2012. – Вип. 25, ч. 1. – С. 3 – 8.
6. Кутьков А.А. *Износостойкие и антифрикционные покрытия [Текст]* / А.А. Кутьков. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.
7. Глуценко А.Н. *Закономерности формирования структуры и свойств оловянных баббитов в зависимости от способов литья: автореф. дисс.на соиск. уч. степени канд. техн. наук.: спец. 05.16.04 «Литейное производство»* / Глуценко Александр Николаевич «УГТУ-УПИ» – Екатеринбург, 2006. – 24 с.
8. Бокштейн Б.С., *Атомы блуждающие по кристаллу.* – М.: Наука, 1984. – 208с..

УДК 621.83

Івашин В.О., Михальченко Є.О., наук. кер. Клімченкова Н.В.
(Україна, м. Краматорськ, ДДМА)

АНАЛІЗ ВИТРАТ КЛІМАТИЧНИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВБУДОВАНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO

Запропонований проект мікропроцесорної гібридної електростанції на базі контролера ARDUINO. Цей проект дає можливість проаналізувати усі переваги та недоліки такої електростанції.

Ефективне використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі є надзвичайно важливим завданням на шляху до забезпечення соціально-економічного розвитку та енергетичної незалежності України в цілому. Модель гібридної електростанції – один зі шляхів отримання енергетичної незалежності

Одним з визначальних факторів стану економіки країни є її енергозабезпеченість. За прогнозами у 2017 році енергозабезпеченість в Україні складе понад чотири тонни умовного палива на одну людину (США, ЄС, Японія – п'ятнадцять тон). Тому, енергетика країни в цілому вимагає докорінної перебудови. Зокрема використання додаткових джерел видобутку електроенергії. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Тому актуальна тема використання енергії сонця та вітру для видобутку електроенергії. Вельми необхідно побудувати модель гібридної електростанції та проаналізувати усі переваги та недоліки такої електростанції[1-2].

Тому метою дослідження є розробка проекту електростанції з метою зниження забруднення навколишнього середовища. Завдання дослідження наступні: розглянути шляхи зменшення забруднення навколишнього середовища при видобутку електроенергії; розробити проект електростанції, яка зменшить вплив на навколишнє середовище та дозволить знизити тарифи за використання електроенергії.

Матеріали и результати дослідження. Згідно скоригованої «Енергетичної стратегії України на період до 2030 р» в нашій країні у 2030 р повинно вироблятися не менше 30% від всієї електроенергії з поновлюваних джерел енергії (ПДЕ), таких як сонце, вітер, води річок та ін. Енергія вітру і сонця можуть відмінно доповнювати або взаємозамінювати один одного. Так звані гібридні системи електропостачання особливо ефективні для цілодобового автономного електропостачання. Ці системи являють собою станції на базі вітрогенераторів і сонячних фотоелектричних модулів приєднаних до єдиної енергосистеми. Продуктивність фотоелектричних батареї досить висока влітку і відносно низька взимку. У свою чергу, забезпечення електроенергією, виробленою за рахунок енергії вітру, в літній час є проблематичним через часті тихих днів. Така гібридна електроустановка з вироб-

лення електроенергії, здатна забезпечити стабільність її надходження в мережі невеликих котеджних селищ, заміських будинків і невеликого приватного бізнесу. Вона також ефективна для забезпечення енергопостачання різного роду наукових і польових експедицій, геологорозвідувальних партій, морських подорожей на яхті під вітрилами та ін.

Україна знаходиться в зоні, де потік сонячного випромінювання змінюється в межах від 800 до 1400 кВт·рік/м². При цьому тривалість сонячного сьйва знаходиться в межах від 1700 до 2000 год/рік. Максимум визначених значень на Землі становить понад 3600 год/рік. За рік на всю територію України надходить сонячної енергії більше, ніж енергія всіх ресурсів нафти, газу, вугілля та урану.

Енергія вітру розподілена по території України вкрай нерівномірно, причому вітропотенціал на півдні країни значно вище, ніж на півночі. З точки зору використання енергії вітру на суші, найбільш сприятливими регіонами є Карпати (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, західна частина Чернівецької області), узбережжя Чорного та Азовського морів (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька і Донецька області), а також Луганська область. Площі територій, придатних для спорудження ВЕС, оцінюються в 8...9 тис. км². На цих територіях при використанні 20...30% площі і при щільності будівництва ВЕС 5...8 МВт/км² можна побудувати ВЕС загальною потужністю 8...24 тис. МВт і генерувати 16...48 млрд. кВт електроенергії на рік [3-4].

За останні 10 років використання вітрової та сонячної енергетики в світі зростає рекордними темпами.

Енергія вітру і сонця можуть відмінно доповнювати або взаємозамінювати один одного. Так звані гібридні системи електропостачання особливо ефективні для цілодобового автономного електропостачання. Ці системи являють собою станції на базі вітрогенераторів і сонячних фотоелектричних модулів приєднаних до єдиної енергосистеми. Продуктивність фотоелектричних батареї досить висока влітку і відносно низька взимку. У свою чергу, забезпечення електроенергією, виробленою за рахунок енергії вітру, в літній час є проблематичним через часті тихих днів. Тому переваги гібридної системи «вітер-сонце» стає очевидним [1-4].

Така гібридна електроустановка з вироблення електроенергії, здатна забезпечити стабільність її надходження в мережі невеликих котеджних селищ, заміських будинків і невеликого приватного бізнесу. Вона також ефективна для забезпечення енергопостачання різного роду наукових і польових експедицій, геологорозвідувальних партій, морських подорожей на яхті під вітрилами та ін.

Акумуляція енергії, отриманої від «першоджерел», в цих енергосистемах – відбувається в акумуляторних батареях, з їх напругою 12 або 24 Вольта. Далі, цей постійний струм з акумуляторних батарей станції, за допомогою інвертора, перетворюється в напругу 220В силової електричної мережі і частотою струму 50Гц.

Електростанції даного типу призначаються для енергоспоживачів електричних побутових мереж змінного струму з частотою 50 Гц і напругою в мережі 220 В, а також споживачів постійного струму з напругою 12, 24 і 48 В. Використовуватися такі електростанції можуть, як в стаціонарних умовах при їх підключенні до існуючих побутових електромереж, а також і для умов виникнення аварійних або надзвичайних ситуацій - як аварійно-резервного джерела енергопостачання. Вони повинні мати мережеву станцію [6].

За такою схемою працюють найбільш стрімко зростаючі станції які дозволяють продавати електроенергію в мережу за так званим «Зеленим тарифом». Останнім часом стало можливим об'єднати автономну і мережеву станцію за допомогою гібридного інвертора. Перевага таких систем в тому, що крім безпосереднього живлення навантаження маємо резерв в акумуляторних батареях, який може використовуватися по заданих пріоритетів.

Дана гібридна установка здатна функціонувати як автономно – без електричної мережі, так і з використанням генераторної чи муніципальної мережі. У разі відсутності сонця і вітру, система буде забезпечувати енергією від акумуляторів, а коли вичерпається їх заряд, буде працювати за рахунок генератора або міської мережі, які зможуть забезпечити електричною енергією споживачів, і зарядять акумулятори. У системи, повинні бути кілька керуючих контролерів для здійснення контролю і управління зарядом батарей, вітрогенератором, а інвертори – для забезпечення змінним струмом 220 Вольт для споживачів електричної енергії з постійного струму акумуляторів.

Контролер Arduino Uno дозволяє усі ці функції виконувати одночасно.

До інвертору підключаються споживачі і електроприлади. Потужність інвертора (він же частотний перетворювач) обмежує максимальну потужність всіх електроприладів, які можуть працювати від вашої системи одночасно. Тут у вас є вихід: використовувати ці прилади по черзі або нарощувати кількість/потужність інверторів. Щоб не спалити контролер, потрібно зробити діодну розв'язку ланцюга причому діоди вибирати максимально великі по току. Наприклад, сонячна батарея 80 Вт, струм 3,7 А. Світлодіоди грають величезну корисну роль! Можна відразу обчислити з якою сонячною батареєю проблема, або який шнур перебитий, і навіть отримувати потужність, якщо підключити в паралель світлодіода резистора прилад. Діоди використані для фіксації на радіатор, щоб знизити просадки по температурі.

У розробленої станції використані: ветрогенератор 0,8 кВт – 1 шт; сонячна батарея 150 Вт – 1 шт; контролер 3 кВт – 1 шт; інвертор – 1 шт; акумуляторні батареї 200 А·год – 4 шт.

Контролер для керування енергостанцією був обраний Arduino Uno. Arduino Uno контролер побудований на ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів/виходів, 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC / DC або батареї [5].

ВИСНОВКИ

З огляду на ситуацію, що сьогодні складається, вирішення проблем енергозбереження в народному господарстві буде відбуватися в умовах загальної нестабільності в світі, у тому числі і на паливно-ресурсних ринках, несприятливих прогнозів щодо подальшого зростання цін на енергоресурси та незначних іноземних інвестицій у вітчизняну економіку.

Досвід розвинутих країн і власний досвід України вказує на необхідність державного регулювання процесами енергозбереження та проведення цілеспрямованої державної політики. Тільки держава шляхом виваженої, законодавчої, гнучкої цінової, тарифної та податкової політики може забезпечити дієздатність фінансового механізму енергозбереження. Ефективне використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі є надзвичайно важливим завданням на шляху до забезпечення соціально-економічного розвитку та енергетичної незалежності України в цілому.

Модель гібридної електростанції – один зі шляхів отримання енергетичної незалежності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Альтернативные источники энергии (укр)*. Курис Ю.В., 2008. – 200с.
2. *Bobko T. Podstawy teoretyczne kształtowania technologii energooszczędnych // Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna “Zagadnienia współczesnego budownictwa energooszczędnego o zoptymalizowanym zużyciu potencjału energetycznego”*. – Częstochowa, 2003. – P. 21-26.
3. *Клімченков А.Г. Аналіз використання енергетичних кліматичних ресурсів України // Збірка матеріалів II обласної науково-практичної конференції учнівської та студентської молоді «Біологічні дослідження та винахідництво»*. – Краматорськ: ДОЕНЦ, 2016. – С. 86-87.
4. *Клімченков А.Г. Перспективи використання сонячної енергії // Збірка матеріалів I обласної науково-практичної конференції учнівської та студентської молоді «Біологічні дослідження та винахідництво»*. – Краматорськ: ДОЕНЦ, 2015. – С. 43-44
5. *Карвінен Т., Карвінен К., Валтокари В. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi: Пер. с англ.* – М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2015. – 432 с.

УДК 37.013

Камєнєва А.С., наук. кер. Беззубко Л.В. (Україна, м. Краматорськ, ДонНАБА)

РОЗВИТОК ВНЗ У СВІТІ ІДЕЙ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ

Сучасна національна освітня система зазнає серйозні трансформації, потрібні нові підходи до організації роботи ВНЗ, гнучке управління ними, бачення перспектив подальшого розвитку. У зв'язку з цим значення набуває безперервна освіта. Актуальними завданнями є забезпечення доступності здобуття якісної освіти протягом життя для всіх громадян, утвердження її національного характеру; створення культурно-просвітницьких центрів; урахуванням світових освітніх тенденцій.

Все життя людини є її розвитком. Глобалізація, зміна технологій, перехід до інформаційного суспільства утвердження пріоритетів сталого розвитку, інші властиві сучасній цивілізації риси зумовлюють розвиток людини як головну мету, ключовий показник і основний важіль сучасного прогресу, потребу в радикальній модернізації галузі, ставлять перед державою, суспільством завдання забезпечити пріоритетність розвитку освіти і науки, першочерговість розв'язання їх нагальних проблем

Сьогодні, національна освітня система зазнає серйозні трансформації. Йде пошук шляхів перетворень у цій сфері діяльності у світлі Болонського процесу. Прагнення адаптуватися до світових стандартів освіти викликає необхідність першочергового вирішення таких ключових питань, як визначення місця ВНЗ в сучасному світі і зміна змісту вищої освіти, а отже і пов'язаної з цим модернізації освітніх структур, вдосконалення методики викладання, впровадження новітніх технологій в освітній процес та інших.

Серйозні трансформації в житті суспільства і держави торкнулися і сфери вищої освіти. Ставши самостійною і незалежною сферою діяльності, вища освіта прагне адаптуватися до нових умов, орієнтуючись на світові стандарти освіти. Проте пошук шляхів намітилися перетворень у цій сфері діяльності не повинно означати сліпе слідування світовим стандартам. Видається за доцільне, використовувати позитивні аспекти світової системи освіти, не зраджуючи забуттю власні освітні традиції [1].

Серед ключових питань розвитку системи вищої освіти слід назвати такі як [2]:

- Визначення місця університету в сучасному світі
- Зміна змісту вищої освіти.

Сьогодні вже очевидно, що класичні університети переживають критичний стан, викликане, перш за все, процесами глобалізації та інформатизації, масштабної практикою вузькофункціональної освіти. Світ, у якому виникли класичні університети, відходить у минуле, отже, вони повинні адаптуватися до нових якостей, але як і раніше залишатися науковим освітньо-виховним центром, що готує висококваліфікованих фахівців, які вміють перспективно мислити і бути відповідальними за май-

бутнє. І не випадково, прийнята в Болоньї, Велика Хартія європейських університетів, відводить ВНЗ центральне місце в суспільстві. ВНЗ має бути, поряд з модернізацією університетської освіти, виконувати головну роль у масштабних і конструктивних інтеграційних процесах в науково-освітній та культурній сферах.

Не можна ігнорувати той факт, що, як і в інших сферах діяльності, в освітній сфері склався свій ринок послуг, якому, як і будь-якому ринку, притаманне суперництво і конкуренція. Сьогодні потрібні нові підходи до організації роботи ВНЗ, гнучке управління, бачення перспектив. В умовах ринковою економіки, забезпечення конкурентної переваги досягається з використанням такого інструменту, як стратегічне планування, яке передбачає розробку комплексу організаційних заходів, орієнтованих на можливі зміни, насамперед, внутрішніх і зовнішніх умов роботи в майбутньому, на визначення місця кожного ВНЗ в нестандартних умовах ринку освітніх послуг. Цей процес заснований на всебічному аналізі, як вже сформованих, так і прогнозованих тенденцій функціонування освітніх структур, з урахуванням таких важливих трансформацій, як:

- зміна умов та порядку прийому до ВНЗ;
- перехід на якісно нові моделі освіти;
- можливість скорочення системи вищої освіти внаслідок насувається демографічної кризи;
- зростаюча конкуренція на ринку освітніх послуг.

У сучасному світі, який увійшов у третє тисячоліття, розвиток України визначається в контексті європейської інтеграції з орієнтацією на фундаментальні цінності західної культури: парламентаризм, права людини, права національних меншин, лібералізацію, свободу пересування, обмеження ролі держави в суспільстві і інші складові - невіддільні атрибути громадянського суспільства.

Освіта є могутнім чинником розвитку духовної культури українського народу, відтворення продуктивних сил суспільства. Ця гуманітарна сфера спрямована на забезпечення фундаментальної наукової, загальнокультурної, професійно-практичної підготовки особистості, формування інтелектуального потенціалу нації та всебічний розвиток особистості як найвищої цінності суспільства.

У зв'язку з цим концептуальні засади та державні пріоритети розвитку освіти України розглядаються в першу чергу з позицій його ролі і місця в забезпеченні життєдіяльності суспільства, безпосереднього взаємозв'язку зі сферою праці. З цією метою ведеться системна активна робота по:

- створенню умов для визначення освітніх проблем розвитку країни та її регіонів в контексті політичного бачення і прийняття рішень на державному рівні;
- дозволом з залученням сфери освіти проблем, що виникають на ринку праці;
- доданню системі освіти більшої гнучкості й ширших можливостей для отримання громадянами професійної підготовки.

У реформуванні освіти в Україні значною мірою враховується об'єктивний вплив загальних для сучасної цивілізації тенденцій розвитку. Перша тенденція – це посилення процесу глобалізації економіки, взаємозв'язку і взаємозалежності держав світу. Ця тенденція зумовлена розвитком науки, технологій, виробництва, що призводить до формування загального світового економічного простору і планетарного інформаційного поля та інтенсивного обміну результатами матеріальної та духовної діяльності.

Друга обумовлена формуванням позитивних умов для індивідуального розвитку особистості, її самореалізації у світі.

Нині в освітній системі України також всебічно розробляється й апробується ідея безперервної освіти. Значна увага приділяється підвищенню професійної майстерності педагогічних працівників у системі післядипломної освіти.

Головну мету безперервної освіти визначають аспекти соціально-економічних змін, які тісно взаємопов'язані: активна громадянська позиція і конкурентоспроможність на ринку праці. Це обумовлено тим, що по-перше, рух до «суспільства, заснованого на знанні» означає, що інформація, знання, а також мотивація до їх постійного оновлення і навички необхідні для цього стають вирішальним чинником розвитку, конкурентоспроможності й ефективного ринку праці; по-друге, ми живемо в складному соціально-політичному середовищі, де повноцінний розвиток особи стає неможливим без уміння брати активну участь в суспільних процесах і адаптуватися до культурної, етнічної і мовної різноманітності. І лише освіта в найширшому розумінні цього процесу може допомогти успішно справитися з цим завданням. Участь в громадянському суспільстві практично неможлива без успішної професійної кар'єри, оскільки вона складає фундамент особистої незалежності, самоповагу і добробут, а значить, визначає якість життя.

Ідея безперервної освіти – це програма розвитку мислення та діяльності, в рамках якої розвиток людини і виробничих систем можуть виступати тільки як приватні, фрагментарні задач.

Актуальним завданням також є забезпечення доступності здобуття якісної освіти протягом життя для всіх громадян та дальшого утвердження її національного характеру. Наближення освіти до дому передбачає створення культурно-просвітницьких центрів в безпосередній близькості від нашого житла – не тільки в школах і ВНЗ, але і в торгових центрах, клубах, музеях, бібліотеках, релігійних центрах, парках, центрах відпочинку і на робочих місцях. Державна політика України стосовно безперервної освіти повинна проводитися з урахуванням світових тенденцій розвитку освіти протягом життя, соціально-економічних, технологічних та соціокультурних змін та за допомогою міжнародних проєктів, програм співпраці та побратимських зв'язків. Ефективність цієї роботи в значній мірі залежить від використання Інтернет, а також термінової публікації нових матеріалів і представлення їх на міжнародних конференціях та семінарах. В Україні

повинні забезпечуватися прискорений, випереджальний інноваційний розвиток освіти, а також створюватися умови для розвитку, самоствердження та самореалізації особистості протягом життя.

Державна політика України стосовно безперервної освіти повинна проводитися з урахуванням світових тенденцій розвитку освіти протягом життя, соціально-економічних, технологічних та соціокультурних змін та за допомогою міжнародних проектів, програм співпраці та побратимських зв'язків. Ефективність цієї роботи в значній мірі залежить від використання Інтернет, а також термінової публікації нових матеріалів і представлення їх на міжнародних конференціях та семінарах. В Україні повинні забезпечуватися прискорений, випереджальний інноваційний розвиток освіти, а також створюватися умови для розвитку, самоствердження та самореалізації особистості протягом життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук Р.Л. Законодавче регулювання якості вищої освіти в Україні: стан та перспективи розвитку / Р.Л.Ковальчук // Науковий вісник Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича: зб. наук. пр. – Чернівці: Рута, ЧНУ, 2010. – 550 с.
2. Іщенко А. Ю. Глобальні тенденції і проблеми розвитку освіти: наслідки для України. Аналітична записка / А. Ю. Іщенко // Сайт Національного інституту стратегічних досліджень при Президентові України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1537/>.

УДК 621.7.01

Кейлян І.В., наук. кер. Олійник С.Ю. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА)

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ З АНТИФРИКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ В ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ

У статті представлено аналіз способів підвищення якості антифрикційної поверхні великогабаритних підшипників рідинного тертя. Проведено огляд відомих конструкцій розкаток з метою з'ясування можливості їх застосування для обробки бабітової поверхні ПРТ.

Застосування ресурсозберігаючих і енергозберігаючих технологій при зниженні собівартості і відповідно вимог якості продукції, що випускається є необхідною складовою сучасного машинобудівного виробництва. Незважаючи на високий рівень світових технологій отримання антифрикційної поверхні великогабаритних підшипників ковзання, які використовуються в конструкціях прокатних станів в якості опори валків є трудомістким і енерговитратним технологічним процесом.

За даними науково-технічної літератури [1-4] і досвіду промислового виробництва підшипників рідинного тертя (ПРТ) основною проблемою є труднощі нанесення такого антифрикційного шару, структура якого забезпечувала його достатній ресурс роботи. Другою проблемою є отримання якості і точності внутрішньої поверхні підшипника при його механічній обробці.

У якості антифрикційного матеріалу розглянутих підшипників застосовують бабіти, які складаються з м'яких металів олова, свинцю, сурми, кадмію, цинку і характеризуються наявністю твердих структурних складових в пластичній матриці. Їх заливають на підігрітій вкладиші (250 °С) при температурі 450-480 °С. Найчастіше застосовують відцентрову заливку. Заливають в кокіль або під тиском, товщина заливки в підшипниках 1-3 мм, для підшипників з внутрішнім діаметром 500 мм і більше – 5-20 мм [5]. Перед заливанням бабіту поверхня сталевого вкладиша піддається лудінню. При цьому на площі фактичного контакту поверхонь діють сили молекулярної взаємодії, які проявляються на відстанях, які в десятки разів перевищують міжатомні в кристалічних решітках, і збільшуються з підвищенням температури. Перехідний шар, який зумовлює міцний металевий зв'язок, при цьому відсутній, через недостатню ізоляцію бабіту під час заливки від контакту з повітряним середовищем, що негативно впливає на якість заливки, теплопровідність і працездатність підшипника в цілому.

Традиційні технології обробки литих антифрикційних матеріалів не забезпечують повною мірою формування сприятливого з точки зору зносу структурного стану антифрикційного шару. В роботі [6] наводяться дані про те, що вихід з ладу деталей машин в 80% випадків обумовлений зно-

сом, причому більша частина відмов припадає на період підробітки, який характеризується нерівномірністю протікання процесів зношування.

Відомі результати досліджень показують, що експлуатаційні властивості литих антифрикційних матеріалів можна значно поліпшити застосуванням процесів інтенсивного пластичного деформування, що призводять до подрібнення структури. Це призвело до появи досліджень і розробок в напрямку отримання антифрикційної поверхні шляхом застосування її штампування в процесі кристалізації бабіту Б83 [7]. Метод передбачає вплив деформуючим інструментом в температурному інтервалі виділення часток надлишкових β і γ фаз (380-250) °С і подальше деформування в температурному інтервалі затвердіння бабіту (250-210) °С. Такий метод забезпечив структуру із середнім розміром твердого зерна β і γ фаз 50 мкм і підвищив зносостійкість антифрикційного шару підшипників. Однак технологічно розглянутий метод можна застосовувати для роз'ємних конструкцій ПРТ.

Метою роботи є аналіз способів підвищення якості антифрикційного шару великогабаритних підшипників ковзання за умови застосування поверхнево-пластичного деформування (ППД).

Використання процесів ППД як фінішних операцій виготовлення або ремонту пар тертя представляє особливий інтерес, оскільки поряд з підвищенням розмірно-геометричної точності деталей підвищуються експлуатаційні властивості поверхневого шару. Крім того, процеси ППД істотно більш технологічні, ніж відомі способи інтенсивної пластичної деформації та забезпечують реалізацію значних величин накопиченої пластичної деформації і можливість регулювання параметрів складного навантаження і напружено-деформованого стану [7]. Недостатність даних про вплив режимів пластичного деформування на зносостійкість бабіту стримує їх застосування при обробці антифрикційних матеріалів.

Типовий технологічний процес отримання великогабаритного вкладиша ПРТ (внутрішнім діаметром більше 500 мм) складається з наступних технологічних етапів: підготовка баз, обробка допоміжної і повірювальної поверхні, токарного оброблення зовнішньої поверхні, розточування внутрішньої поверхні кишень під антифрикційний шар, нанесення бабітові шару (залівка з товщиною 5-20 мм), остаточна обробка зовнішньої поверхні, включаючи її шліфування й полірування, розточування внутрішньої поверхні, розточування кишень.

Для підшипників з внутрішнім діаметром менше 400 мм до розточування кишень застосовують операцію розкочування, що дозволяє отримати необхідну шорсткість і виправити деякі дефекти форми. Застосування оптимальних режимів розточування і розкочування дозволяє для таких підшипників отримати точність і якість внутрішньої поверхні без застосування подальшого шабрування.

Для ПРТ з великим діаметром при монтажі застосовується шабрування внутрішньої поверхні, що значно підвищує трудомісткість виготовлення. Слід зазначити досить жорсткі вимоги по формі і точності поверхні

підшипнику. Допуск на розмір по товщині в будь-яких протилежних точках внутрішньої і зовнішньої поверхні не більше 0,08 мм (для внутрішнього діаметру 1000 мм), правильна геометрична форма (допуск на прямолінійність 0,002-0,025 мм, конусність і овальність 0,025-0,04 мм), шорсткість 0,32-1,6 мкм. При робочому зусиллі в зоні контакту деформуючих елементів і деталі інтенсивність напружень перевищує межу текучості, в результаті чого відбувається пластична деформація мікронерівностей, змінюються фізико-механічні властивості і структура поверхневого шару, а також можлива незначна деформація мікронерівностей.

Серед відомих способів розкочування внутрішніх поверхонь є розкочування одноелементними і багатоелементними інструментами пружної дії (кулькою або роликом). Розкатки, які сконструйовані за жорсткою схемою, дозволяють проводити розмірну, вигладжувальну і зміцнюючу обробку рівножорстких заготовок. Жорсткість таких розкаток повинна бути вище жорсткості заготовок.

Елементи пружної дії забезпечують більш стабільні умови деформування. Отримання необхідних властивостей поверхні залежить від схеми обробки, кількості розкочувальних елементів, фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, швидкості відносного переміщення деформуючих елементів, подачі, зусиль, мікро- і макрогеометрії, форми, розмірів і траєкторії руху елементів [8, 9].

Серед відомих конструкцій розкаток для великих деталей є багато-роликові регульовані розкатки для деталей діаметром до 400 мм, а також однороликові і двуроликові для деталей з діаметром до 600-800 мм, спеціальні для ще більш великих діаметрів [8, 10, 11]. Однороликові і двуроликові розкатки можуть бути застосовні для використання на токарно-карусельних і розточувальних верстатах [9, 10].

Недоліки відомих конструкцій розкаток для великих деталей, це обмеження по регулюванню діаметру, який розкочується при налагодженні пристосування та громіздка конструкція розкатки. Інструмент пружної дії копіює вихідну похибку обробки і не може бути застосовано для виправлення форми і точності поверхні. Через похибки попередньої обробки пластична деформація поверхневого шару після обробки за жорсткою схемою виходить нерівномірною. Інструмент з одностороннім деформуючим елементом створює нерівномірні навантаження на деталі, що також позначається на якості обробки. Використання багатороликових сепараторних розкаток економічно не вигідно та технічно їх складно використовувати при розкатці великих діаметрів [9]. При розкочуванні поверхонь з жорсткими вимогами до тиску інструмента на розкочувальну поверхню, що відноситься до поверхонь з м'яких матеріалів та кольорових сплавів, розкатку необхідно оснащувати елементами контролю, та підтримки рівномірного тиску [9, 11].

ВИСНОВКИ

Включення в технологічний процес операції розкочування внутрішньої поверхні по антифрикційному шару дозволить зменшити шорсткість і

отримати нову мікрогеометрію поверхні, а також зменшити розміри дисперсних включень антифрикційного шару. Крім того фізико-механічні властивості матеріалу поверхні, яка розкочується дозволяють виправити похибки форми деталі такі як конусність, овальність, а також забезпечити рівномірну товщину стінки підшипники, що передбачає розробку спеціальної конструкції комбінованої розкатки, яка забезпечить калібруючу та вигладжуючу дію відповідно вимогам до точності, шорсткості та якості поверхні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ремонт центробежных и поршневых насосов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий: Справ, изд. – М.: Химия, 1996. – 320 с. ил.
2. Тарельник В.Б. Аналіз технології нанесення антифрикційних покриттів підшипників ковзання / В.Б. Тарельник, А.В. Дзюба // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2013. – Вип. 134. – С 244 – 251.
3. Марцинковский В.С. Проблемы и перспективы нанесения антифрикционных покрытий на вкладыши подшипников скольжения [Текст] / В.С. Марцинковский, В.Б. Тарельник, А.В. Плякин // Ремонт и модернизация компрессорного и насосного оборудования химических производств : сборник докладов "ЭККОН-11" XIII МНТК "Герви-кон-2011" / Под ред. В.С. Марцинковского. – Сумы : СумГУ, 2011. – С. 197-209.
4. Глушкова Д. Б. Наукові і технологічні основи поверхневого зміцнення навантажених деталей будівельного обладнання для підвищення довговічності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.02.01 "Матеріалознавство" / Глушкова Діана Борисівна – Дніпропетровськ, 2016. – 41 с.
5. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – Москва: Машиностроение, 1990. – 527 с.
6. Асланян И. Р. Износостойкость антифрикционных материалов с дисперсной структурой и технология получения высокоресурсных элементов трибосопряжений поверхностным пластическим деформированием : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. : спец. 05.03.05 "Процессы и машины обработки давлением" / Асланян Ирина Рудиковна – Уфа, 2000. – 20 с.
7. Фазлыяхметов, Р.Ф. Штамповка антифрикционного слоя в процессе кристаллизации баббита Б83 при изготовлении подшипников скольжения : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.03.05 «Технологии и машины обработки давлением» / Фазлыяхметов Рустем Фаузиевич ; Институт проблем сверхпластичности металлов РАН – Уфа, 2007. – 20 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2 / [Под. ред. А. М. Дальский, А. Г. Суслов, А. Г. Косилова та ін.]. – 5-е изд. Исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.
9. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. / Л.Г. Одинцов – М.: Машиностроение, 1987 – 328 с.
10. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами / В.М. Браславский. – М. Машиностроение, 1975. – 160 с.
11. Пат. На корисну модель 103434 UA, B24B39/02. Пристрій для розкочування внутрішніх поверхонь обертання / Хода З.Ф; заявитель и патентообладатель Хода Зоя Федорівна". – № u201507513; заявл. 10.12.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл № 23.

УДК 621.893

Киселёва И.А., науч. рук. Ковалевский С.В., Олейник С.Ю.
(Украина, г. Краматорск, ДГМА)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБКАТКИ РОЛИКОМ-РАЗРЯДНИКОМ

В статье предоставлен анализ существующих методов электромеханической обработки поверхностей детали. Основное внимание уделяется упрочнению и повышению износостойкости рабочей поверхности с помощью обкатки детали чугунным роликом при высокочастотных напряжениях. На основе анализа делаются выводы о дальнейших исследованиях и дальнейших опытах на экспериментальной установке.

В настоящее время в условиях все ужесточающихся режимов работы машин, связанных с увеличением мощностей, скоростей, давлений, а также с повышенными требованиями к точности, вопросы долговечности и надежности приобретают исключительно важное значение. На ремонт и восстановление работоспособности машин затрачиваются значительные ресурсы. Это во многом объясняется низкой износостойкостью поверхностного слоя сопряженных деталей машин. Следовательно, для повышения долговечности машин определяющее значение имеет повышение износостойкости трущихся поверхностей деталей в процессе их изготовления, эксплуатации и ремонта.

Целью работы является исследование возможностей нанесения тонких покрытий способом электроискровой обкатки.

Электромеханическая обработка [3, 4] основана на сочетании термического и силового воздействия на поверхность обрабатываемой детали, что вызывает улучшение физико-механических и геометрических характеристик поверхностного слоя деталей и, в результате приводит к повышению износостойкости. Сущность способа ЭМО заключается в том, что в процессе обработки через место контакта инструмента с поверхностью обрабатываемой детали проходит ток большой силы и низкого напряжения, вследствие чего выступающие гребешки поверхностного слоя обрабатываемой поверхности подвергаются сильному нагреву, под давлением инструмента деформируются и сглаживаются, а поверхностный слой упрочняется. Особенность электромеханической обработки связана с явлением горячего наклепа. Эта особенность будет проявляться тем интенсивнее, чем выше температура нагрева и давления обработки. Отсюда следует, что при высоких температурах и значительных давлениях электромеханической обработки можно ожидать в светлой зоне поверхностного слоя появление растягивающих остаточных напряжений.

В настоящее время применяют различные методы электромеханического повышения прочности и износостойкости [5] в зависимости от: способа подвода электрического тока к месту контакта инструмента и заготовки; рода тока (постоянный, переменный); способа подачи тока во времени (непрерывно-постоянный, импульсно-прерывистый); вида инструмента. В

зависимости от степени влияния на структуру и свойства поверхностного слоя в работе [7] выделяются следующие режимы электромеханического упрочнения:

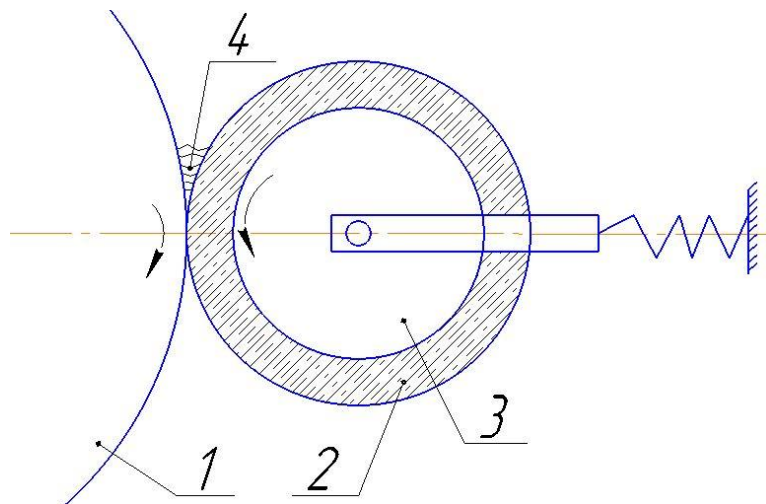
1) жесткий упрочняющий режим, предусматривающий высокую плотность тока ($700-1500 \text{ А/мм}^2$) и низкую скорость обработки ($0,5-5 \text{ м/мин}$), значительную глубину упрочненного слоя и невысокие требования к шероховатости поверхности;

2) средний упрочняющий режим, характеризующийся незначительной глубиной упрочнения, плотностью тока в контакте ниже 800 А/мм^2 , скоростью обработки несколько выше применяемой при жестком упрочняющем режиме и давлениями инструмента, выбираемыми исходя из требований к шероховатости поверхности;

3) отделочный режим, характеризуемый невысокой плотностью тока, значительными рабочими давлениями в зоне контакта инструмента с деталью, высокими скоростями обработки ($10-120 \text{ м/мин}$) и качеством поверхностного слоя.

Сущность технологии нанесения тонких покрытий способом электроискровой обкатки

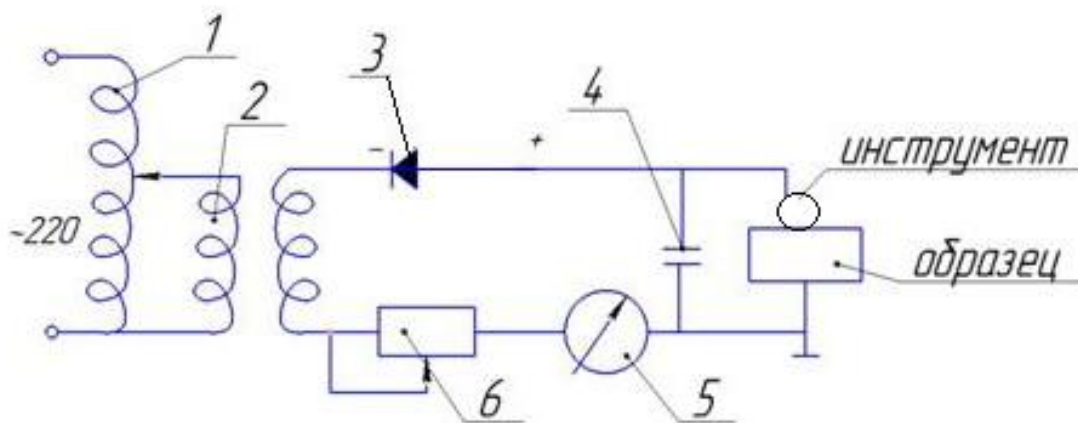
Приспособление с усилием прижимает ролик к обрабатываемой поверхности. Чугунный ролик не имеет привода, он получает вращение от стального валика. Когда стальной валик начинает вращаться, УБ подает электрические импульсы на чугунный ролик. Для начала переноса материала необходимо увеличить усилие прижима ролика. Увеличивается зазор перед точкой соприкосновения между накатываемой частью ролика и валика, как показано на рис. 1.



1 – образец; 2 – антифрикционный материал наплавленный на чугунный ролик; 3 – чугунный ролик; 4 – ионизирующие искры

Рис. 1 – Регулировка усилия

В этом зазоре и возникает искра. Данная искра ионизирует молекулы чугуна перенося их на материал подложки.



1 – латр, регулює напругу подаване в установку, в опытє коефіцієнт латра складає 1:1; 2 – двохобмоточний трансформатор, понижав напругу до 60В; 3 – діодні мости; 4 – набір конденсаторів 5 штук по 200 мкФ, з'єднаних паралельно; 5 – амперметр; 6 – резистор, з допомогою цього елемента регулюється сила тока

Рис. 2 – Електрична схема управляючого блоку

Електрична цепь видає імпульси високої частоти, періодически разряжає і заряджає конденсатор. Після того як ми розглянули всі складові процесу можна повернутися до питання про відсутності переносу при великих зусиллях прижима ролика. Причиною являється занадто щільний контакт ролика і валика, з-за чого конденсатори не встигають зарядитися і напруга падає практично до нуля.

В лабораторії був проведений експеримент нанесення тонких покриттів способом електроіскрової обкатки, сняты показання, которые сведены в таблицу и построены графики зависимости.

Таблица 1

Частота вращения $n = 400$ без груза

α	n min	n max
-7	146	162
-3	135	154
0	139	149
4	143	175
7	175	200
11	194	240
14	145	261
16	198	226
21	191	225
25	159	193
29	93	135
43	51	73

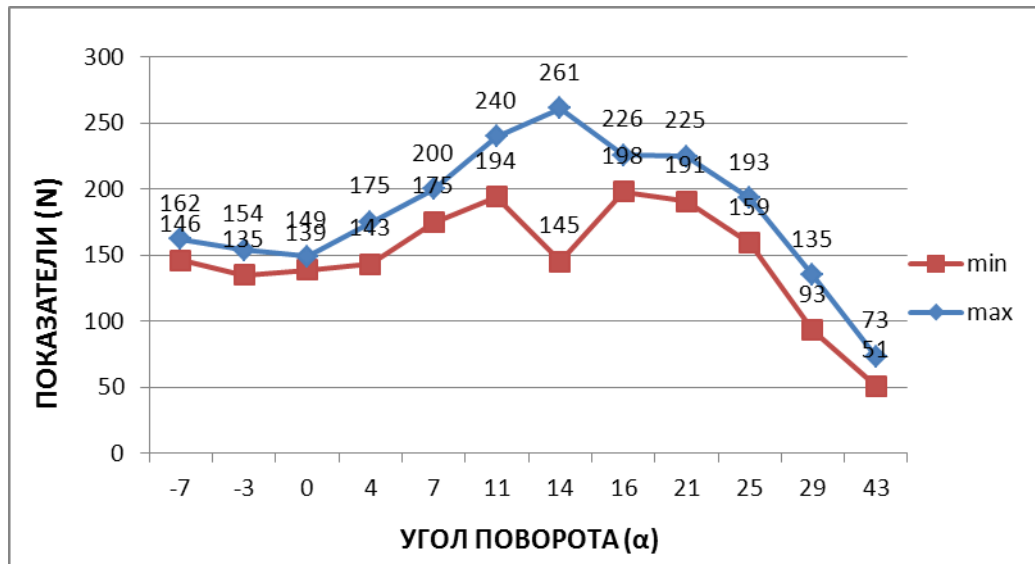


Рис. 3 – Частота вращения n = 400 без груза

Таблица 2

Частота вращения n = 400 с грузом

α	n min	n max
-7	61	74
-3	66	74
0	72	91
4	71	95
7	76	98
11	72	99
14	84	115
16	85	120
21	84	127
25	98	129
29	53	76
43	38	54

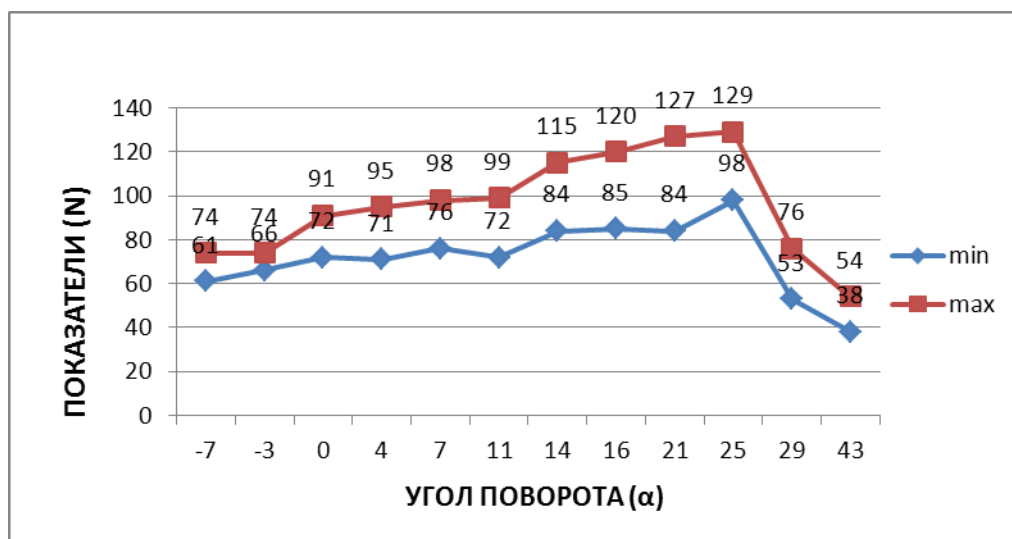
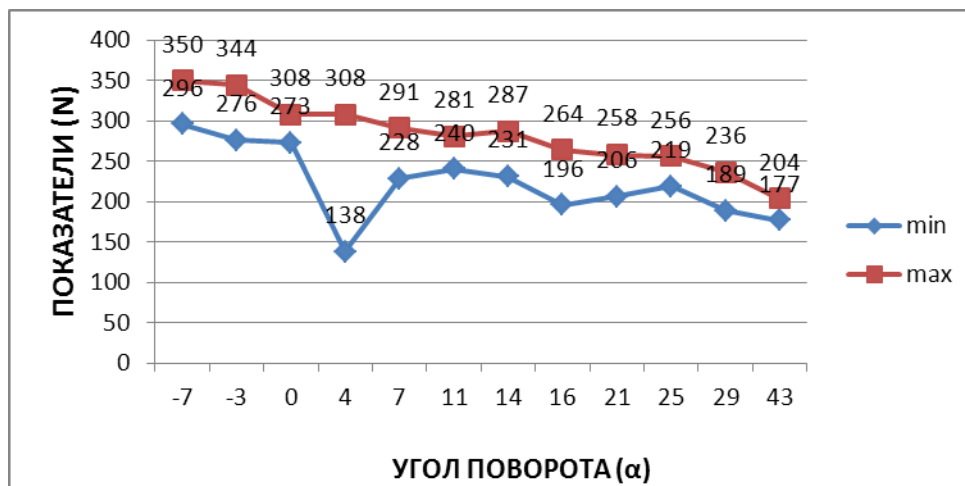


Рис. 4 – Частота вращения n = 400 с грузом

Таблиця 3

Частота вращения $n = 800$ без груза

α	n min	n max
-7	296	350
-3	276	344
0	273	308
4	138	308
7	228	291
11	240	281
14	231	287
16	196	264
21	206	258
25	219	256
29	189	236
43	177	204

Рис. 5 – Частота вращения $n = 800$ без груза.

Таблиця 4

Частота вращения $n = 600$ без груза.

α	n min	n max
-7	251	294
-3	248	267
0	217	257
4	232	283
7	220	247
11	190	268
14	191	261
16	198	246
21	184	224
25	190	232
29	205	247
43	195	225

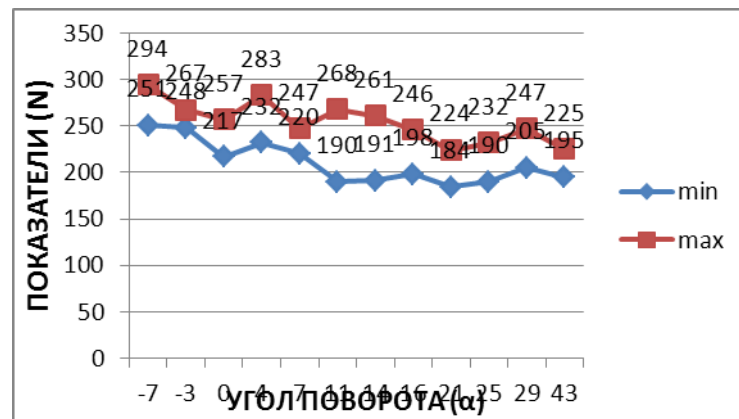


Рис. 6 – Частота вращения $n = 600$ без груза.

ВЫВОДЫ

Процесс сопровождается наличием области экстремума, в точке экстремума наблюдается максимальная нагрузка. С помощью груза, возможно, изменить работу инструмента, величина нестабильно уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишиницкий А. Л., Ясногородский И. З., Григорчук И. П. *Электрохимическая и электромеханическая обработка металлов*, Л., 1971.
2. *Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки*. Под ред. Волосатова В.А. Ленинград, "Машиностроение", 1988
3. Аскинази Б.М. *Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой*. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с.
4. Багмутов В.П., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г., Захаров И.Н. *Электромеханическая обработка: технические и физические основы, свойства, реализация*. – Новосибирск: Наука, 2003. – 318 с.
5. Надольский В.О., Дудкина Н.Г., Яковлев С.А., Наумичев С.Б., Павлов А.В. *Технологии электромеханической обработки и её новые варианты // Материалы междунар. конф. "Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций"*. – Санкт-Петербург: СПбПУ. – 2007.
6. Маталин М.М., Дудкина Н.Г., Дудкин А.Д. *Особенности формирования упрочненного слоя при электромеханической обработке с динамическим силовым воздействием // Упрочняющие технологии и покрытия*. – 2007. – № 6.
7. Ковалевский С.В., Тулупов В.И. *Электромеханическое чистовое точение с импульсным током – как способ получения износостойких поверхностей // Тезисы докладов 7-й МНТК "Новые материалы и технологии в машиностроении – 2007"*. – Брянск: БГИТА. – 2007.
8. Алифанов А.Я. *Электромеханические методы обработки труднообрабатываемых материалов. Первый Всесоюзный съезд технологов-машиностроителей. Тезисы докладов. Бюро Совета Министров СССР по машиностроению, Государственная комиссия Совета министров СССР, Академия наук СССР*. – Москва, 1989, 205 с.
9. Паршев С.Н., Белов А.А. *Автоматическое управление технологическими режимами электромеханической обработки поверхности стальных деталей // Материалы 44-й научн. конф. ВГТУ*. – Волгоград: ВГТУ. – 2007.
10. Маловечко Г.В., Паршев С.Н., Дудкина Н.Г. *Формирование регулярной структуры поверхностного слоя детали при электромеханическом упрочнении // Вестник машиностроения*. 1989. – №6. – С. 51-53.
11. Диха О.В., Чумаков О.П. *Електромеханічна обробка як прогресивний спосіб підвищення зносостійкості деталей машин // Тези допов. 6-ї міжнар. конф. молод. вчених "Інформатика та механіка"*. – Кам'янець-Подільський, 2008. – С. 40-41.
12. Азаренков Н.А., Орлов В.Д., Слипченко Н.И., Удовицкий В.Г., Фареник В.И. *Нанонауки и нанотехнологии: современные достижения, перспективы, проблемы и задачи развития // Физическая инженерия поверхности*. – 2005. – Т. 3, № 1-2. – С. 127-146.
13. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. *Інженерія поверхні: підручник*. – К.: Наукова думка, 2007. – 559 с.

УДК 621.91

Кравченко А.О., наук. кер. Калініченко В.В. (Україна,
м. Краматорськ, ДДМА)

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ВАЖКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

В роботі наведені відомості про критерії оптимізації процесів механічної обробки, пов'язані з рівнем енерговитрат при різанні, та показані можливості використання енергетичних критеріїв в математичних моделях оптимізації процесів токарної обробки деталей важкого машинобудування.

Машинобудівному комплексу України притаманний високий рівень енерговитрат на одиницю продукції, що справляє негативний вплив на конкурентоздатність продукції вітчизняного машинобудування, особливо з урахуванням тенденції неухильного зростання питомої частки вартості енерговитрат у структурі собівартості продукції внаслідок постійного зростання цін на електроенергію. Тому стратегічним напрямом підвищення конкурентоздатності продукції машинобудівних підприємств України є підвищення енергоефективності механічної обробки деталей. Особливо це стосується високоенергомісткого важкого машинобудування.

Кардинальне оновлення технологій та модернізація обладнання при технічному переозброєнні виробництва на принципах енергоефективності вимагає значних капітальних вкладень, не забезпечуючи їхньої швидкої окупності. В той же час значної економії енергоресурсів у виробництві можна досягти і без його технічного переозброєння, за рахунок використання енергоефективних параметрів технологічних процесів.

Питання розробки оптимізаційних моделей для визначення енергоефективних параметрів механічної обробки розглядалось у роботах В.К. Старкова [1], А.В. Карпова [2-4], В.С. Гусарєва та Ю.В. Ярового [5] та інших вчених. Автори зазначених робіт пропонують у якості критеріїв оптимізації процесів механічної обробки використовувати різні критерії, пов'язані з величиною енерговитрат при різанні.

В оптимізаційних моделях процесів токарної обробки деталей важкого машинобудування енергетичні критерії оптимізації, на відміну від економічних та техніко-економічних критеріїв, використовуються ще недостатньо широко. Разом з тим, великі енерговитрати при обробці на важких токарних верстатах, постійне зростання вартості електроенергії обумовлюють актуальність розробки математичних моделей процесу обробки на базі використання енергетичних критеріїв оптимізації.

Метою даної роботи є систематизація інформації про критерії оптимізації процесів механічної обробки, пов'язані з рівнем енерговитрат при різанні, та можливості використання цих критеріїв у моделях оптимізації технологічних параметрів токарної обробки деталей важкого машинобудування.

У роботах [1-7] наведена інформація про основні критерії оптимізації процесів механічної обробки, пов'язані з рівнем енерговитрат при різанні (табл. 1).

Таблиця 1

Приклади критеріїв оптимізації процесів механічної обробки, пов'язаних з рівнем енерговитрат при різанні (за даними робіт [1-7])

Найменування критерію оптимізації	Вираз для визначення критерію оптимізації	Загальний вигляд цільової функції
Ефективна потужність різання N_{ef} , кВт	$N_{ef} = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020}$	$N_{ef} \rightarrow \min$
Питома енергомісткість різання e , Вт·хв/мм ³	$e = \frac{N_{ef}}{v \cdot S \cdot t}$	$e \rightarrow \min$
Безрозмірний енергетичний критерій q	$q = \frac{\sigma_e}{e}$	$q \rightarrow \max$
Енергетичний ККД процесу різання K	$K = \frac{\Delta w \cdot V}{\tau_{\text{ц}} \cdot \int_0^{\tau_{\text{ц}}} N(\tau) d\tau}$	$K \rightarrow \max$
Критерій дії технологічної системи D , Дж·хв ³	$D = N \cdot T^2$	$D \rightarrow \min$
Пояснення до таблиці: P_z – тангенціальна складова сили різання; v – швидкість різання; S – подача; t – глибина різання; σ_e – межа міцності оброблюваного матеріалу при розриві; Δw – питома енергомісткість оброблюваного матеріалу; V – об'єм матеріалу, що підлягає зрізанню; $n_{\text{ц}}$ – число циклів зміни потужності різання $N(\tau)$ за одиницю часу стружкоутворення; $\tau_{\text{ц}}$ – час одного циклу зміни потужності різання; T – час обробки		

Перевага критерію мінімуму ефективної потужності різання N_{ef} – простота визначення. Критерій відображає абсолютну величину енерговитрат при різанні, тоді, як ефективність використання енергії має оцінюватися показниками витрат енергії на видалення одиниці об'єму зрізаного шару (або утворення одиниці площі обробленої поверхні) [6].

На відміну від показника N_{ef} , питома енергомісткість різання e [1, 2] показує рівень енерговитрат на зняття заданого об'єму матеріалу, слугуючи фізичним показником ефективності обробки. Доцільність використання критерію питомої енергомісткості беззаперечна, коли умовні екстремуми економічних критеріїв оптимізації процесу різання лежать на межі області припустимих значень оптимізовуваних параметрів.

Безрозмірний енергетичний критерій q та енергетичний ККД процесу різання K [3, 4] дозволяють оцінити частку енерговитрат у зоні різання, що витрачається на виконання «корисної» роботи при стружко- та формоу-

творенні та на протікання фізичних процесів, що ініціюють зношування інструменту та деформацію поверхневого шару деталі («шкідливу» складову роботи різання). Для мінімізації енерговитрат при обробці на важких верстатах дана задача не є першочерговою, тому використання критеріїв q та K має сенс лише для більш повного вивчення закономірностей процесу різання з метою виявлення резервів підвищення частки «корисної» складової та, відповідно, зниження частки «шкідливої» складової роботи різання в енергетичному балансі зони різання.

Критерій дії технологічної системи D [5] з успіхом може бути використаний для порівняння енергоефективності різних технологічних процесів та методів обробки. Разом з тим, доцільність використання критерію дії технологічної системи для оптимізації витрат енергоресурсів при обробці деталей на важких верстатах викликає сумніви.

ВИСНОВКИ

В роботі систематизовано інформацію про основні критерії оптимізації процесів механічної обробки, пов'язані з рівнем енерговитрат при різанні, представлені можливості використання цих критеріїв в оптимізаційних моделях процесів токарної обробки деталей важкого машинобудування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Старков В. К. *Физика и оптимизация резания материалов.* – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.
2. Карпов А. В. *Оптимизация процессов обработки резанием на основе энергетических закономерностей деформации и разрушения материалов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности.* 2012. № 1. С. 58–63.
3. Карпов А. В. *Об оценке энергетической эффективности технологических процессов обработки резанием // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности.* 2014. № 2. С. 61–68.
4. Карпов А. В. *К вопросу снижения энергоемкости технологических процессов обработки резанием // Современные проблемы науки и образования.* 2013. № 2.
5. Гусарев В. С., Яровой Ю. В. *Экспериментальное исследование зависимости действия технологической системы от режимов формообразования // Авиационно-космическая техника и технология.* 2013. № 7 (104). С. 12–16.
6. Мироненко Е. В., Гузенко В. С., Васильева Л. В., Мироненко О. Е. *Оптимизация режимов резания при обработке на тяжелых токарных станках с учетом энергозатрат // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні.* Харків: НТУ «ХПІ». 2010. № 40. С. 62–70.
7. Мироненко Е. В., Калиниченко В. В. *Стратегия определения энергоэффективных технологических параметров токарной обработки деталей тяжелого машиностроения // Резание и инструмент в технологических системах.* – 2016. – Вып. 86. – С. 83–95.

УДК 658.512.01.11

Миленко А.П., науч. рук. Гушин А.В. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

ВЫБОР МЕТОДА ОБРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПОРНОГО ПОДШИПНИКА

В статье дается описание методов обработки, которые могут использоваться для обработки детали типа «корпус подшипника» и выбора самого подходящего. Метод выбирается по определенным критериям: универсальность, увеличение производительности, снижение стоимости обработки, точность получения поверхности.

Обработка отверстий, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения, по-прежнему остается одной из актуальных проблем современного машиностроения. Чаще всего обработка отверстий осуществляется с помощью мерных инструментов. Это объясняется их следующими достоинствами относительно высокой производительностью, низкими затратами на подготовку производства и невысокими требованиями к точности станков, так как точность обработанных отверстий определяется в основном точностью применяемой оснастки. При этом требования к уровню профессиональной подготовки обслуживающего персонала также низки [1].

В то же время обработка точных отверстий мерными инструментами сопряжена с рядом трудностей, обусловленных прежде всего пониженной жесткостью инструмента, сложностью подвода СОЖ в зону резания и удаления оттуда пульпы. Указанные обстоятельства приводят к необходимости снижения режимов резания, а также введения в технологический процесс дополнительных операций.

Технологичность конструкции корпусных деталей имеет особое значение, так как от этого зависит трудоемкость их изготовления. Чтобы снизить трудоемкость изготовления корпусных деталей и повысить их качество, необходимо при проектировании обеспечить следующие технологические требования:

– корпусная деталь должна быть достаточно жесткой, чтобы в процессе обработки не появлялись деформации, и не возникала необходимость в снижении режимов резания;

– базовые поверхности корпусной детали должны иметь достаточную протяженность, позволяющую осуществлять полную обработку заготовки от единой базы;

– обрабатываемые поверхности корпусной детали, такие как выступы бобышки, пояски, должны быть одной высоты.

В этих случаях можно осуществить обработку напроход путем многошпиндельного фрезерования или строгания с помощью нескольких суп-

портов. Отверстия корпусной детали должны иметь по возможности простую геометрическую форму, без кольцевых канавок и фасок и не должны иметь в своих стенках окон, прерывающих отверстие [2].

Чистовую и отделочную обработку основных отверстий выполняют на агрегатных, расточных, координатно-расточных и алмазно-расточных станках при не вращающейся заготовке и на токарных и карусельных станках при вращающейся заготовке. Чистовую обработку отверстий по Н6-Н10 осуществляют при обработке малых отверстий развертыванием (во всех типах производств), при обработке больших отверстий – многократным растачиванием в мелкосерийном и единичном производствах и развертыванием в крупносерийном и массовом. Отверстия Н8, Н9 получают путем однократного развертывания, Н7 – двукратного развертывания. Развертку устанавливают, как правило, в специальные патроны, обеспечивающие возможность ее ориентирования по отверстию.

На действующих автоматических линиях по обработке корпусных деталей наблюдается низкая точность диаметральных размеров и межосевых расстояний базовых отверстий, а также низкая точность межосевых расстояний установочных пальцев в позициях линии, износ их по диаметральным размерам и неправильная геометрическая форма базирующих участков. Многократная фиксация заготовки при наличии указанных погрешностей и засоренность стружкой приводит к увеличению диаметра, износу и искажению формы базовых отверстий у деталей. Эти погрешности увеличиваются при переходе на каждую новую позицию и достигают наибольших величин в конце линии, когда выполняется окончательная обработка и достигаются основные требования точности. Наиболее заметно влияние этой погрешности при обработке деталей из мягких материалов [4].

Погрешности расположения определяются следующими отклонениями: неперпендикулярностью плоских поверхностей, несоосностью отверстий и смещением их осей относительно номинального положения, а также отклонениями размеров поверхностей. Следует отметить, что при обработке корпусных деталей более высокие требования предъявляются к точности отверстий, более низкие – к точности плоскостей.

Целью работы является обоснование выбора современного метода обработки главного отверстия корпуса подшипника с целью повышения экономической эффективности и увеличением производительности.

В зависимости от предъявляемых требований к детали и исходного состояния заготовки обработка отверстий осуществляется металлическим лезвийным или абразивным инструментом, со снятием стружки или ППД. В ряде случаев обработка отверстий осуществляется и специальными методами обработки: ультразвуковая, электрофизическая, электрохимическая, лучевая. Последние встречаются при обработке отверстий малого диаметра, отверстий сложной формы в труднообрабатываемых материалах [8].

Ниже в табл. 1 приведены методы обработки внутренних цилиндрических поверхностей.

Таблица 1
Основные методы обработки внутренних цилиндрических поверхностей

Обработка лезвийным инструментом										Обработка абразивным инструментом			Обработка давлением																										
Сверление и рассверливание		Зенкерование			Развертывание			Растачивание			Протягивание		Шлифование			Отделочные методы		На металлорежущем оборудовании																					
		Черновое	Однократное	Чистое	Нормальное	Точное	Тонкое	Черновое	Чистовое	Тонкое	Черновое	Чистовое	Предварительное	Чистовое	Тонкое	Притирка	Хонингование	Раскачивание	Колибование	Выглаживание																			
IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra	IT	Ra																		
13...9	25...1,6	13...12	25...6,3	13...11	25...6,3	10...8	6,3...0,8	11...10	12,5...0,8	9...7	6,3...0,4	6...5	3,2...0,1	13...11	25...1,6	10...8	6,3...0,4	7...5	3,2...0,2	11...10	12,5...0,8	9...6	6,3...0,2	9...8	6,3...0,4	7...6	3,2...0,3	6...5	1,6...0,1	5...4	1,6...0,1	6...5	1,6...0,1	10...8	6,3...0,4	8...6	6,3...0,1	6...5	0,4...0,1

Главные критерии выбора метода обработки: универсальность, увеличение производительности, снижение стоимости обработки, точность получения поверхности.

Альтернативным, всем выше перечисленным, методом обработки неглубоких отверстий является метод фрезерования с винтовой интерполяцией, где формирование отверстия происходит за счет совмещения осевого перемещения инструмента со спиральным движением его оси (рис. 1). Этот метод является более подходящим исходя из экономической выгоды и остальных критериев [7].

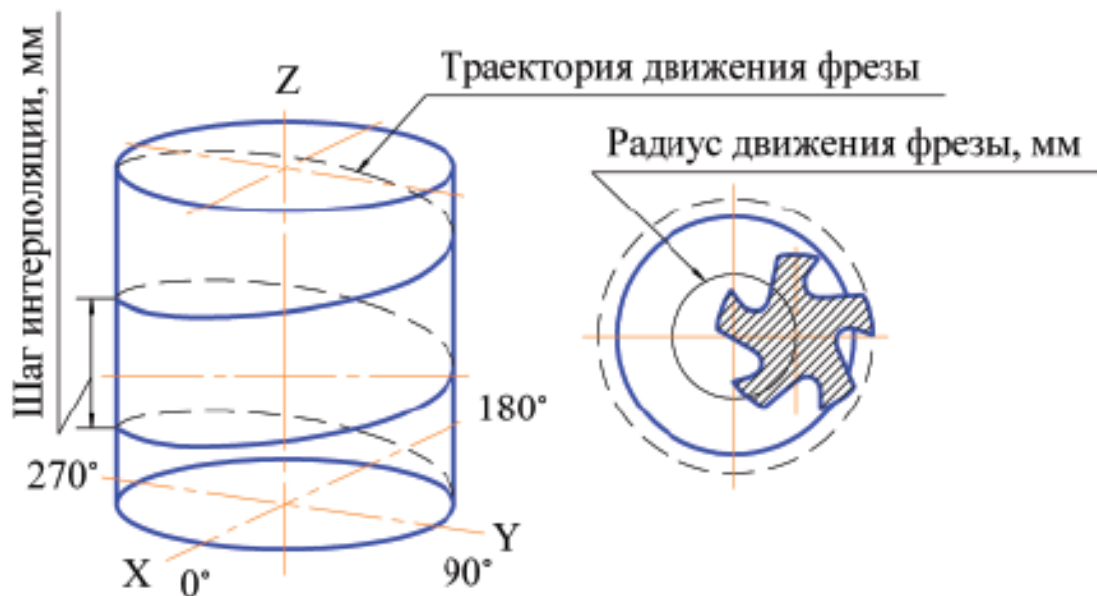


Рис. 1 – Формирование обрабатываемого отверстия методом винтовой интерполяции

Данный способ является более универсальным и позволяет производить обработку отверстий различного диаметра, ступенчатых отверстий и, зачастую, в зависимости от требований чертежа, может заменить операцию растачивания. Все вышеперечисленное в свою очередь ведет к уменьшению номенклатуры используемого инструмента и сокращению общего времени обработки детали [5].

Оригинальная геометрия и форма заточки режущей части фрезы обеспечивают высокую прочность режущих кромок и эффективный отвод стружки из зоны резания. Специально разработанный твердый сплав JC20015 DLS в сочетании с новым алмазным износостойким покрытием значительно увеличивает производительность и стойкость инструмента, а так же снижает возможность образования нароста на режущих кромках в процессе работы фрезы [6].

Обработка отверстий способом фрезерования с винтовой интерполяцией проводится одной фрезой, не требует смены инструмента и, в ряде случаев, является наиболее целесообразной и рентабельной. Сокращается номенклатура используемого режущего и вспомогательного инструмента, уменьшается общее время обработки детали. В результате снижаются затраты на приобретение дорогостоящего инструмента и изготовление детали в целом [6].

Комплексной характеристикой инструмента, применяемого при обработке на станках с ЧПУ, является его размерная стойкость, обеспечивающая полный цикл обработки одной или нескольких деталей в пределах установленного поля допуска.

ВЫВОДЫ

На основе анализа существующих методов был выбран метод фрезерования с винтовой интерполяции, который может использоваться для обработки детали типа «корпус подшипника». Метод выбирался по определенным критериям: универсальность, увеличение производительности, снижение стоимости обработки, точность получения поверхности.

На основе выбранного метода фрезерования с винтовой интерполяцией можно выделить такие преимущества:

- возможность получения отверстий различного назначения с разными характеристиками делает его более универсальным;
- уменьшение номенклатуры режущего и вспомогательного инструмента;
- сокращение общего времени обработки значительно увеличивает производительность технологического процесса и снижает себестоимость изготовления деталей;
- обеспечивает высокую точность посадки подшипника;
- сокращение номенклатуры используемого режущего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булавкин В.В. Теория и практика построения адаптируемых технологических процессов. Тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 165-летию МГТУ им. Баумана. – Ч.1. – М. : МГТУ, 1994 – 61 с.
2. Кононенко В.Г. О пластической деформации и наклепе стенок выдавливаемых оболочек. – М. : Изв. вузов. Машиностроение, 1963. – №12.
3. 16. Уик Ч. Обработка металлов без снятия стружки / Пер. с англ. – М.: Мир, 2005. – 547 с.
4. Гредитор М.А., Шерр Т.А. Изготовление химических аппаратов методами ротационного выдавливания. – М.: ЦИТИХИМНЕФТЕМАШ, 1987. – 180 с.
5. Кириллов П. Г. Теория обработки металлов давлением, М.: Высшая школа, 2007. – 296 с.
6. Третьяков А.В., Зюзин В.И. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением – М.: Металлургия, 2003. – 224 с.
7. Свидерский В.П., Трофимов К.Б., Стрелец С.В. Устройство для изготовления полых тел вращения // Авторское свидетельство № 1503956. Бюл. 32, 1999. – 154-157 с.
8. Косов Д.С., Свидерский В.П., Дмитриев В.С., Ротационная вытяжка крупногабаритных деталей машин. // МГОУ-XXI-Новые технологии. – Вып. 1 – М., 2002. – С. 29-31.

УДК 621.873

Неженцев О.Б.,¹ наук. кер. Збітнєв П.В.² (Україна, м. Київ, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»¹; Україна, м. Сєвєродонецьк, СНУ ім. В.Даля²)

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПЕРЕСУВАННІ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ

Описане програмне забезпечення для дослідження перехідних процесів мостових кранів, представлених у вигляді багатомасових динамічних моделей. Викладено результати практичного застосування даного програмного продукту і перспективи його подальшого використання.

Все більше вантажопідйомних кранів випускаються з частотно-керованими електроприводами, що мають суттєві переваги в порівнянні з традиційним релейно-контакторним управлінням [1-2, 5-8]. Тому є актуальними дослідження перехідних режимів частотно-керованих кранів з метою встановлення закономірностей виникнення динамічних навантажень і поліпшення техніко-експлуатаційних характеристик цих машин.

Для проведення досліджень перехідних режимів кранів застосовують різні математичні моделі вантажопідйомних машин [1-4]. Однак, для реалізації цих моделей використовують або програми загального призначення (MathCAD, Mathematica) [1, 2], які вимагають від користувача навичок програмування, або створені програми не призначені для дослідження перехідних режимів частотно-керованих кранів [4].

Метою роботи є опис розробленого програмного забезпечення, що дозволяє проводити дослідження перехідних процесів частотно-керованих мостових кранів, представлених у вигляді багатомасових динамічних моделей.

Рух мостового крана, представленого три- та чотиримасовою динамічною моделлю [2-4], описується системою нелінійних диференціальних рівнянь, де зведена до ходових коліс сила приводу в режимі частотно-керованого пуску та гальмування визначається за законом, описаним в [5].

Для реалізації описаної вище математичної моделі розроблено програму для дослідження пускових і гальмівних режимів при роботі механізмів пересування частотно-керованих мостових кранів. Мова розробки – об'єктно-орієнтоване середовище C# (C Sharp).

Алгоритм розробленої програми містить наступні етапи: початок, вибір розрахункової схеми (динамічної моделі), вибір режиму роботи (перехідного процесу), введення вихідних даних та початкових умов перехідного процесу, розв'язання (методом Рунге-Кутта) системи диференціальних рівнянь, що описують перехідний процес, вивід результатів розрахунку на екран, кінець.

В результаті роботи програми на екран виводяться до п'яти вікон, які містять графіки (в функції часу), що характеризують зміну: переміщень,

швидкостей і прискорень приведених мас; зусиль, що виникають в пружних ланках (приводі механізму, металоконструкції і вантажних канатах). Крім того, у вікні програми міститься інформаційна панель, яка відображає максимальні значення зазначених величин і час їх виникнення для кожного з етапів перехідного процесу.

При запуску програми на екран виводиться вікно, що містить головне меню програми. Вид головного меню наведено на рис. 1.

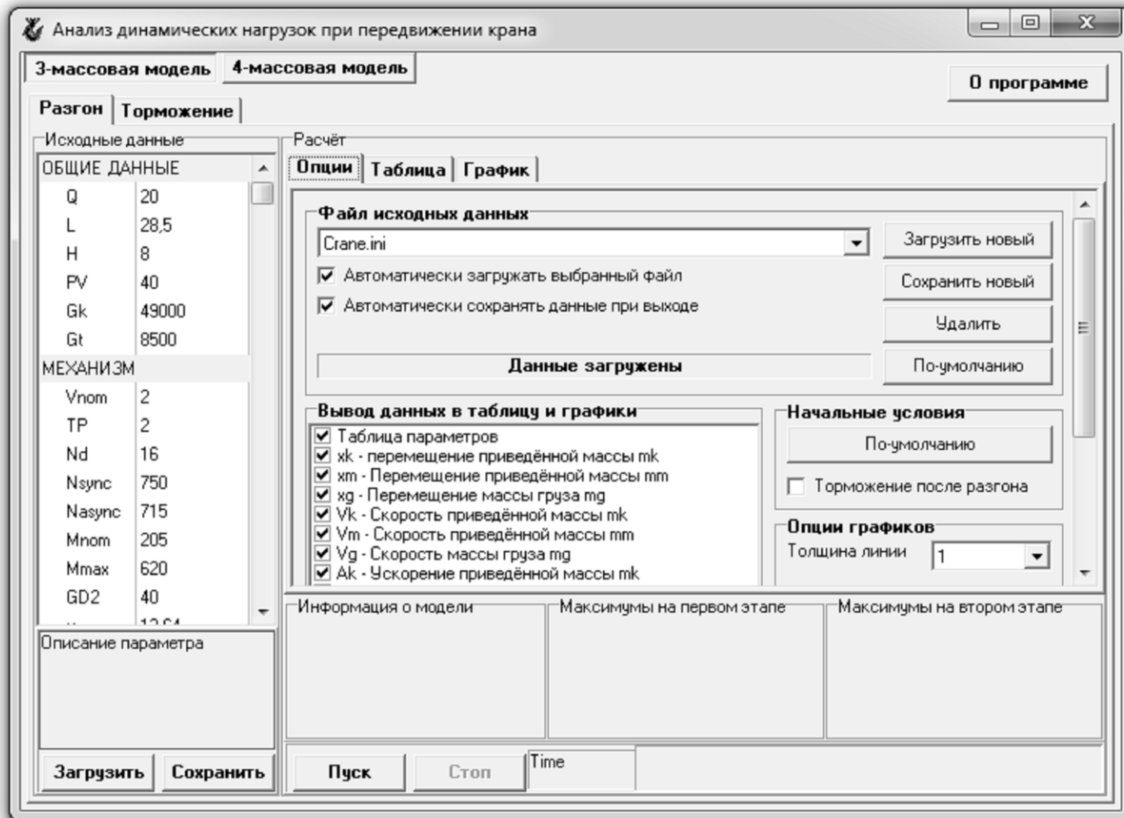


Рис. 1 – Головне меню програми, розділ «Опції»

Головне меню містить всі необхідні інструменти для формування користувачем запиту і отримання результатів розрахунку у вигляді таблиці або графіків. Так, користувач спочатку вибирає вид динамічної моделі (три- або чотиримасова), а також режим роботи крана (розгін або гальмування). Далі в розділі «Вихідні дані» користувач може ввести вихідні дані і початкові умови для розрахунку. Розділ «Вихідні дані» розділений на кілька функціональних зон. Призначення останніх полягає в наступному: завдання даних про модель крана; завдання каталожних і обмоточних даних двигуна; завдання зовнішніх сил; завдання параметрів частотного розгону/гальмування; завдання початкових умов досліджуваного перехідного процесу.

Після натиснення кнопки «Пуск» проводиться розрахунок. На кожному кроці заданого інтервалу часу виконується розрахунок переміщень, швидкостей і прискорень всіх приведених мас, розрахунок зусиль діючих в приводі пересування, на металоконструкцію крана і на вантаж. Визнача-

ються максимальні значення зазначених діючих зусиль на кожному етапі перехідного процесу і час їх виникнення.

Результати виводяться на екран в розділі «Розрахунок». Даний розділ представлений кнопками «Опції», «Таблиця» і «Графік» (рис. 1, 2).

У підрозділі «Опції» користувач може вибрати з результатів розрахунку ті графіки і величини, які слід вивести на екран (здійснюється шляхом установки прапорця у відповідному пункті), вибрати товщину ліній графіків, завантажити новий файл з вихідними даними. У разі встановлення прапорця на опції «Гальмування після розгону» програма запам'ятає кінцеві параметри розгону і використовує їх в якості початкових для гальмування. Натискання кнопки «За замовчуванням» повертає вихідні дані з файлу.

У розділі «Таблиця» виводяться результати розрахунку на кожному кроці інтегрування у вигляді таблиці з усіма параметрами перехідного процесу.

Розділ «Графік» представлено п'ятьма графіками в функції часу, що характеризують зміну переміщень мас, їх швидкостей і прискорень, зусиль, що виникають в пружних ланках (приводі механізму, в елементах металоконструкції крану і вантажу). Крім вказаних графіків, у вікні з результатами, виводиться інформаційна панель, яка містить основні відомості про кран (вантажопідйомність, проліт, швидкість пересування крану), інформацію про те, яка обрана розрахункова схема, який досліджується перехідний процес і яким чином задається зусилля приводу. Тут же виведені значення максимальних зусиль, що виникають в приводі механізму, в елементах металоконструкції і вантажу, а також - час їх виникнення, для кожного з етапів перехідного процесу.

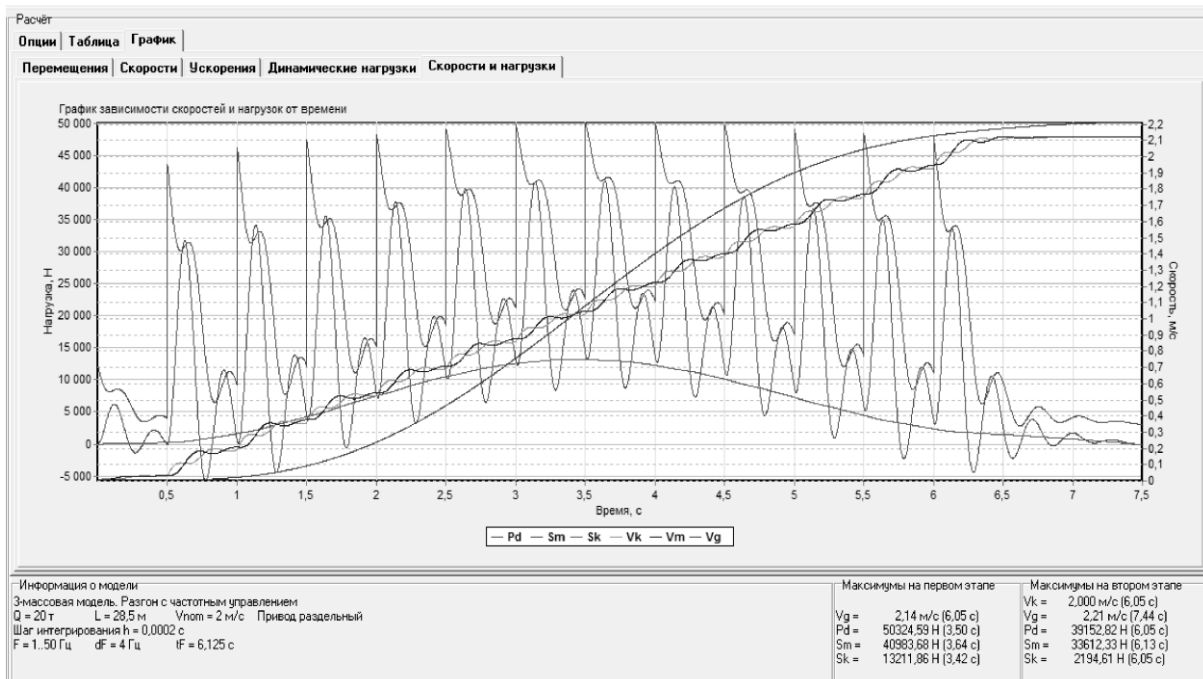


Рис. 2 – Розділ «Графік»

ВИСНОВКИ

У цій статті представлено опис розробленої комп'ютерної програми, яка дозволяє проводити дослідження перехідних процесів частотно-керованих мостових кранів, представлених у вигляді багатомасових динамічних моделей. В даний час програмний продукт використовується для дослідження динаміки частотно-керованих мостових кранів у гальмівних режимах. Зокрема, авторами проведено аналіз гальмівних процесів мостових кранів з частотно-керованим електроприводом пересування та визначено залежності динамічних навантажень від зміни таких факторів як крок зміни частоти, час витримки на одній частоті та швидкість крана, на якій відключається двигун і спрацьовує колодкове гальмо [6-8]. Наразі розроблена комп'ютерна програма також використовується у дослідженнях з пошуку оптимальних параметрів гальмування частотно-керованих мостових кранів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ловейкін В.С. Динамічна оптимізація режиму руху кранового механізму переміщення / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич // Підйомно-транспортна техніка. – 2013. – № 3. – С. 5-21.
2. Ловейкин В. С. Анализ динамики механизма передвижения мостового крана с частотным управлением привода / В.С. Ловейкин, Ю.А. Ромасевич. // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – №3. – С. 1-10.
3. Неженцев А.Б. Оптимизация механических характеристик привода передвижения мостового крана в режиме двухступенчатого противовключения / А.Б. Неженцев, П.В. Збитнев // Вісник Східноукраїнського національного ун-ту ім. В.Даля, №7(224). – Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2015. – С. 36-42.
4. Аветисян С. М. Программное обеспечение для исследования переходных процессов грузоподъемных кранов (часть 1: при работе механизмов передвижения) / С. М. Аветисян, А. Б. Неженцев. // Підйомно-транспортна техніка. – 2003. – №4. – С. 33–48.
5. Збитнев П.В. Математична модель приведеної сили електропривода крана з частотним управлінням / П.В. Збитнев, О.Б. Неженцев // Тези доповідей всеукраїнської наук.-техн. конф. молодих вчених та студентів «Інновації молоді - машинобудуванню». Секція «Машинобудування», підсекція «Прикладна механіка». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 23-25.
6. Збитнев П.В. Зниження динамічних навантажень при гальмуванні мостового крана з частотним керуванням / П.В. Збитнев, О.Б. Неженцев // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 207-208.
7. Збитнев П.В. К вопросу снижения динамических нагрузок при торможении частотно-управляемого мостового крана / П.В. Збитнев, А.Б. Неженцев // Майбутній науковець – 2016: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 2 груд. 2016 р., м. Сєвєродонецьк. Ч.ІІ. – Сєвєродонецьк: Східноукр. нац. ун-т ім. В.Даля, 2016. – С. 102-105.
8. Zbitniev P. Analysis of the dependence between loads of an overhead crane and the parameters of a frequency control / P. Zbitniev, O. Nyzhentsev // International Scientific-Practical Conference of Young Scientists «BUILD-MASTER-CLASS-2016», 16-18 of November 2016 in KNUGA. – Kyiv: KNUGA, 2016. – P. 181.

УДК 531/534

Остапенко В.А., науч. рук. Ковалевский С.В. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ

В статье рассмотрены существующие методы упрочняющей обработки функциональных поверхностей металлических изделий. Представлено теоретическое обоснование нового метода и соответствующего ему устройства для упрочняющей механической обработки функциональных поверхностей пневмоцилиндров. Исследованы и обоснованы преимущества использования предлагаемого способа обработки.

Развитие промышленности приводит к возникновению механизмов и машин с повышенной производительностью и, в следствие с этим, для выполнения той или иной работы повышается и требуемое усилие, создаваемое пневмоцилиндром. Поэтому вопрос об обеспечении надежности комплектующих деталей и пневмоцилиндров в целом приобрел в последнее время еще большую актуальность.

Обеспечение долговечности изделия, достигаемой нахождением значений размеров в пределах поля допуска размерной цепи на протяжении длительного периода времени, вызывает определенные трудности из-за огромного разнообразия методов достижения этого, так как при выборе подходящего метода необходимо учесть множество факторов, основными из которых являются условия работы, выполняемые изделием функции и технологические возможности производства.

Применение материалов высокого качества снижает износ до минимума и облегчает уход, однако изготовление детали полностью из подобного материала не считается экономически эффективным, так как приводит к завышенным затратам на производство и ремонт. А поскольку служебные характеристики деталей в основном определяются свойствами их поверхности, то актуальным является создание новых и совершенствование существующих технологий поверхностного модифицирования конструкционных материалов.

Развитие и применение высоких технологий для модификации поверхностных слоев позволяет формировать пленки и покрытия, которые обладают уникальным сочетанием свойств, принципиально отличающихся от свойств материалов, обработанных традиционными методами.

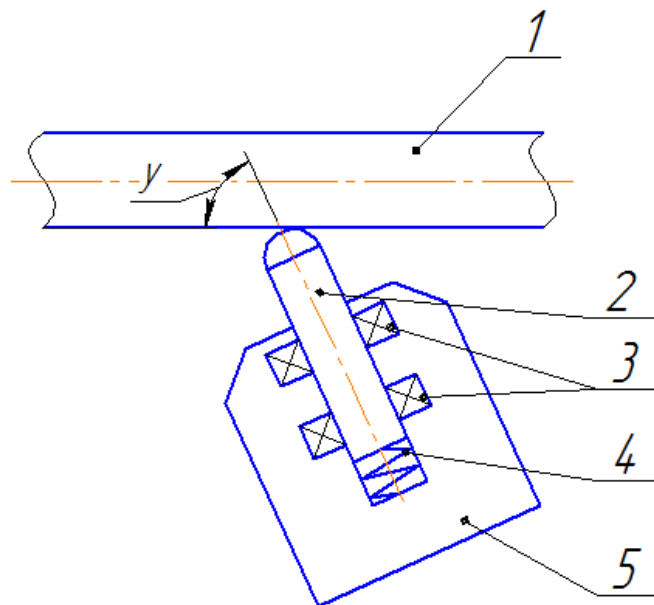
Проведенные на сегодняшний день исследования [1] показали, что утечки возникают в местах сопряжения штока пневмоцилиндра и манжет на направляющей втулке, а также в местах сопряжения гильзы и манжеты на поршне. Поэтому в данной работе будет рассмотрена возможность упрочнения поверхностей именно этих деталей.

Цель данной работы: проанализировать различные варианты существующих технологий повышения качественных характеристик функциональных поверхностей деталей пневмоцилиндров с целью создания нового принципиального метода упрочняющей обработки и соответствующего ему устройства.

Одним из наиболее часто применяемых методов упрочняющей обработки наружной цилиндрической поверхности штока и внутренней цилиндрической поверхности гильзы является гальванизация, в частности, хромирование. Этот метод достаточно эффективен, так как рабочей средой пневмоцилиндра является воздух, динамично циркулирующий по системе и оказывающий негативное воздействие на поверхностный слой детали, вызывая коррозию, а насыщение поверхностного слоя хромом позволит существенно замедлить образование коррозии, уменьшив до минимума воздействие кислорода воздуха. Однако у этого метода имеется существенный недостаток: используемые при хромировании реагенты и отходы процесса чрезвычайно токсичны, в большинстве стран этот процесс находится под строгим регулированием [2].

Известны методы упрочняющей обработки функциональных поверхностей деталей [3-5], подтверждающие необходимость использования специализированного оборудования и требования к квалификации рабочих. Для расширения технологических возможностей универсального оборудования разработано устройство, реализующее способ выглаживания рабочих поверхностей с управлением тангенциальной составляющей вектора деформирующего усилия.

Разработанный способ и устройство упрочняющей механической обработки функциональных поверхностей (рис. 1) относятся к поверхностно-пластическому деформированию.



1 – заготовка; 2 – стержень; 3 – подшипники; 4 – пружина; 5 – корпус
Рис. 1 – Упрощенная схема разрабатываемого устройства

Принцип действия разработанного устройства состоит в том, что при определенном значении угла у стержень 2, установленный в корпусе 5 и подшипниках 3 и давящий округлой частью на обрабатываемую заготовку 1, начинает вращаться в соответствующую сторону с определенной скоростью, вследствие чего возникают дополнительные силы трения, а обработка представляет собой совокупность накатывания и выглаживания, обеспечивая высокую прочность поверхностного слоя детали и меньшую шероховатость. При этом давление стержня 2 на заготовку 1 определяется жесткостью пружины 4, замена которой дает возможность регулировки давящего усилия. Спроектированная конструкция может быть установлена на универсальном станке и использована не только для обработки наружных цилиндрических поверхностей, но и внутренних цилиндрических поверхностей, что достигается применением соответствующего подводящего устройства.

Техническим результатом является изготовление изделий при снижении временных и энергетических затрат без использования дорогостоящего оборудования. В дальнейшем способ механической упрочняющей обработки функциональных поверхностей пневмоцилиндров может быть изменен с целью повышения технологического эффекта и внедрения на производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Кудряшов, Е. И. Яцун, Е. В. Павлов, А. Ю. Алтухов, Д. Ю. Лунин. Способы достижения надежности работы гидроцилиндров высокого давления буровых установок. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т.12. – Машиностроение, 2010. – №1(2). – С. 401-402.
2. Хромирование [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия URL: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=79308603>. – Загл. с экрана.
3. Базы данных и информационно-справочные системы [Электронный ресурс] // Украинский институт интеллектуальной собственности (Укрпатент) URL: <http://www.uipv.org/ua/bases2.html>. – Загл. с экрана.
4. Глобальное досье ЕПВ [Электронный ресурс] // Европейский патентный реестр URL: <https://register.epo.org/ipfwretrieve?apn=KR.20130079680.A&lng=en>. – Загл. с экрана.
5. Полная база данных текста и изображений патентной заявки [Электронный ресурс] // Американский офис по патентам и товарным знакам URL: <http://appft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-bool.html>. – Загл. с экрана.

УДК 378.14

Понікаровська С.В. (Україна, м. Харків, ХНАДУ)

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ТА МОЖЛИВІСТЬ ПІДГОТОВКИ ГЛОБАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ПРОГРАМИ

В статті проаналізовані такі шляхи розвитку інженерної освіти у світі, які підвищують мобільність студентів, порівнюють можливості студентів з країн різного рівня розвитку щодо навчання у більш розвинутих країнах, а також дозволяють випускникам інженерних ВНЗ влаштовуватися на роботу у інших країнах внаслідок розробки та впровадження глобальної інженерної освітньої програми.

Якісна освіта як найважливіший людський капітал будь-якої нації має величезний вплив на багатство та добробут країни і часто розглядається як один із найважливіших факторів, що впливають на мир та стабільність у світі. Країни із високорозвинутою освітньою інфраструктурою продемонстрували величезні досягнення у будівництві свого добробуту, прогресу, процвітання та, найважливіше, демократії. Таким чином, безмежний доступ до належної освіти повинен бути фундаментальним правом людини, а не привілеєм обраних. Сучасна ситуація з освітою у світі, питання подолання розбіжності освіти між розвинутими країнами та тими, що розвиваються, можливість складання та впровадження глобальної освітньої інженерної програми є предметом цієї статті.

Наукову та суспільну думку про основні тенденції розвитку європейської вищої освіти можна простежити у дослідженнях таких вчених, як А. Алексюк, А. Лігоцький, В. Зубко, К. Корсак, В. Козаков, С. Романова та інших. Питання розвитку вищої освіти у сучасний період продовжують розробляти українські та зарубіжні дослідники Р. Беланова, Н. Воскресенська, Г. Єгоров, Т. Кайго, А. Келлі, Д. Лоутон, Т. Моу, С. Парсонс, О. Третяк, Д. Харгривз, Дж. Чаб та інші. Дослідниками проблем розвитку професійної освіти у країнах ЄС є Н. Абашкіна, В. Базелюк, Н. Лавриченко, О. Локшина, Л. Пуховська, С. Сисоева та інші. Всі вчені єдині у тому, що вищим закладам освіти відводиться роль вирішального фактору змін, які в решті решт мають привести до зростання національного добробуту [1, 2].

Мета статті – проаналізувати шляхи розвитку інженерної освіти у сучасному світі, які підвищують мобільність студентів, порівнюють можливості студентів з менш розвинутих країн до можливостей студентів провідних країн внаслідок стандартизації інженерної освіти у різних країнах Європи та світу.

Розвиток освітніх систем зумовлений внутрішніми чинниками, національними традиціями, факторами історичного та економічного розвитку окремих країн і зовнішніми чинниками, що пов'язуються зі світовою спільнотою взагалі. Розвинені країни, за наявності спільних тенденцій в усвідомленні значення освіти, мають свої національні традиції. Французьке су-

спільство, наприклад, традиційно прихильне до інтелектуалізації, енциклопедизму освіти як фундаменту культури людини. У США, навпаки, значення освіти розглядається через призму прагматизму. Англійська освіта має в своїй основі сім ліберальних мистецтв, а країнам Східної Європи притаманний політехнізм, що поєднує енциклопедичну орієнтацію з акцентом на зв'язки між освітою і продуктивним життям суспільства [1].

Професійна підготовка фахівців інженерних спеціальностей є питанням першочергової важливості, бо сучасний світ – це технології та мобільність. Давно ведуться дискусії та дебати щодо проблем, які виникають внаслідок різних стандартів, вимог до акредитації, визнань та різноманіття інженерних програм у світі. Ці проблеми не були б питанням для обговорення, якби всі інженери після закінчення ВНЗ знаходили роботу за фахом та залишались працювати у своїх рідних країнах. Але реальність у тому, що із розвитком технологій інженерна справа набуває глобального характеру. Це забезпечує одним інженерам можливість задовольнити бажання отримати власний досвід роботи за кордоном, а іншим дає змогу поїхати за кордон у пошуках роботи внаслідок нестачі її у власній країні. Для того, щоб здолати цю проблему розробникам освітніх програм для інженерів потрібно ліквідувати пробіл у різних освітніх стандартах та забезпечувати певну форму стандартизації технічної освіти. Все більше виникає ситуацій, коли інженери починають вчитися в одній країні, закінчують навчання в іншій, а працюють в третій, або навіть у декількох країнах. Всі країни мають різні закони та традиції. Інженери у багатьох країнах визнають необхідність загальних стандартів та приймають кроки для забезпечення глобальних підходів до практичної інженерної діяльності та підготовки інженерів, зокрема. Це може бути досягнуто через встановлення міжнародної акредитації навчальних програм, визнання академічної еквівалентності між університетами та підписання двобічних договорів між інженерними ліцензійними агенціями. Альтернативою може бути розробка однієї загальної навчальної програми підготовки інженерів, яка буде використовуватися у всьому світі.

Чому так важливі акредитація та визнання? Вони забезпечують рівну цінність інженерного ступеню у всіх Європейських країнах, що означає вільний вибір роботи та доходу, тобто право на мобільність для всіх Європейських громадян, сприяє забезпеченню інформації про наявність інженерних робочих місць та професійну конкуренцію у Європі, обміну та мобільності студентів та взагалі забезпечує якість освіти, інститутів та окремих осіб.

Що стосується проблем з акредитацією та забезпеченням якості освіти у країнах, що розвиваються, то виявляється, що технічні школи, університети та коледжі мають самі вирішувати проблеми із фондами, управлінням, акредитацією, стандартизацією, гармонізацією та забезпеченням якості програм інженерної освіти [3].

У розвинених країнах уряд фінансує більшість освітніх закладів. Навіть скорочення освітніх фондів не має критичного впливу на якість освіти та рівень життя у цих країнах, тому що скорочення компенсуються експортом та комерціалізацією освіти та прийняттям більшої кількості студентів,

що оплачують освіту повністю. До того ж 90% затрат на освіту таки ж компенсуються державою. Взагалі, якість освіти у розвинених країнах підтримується на дуже високому рівні, за нею пильно слідкують професійні органи, які вільні від державного та політичного впливу [3]. Проблема ж все більшої комерціалізації та приватизації вищої освіти у країнах, що розвиваються, робить все важчим для людей доступ до гідної освіти. Саме тут всесвітня програма освіти допомогла б великою мірою. Адже ідея всесвітньої програми полягає в тому, щоб ділитися освітніми ресурсами та мати щось на зразок стандартизації у технічній освіті між країнами. Всесвітня програма допомогла б країнам, що розвиваються, економити час та фінансові ресурси в процесі розвитку та впровадження їх власних навчальних програм. Всесвітня програма могла б бути засобом зменшення затрат інженерних коледжів та університетів у розвинених країнах та могла б зробити освіту більш досяжною для тих, хто бажає її отримати.

У Європейських країнах проблема визнання дипломів різних спеціальностей задовільно вирішується на національному рівні, але взаємне визнання на міжнародному рівні залишається проблемою. Відмінність, що існує у вищій освіті Європейських країн внаслідок великої різноманітності концепцій, програм та методів інженерної освіти, що базується на різних традиціях, соціально-економічних умовах та політичних інтересах, робить проблему взаємного визнання ще складнішою для вирішення. Процес гармонізації інженерної освіти міг би значно прискорити це визнання, адже, як виявляється, багато підходів до вирішення проблеми, які поки що використовувалися, такі, як списки еквівалентних дисциплін, Генеральні Директиви Європейської Спільноти або Європейський Регістр Інженерів, здаються несуттєвими та не є загальноприйнятими.

Ще більшої роботи потребує здолання проблем визнання та встановлення стандартизованої європейської акредитаційної процедури для дипломів про інженерну освіту. Адже розбіжності у системах освіти такі великі, що процедура прийняття іноземних студентів та визнання прослуханих курсів у інших країнах становлять реальну проблему. Дослідниками було вивчено 227 програм із різних освітніх галузей у країнах Європи, 42 з них були інженерними. Результати дослідження свідчать, що повне визнання освіти за кордоном без умов отримали лише 18% програм. 46% отримали визнання із деякими умовами. 17% – часткове визнання, та 20% зовсім не отримали визнання. Згідно з формальними правилами обміну студентів, це визнання потрібно для трансферу з вітчизняного вишу до вишу-партнеру, тобто вишу у іншій країні, і зворотного трансферу після закінчення періоду навчання за кордоном. Виникають труднощі із визнанням цілого періоду навчання. Тому зараз рівень так званого «сліпого» додержання правил у трансфері досить низький (50% списку предметів вважають еквівалентним). Але рівень мобільності в освітній та професійній сферах все одно досить низький. Для того, щоб отримати необмежений ринок праці для інженерів по всій Європі, повинна бути створена система взаємного визнання університетських дипломів. У результаті мають бути розроблені та підпи-

сані двосторонні та багатосторонні договори про здолання таких труднощів. Хоча сьогодні вони діють між декількома країнами, це не вирішує проблему глобально.

ВИСНОВКИ

Отже, із того, що було сказано вище, можна зробити такі висновки. Інженерна діяльність набуває глобального характеру. Це відкриває нові можливості у пошуках роботи, продовженні навчання та просто взаємодії між країнами. Але процес обміну ускладнюється та обмежується тим, що освітяни всього світу не взаємодіють у здоланні різниці у інженерній освіті, що існує між країнами. Щодо того, чого повинна прагнути освіта – стандартизації чи різноманіття, здається, що стандартизація має багато переваг, бо вона є кроком вперед до досягнення глобальних уніфікованих вимог до кваліфікації фахівця, і, таким чином, підготовки «універсального» інженера, здатного працювати у будь-якій країні світу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пуховська Л. *Професійна підготовка вчителів у Західній Європі: спільність і розбіжності* / Л. Пуховська. – К.: Вища школа. – 1997. – 179 с.
2. Сисоєва С. О. *Реалізація стандартів професійних кваліфікацій: досвід Республіки Польща* / С. О. Сисоєва // *Наукові праці: науково-методичний журнал*. – Т. 75. – Вип. 62. Педагогічні науки. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2007. – С. 22-26.
3. Bordia S. *Problems of accreditation and quality assurance of engineering education in developing countries* // *European J. of Eng. Educ.*, February 26, 2001, [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.researchgate.net/publication/269921634>.

УДК 621.787.4

Попов А.А., науч. рук. Ковалевский С.В., Гущин А.В. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА НАКАТКИ РОЛИКОМ

В статье представлены результаты проведенной экспериментальной работы по пластической деформации рабочих поверхностей деталей машин с применением ролика установленного под определенным углом к оси обрабатываемой детали. Представлены качественные характеристики, полученные в ходе эксперимента и описано много роликовое приспособление для пластического упрочнения поверхностей.

Поверхностная пластическая деформация это способ отделочно-укрепляющей обработки без снятия стружки путем деформации микронеровностей и микродефектов прилегающих к поверхности слоев материала [1, 2].

На сегодняшний день существует множество методов ППД – выглаживание, вибровыглаживание, дробеструйная обработка, накатки сферическим, цилиндрическим и круговым роликом и другие. Процессы ППД имеют целый ряд преимуществ, среди которых можно отметить обеспечение достаточной жесткости, требования к шероховатости, твердости поверхности, увеличивают износостойкость деталей машин и устойчивость к коррозионному разрушению, снижает себестоимость продукции (экономия материальных ресурсов и энергозатрат).

Накатка роликом будет еще более эффективно, если ось рабочего инструмента повернуть на некоторый угол по отношению к оси обрабатываемой детали. Это вызовет появление в наклепанном слое дополнительные напряжения среза, которые способствуют повышению остаточных сжимающих напряжений на поверхности детали. Величину этих напряжений можно регулировать путем изменения угла скрещивания осей, причем это возможно осуществлять в оперативном режиме. Это будет способствовать повышению качества укрепленных поверхностей [3].

Для выявления влияния угла скрещивания оси ролика на показатели качества было проведено экспериментальное исследование [4].

Заготовка на которой проводится эксперимент была ранее обработанная на станке 1К625, на котором проводилось и само экспериментальное исследование, $n = 250$ об / мин и подачей $S = 0.32$ мм / об. Обработанная поверхность была разделена на 9 равных участков с твердостью 250-275НВ и шероховатостью поверхности $Ra 2,5$ мкм. Это было сделано с целью обеспечить возможность зафиксировать влияние технологических факторов в соответствии с планом проведения исследований. Усилия с которым ролик прижимается к поверхности заготовки составляет 100 кг.

После проведения исследования были замерены качественные характеристики (рис. 1).

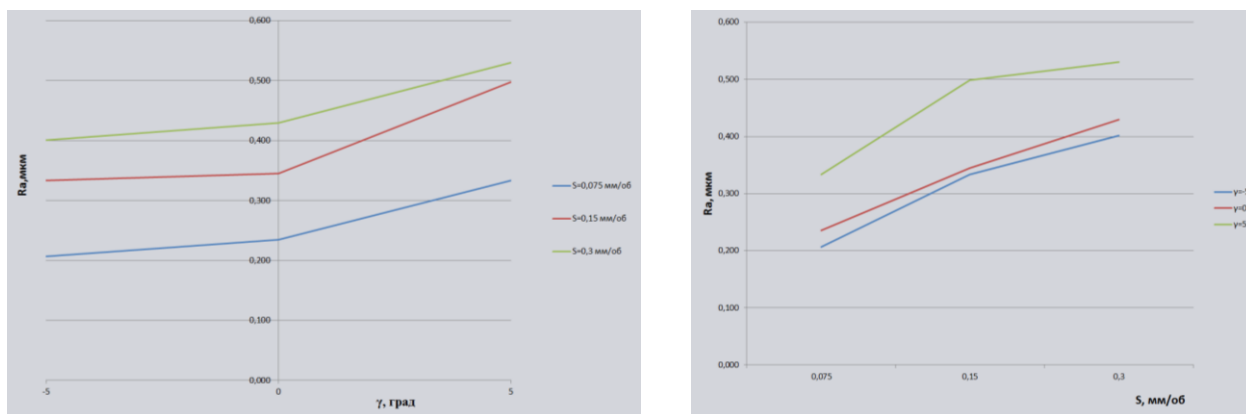


Рис. 1 – Графики зависимостей качественных характеристик

Результаты эксперимента показали, что для достижения более жестких показателей шероховатости необходимо выбирать отрицательный угол скрещивания оси ролика в соответствии с выбранным режимом работы станка. Также накатки поверхности с отрицательным углом скрещивания позволяет выбирать более скоростные режимы работы станка для достижения необходимых показателей качества поверхности обрабатываемой.

На основе данных исследований и патентного анализа было спроектировано приспособление для поверхностно-пластичного упрочнения рабочих поверхностей деталей машин (рис. 2, 3).

Область применения: усовершенствованного приспособления относится к области техники, а именно к отделочным-укрепляющего обработки в технологии машиностроения и может быть использована для обеспечения требуемой шероховатости и твердости рабочих поверхностей деталей машин.

Суть модели: устройство для поверхностно-пластического упрочнения рабочих поверхностей деталей машин, содержащий корпус и упрочняющие ролики, при этом упрочняющие ролики имеют скрещенные оси, угол поворота которых зависит от марки обрабатываемого материала, и силовой ролик, который создает необходимое усилие для деформации и установлен перпендикулярно оси детали.

Технический результат: применение данного устройства повышает остаточные сжимающие напряжения на поверхности детали и увеличивает глубину упрочненного слоя за счет появления в приповерхностных слоях кроме сжимающих напряжений еще и напряжение среза. Благодаря этому, влияние внутренних растягивающих напряжений, действующих в приграничных зонах упрочненного слоя, заметно снижается, что способствует повышению качества упрочненных поверхностей и обеспечивает необходимые свойства деталей машин. Данное устройства позволяет существенно улучшить микрорельеф на поверхности детали, увеличить глубину упрочняющего слоя и шероховатость поверхности, а также увеличить долговечность рабочей поверхности, за счет пересечения осей роликов, которыми выполняется накатка.

Устройство для поверхностно-пластического упрочнения рабочих поверхностей деталей машин содержит корпус 1, силовой ролик 2, упроч-

няючі ролики 3 і 4, дві державки роликів 5 і шпонки 6, упорні винти 7, регулюючі винти 8 і 9, пружину 10 фіксуючу шпонку 11 стакан 12 державку 13 і стопорні винти 14.

Устрійство працює наступним чином: Два упорюючих ролики 3 і 4, установленні в корпусі 1 устрійства паралельно друг до друга з крестними осями. Угол пересічення вибирається в залежності від марки сталі оброблюваної деталі. Укреплюючі ролики устанавлюються в державки 5, які фіксуються в корпусі 1 з допомогою шпонок 6. Вылет державок 5 регулюється винтами 7, і фіксуються стопорними винтами 14. Силовий ролик 2 складається з державки 13, установленної в стакан 12 і фіксуються шпонкою 11. Усилия силового ролика 2 забезпечується з допомогою пружини 10, який регулюється винтом 9. Силовий ролик 2 устанавлюється під кутом 90° в корпус 1 устрійства відносно осі двох паралельних роликів 3 і 4. Вылет силового ролика 2 регулюється з допомогою винта 8.

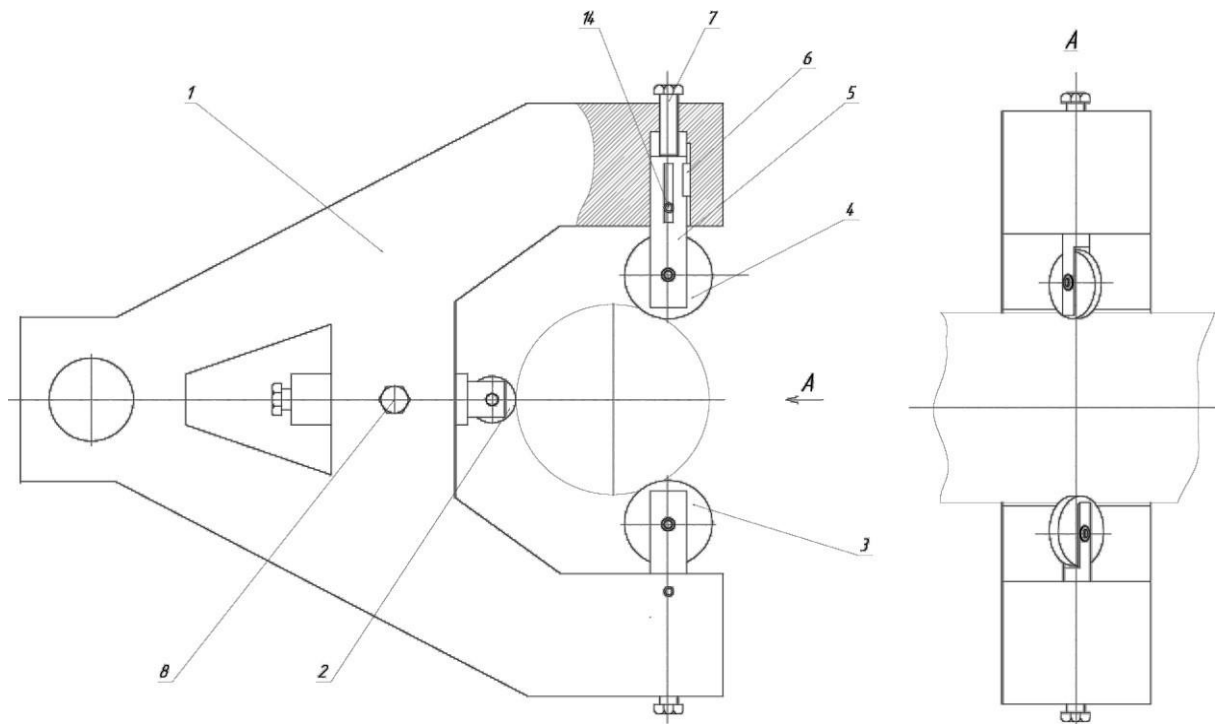


Рис. 2 – Приспособление для поверхностно-пластической деформации рабочих поверхностей деталей машин

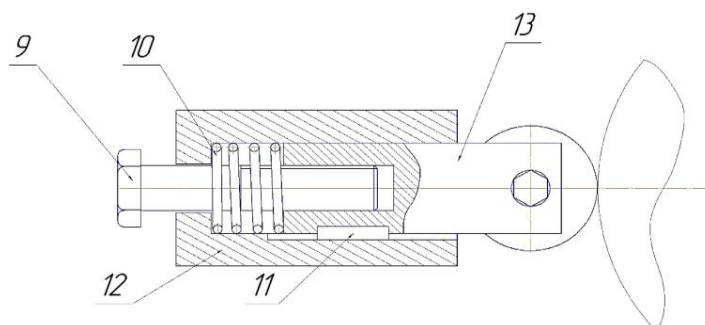


Рис. 3 – Силовой ролик

В дальнейшем планируется сделать макроанализ обработанной поверхности с получением качественных и геометрических характеристик усиленной поверхности, а также проведение аналогичных исследований с использованием ролика с клиновидным профилем.

На основе данной работы были проанализированы различные патенты по ППД. Было разработано приспособление с много роликовой обработкой детали. Так же будет проведен эксперимент с использованием клинового ролика и в дальнейшем будет спроектировано приспособление для раскатывания отверстий с применением много роликовой обработки с отрицательным углом. Так как наличие двух роликов повернутых на одинаковый угол но с разным знаком приведет к улучшению результатов, поскольку негативные воздействия будут компенсироваться.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справочник / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.*
2. *Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М. : Машиностроение, 2002. – 300 с.*
3. *Ковалевський С. В. Особенности применения роликов при отделочно-упрочняющей обработке наружных поверхностей деталей типа тел вращения / С. В. Ковалевський, А. В. Гуцин // Научный вестник ДГМА. – № 3(15Е). – 2014. – С. 44–49.*
4. *Ковалевський С. В. Дослідження поверхневого зміцнення робочих поверхонь деталей машин на основі поверхнево-пластичної деформації при накочуванні роликом з круговим профілем / С. В. Ковалевський, О. В. Гуцин, А. О. Попов // Обробка матеріалів тиском. – 2016. – № 2 (43). – С. 94-97.*

УДК 621.83

Ровінець П.І., наук. кер. Клімченкова Н.В. (Україна, м. Краматорськ, ДДМА)

ПОБУДОВА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO

Запропонований проект мікропроцесорної електромеханічної системи на базі контролера ARDUINO по зниженню забруднення повітря. Цей проект – один із засобів зменшення забруднення повітря.

Отримані результати у вигляді робота-підзарядника можуть бути впроваджені для експлуатації електромобілів, так як все більш поширенім стає виробництво електромобілів як на Україні, так і у всьому світі.

Антропогенна діяльність зачіпає всі земні сфери: атмосферу, гідросферу і літосферу. При цьому, людина, будучи головним винуватцем сформованої екологічної ситуації, стає і головною її жертвою: за деякими даними, від забруднення водних ресурсів, атмосферного повітря та ґрунтового покриву в світі гине близько 40% людей. Сказане підкреслює актуальність обраної теми.

Викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять близько 5,5 млн. т (39% усього обсягу викидів в Україні). У великих містах забруднення повітря вихлопними газами часом досягає 70-90% загального рівня забруднення. Більше 20% транспортних засобів експлуатується з перевищенням встановлених нормативів вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Це визначило мету дослідження – запропонувати проект зниження забруднення повітря за допомогою роботів. Тому основними завданнями дослідження стали: визначення основних екологічних проблем на Землі та шляхів їхнього вирішення; побудова мікропроцесорної електромеханічної системи на базі контролера ARDUINO.

Матеріали и результати дослідження.Є багато різних способів зниження забруднення повітря: від збільшення зелених насаджень до використання екологічних технологій [1-2]. Технічний прогрес повинен не тільки допомагати людині, але і знижувати рівень впливу людини на навколишнє середовище. Одним з досягнень прогресу є роботи [3].

Усе більше у якості транспорту як у великих містах, так і маленьких селищах сталі використовуватись електромобілі.

Електромобіль – це автомобіль, який приводиться в рух не двигуном внутрішнього згоряння, а одним або декількома електродвигунами, що живляться від акумуляторів або паливних елементів. Електромобілі не виробляють вихлопів і шуму, вони легкі в управлінні, дуже економічні в експлуатації та технічному обслуговуванні. Є надійними і довговічними, на відміну від бензинових автомобілів, вони не мають у своєму складі такої величезної кількості деталей, здатних часто ламатися.

Тому електромобілі відносять до екологічному виду транспортних засобів. Експлуатація електромобілів обходиться дуже дешево, так як електроенергія коштує набагато дешевше палива. За відсутності двигуна внутрішнього згорання в електромобілі практично нічому ламатися. Таким чином, гарантується досить довгий термін служби без постійного і дорогого технічного обслуговування. Коефіцієнт корисної дії електродвигуна майже в 2-3 рази більше, ніж у бензинових аналогів. Електромобілі є найбезпечнішими транспортними засобами, тому що мають дуже низьку вибухонебезпечність при дорожньо-транспортних пригодах. Електромобілі можуть заряджатися від звичайної розетки і здатні здійснити шлях в 150 км (а деякі електромобілі навіть більше) без підзарядки. Є в них і недоліки. Електромобілі мають дуже високу ціну, тому що у виробництві його головного елемента – акумулятора – використовуються дорогі метали. До того ж зарядка таких акумуляторів займає дуже багато часу (аж до 8 годин).

Є у них і недоліки. При введенні електромобілів у масове користування можуть з'явитися серйозні проблеми з утилізацією акумуляторів, тому що вони складаються з шкідливих компонентів і кислот. Також можуть з'явитися проблеми з подачею електроенергії і перевантаження електричних мереж при постійній масовій навантаженні при зарядці електромобілів. Але усі ці проблеми з часом будуть вирішені.

Автопромисловість вже виробляє електромобілі з такими схемами пристрою силових установок як послідовна, паралельна та змішана. Кожна з них має свої особливості та застосування. Запас ходу різних електромобілів вже досягає 450 км, максимальна швидкість – 180 км/год, а час зарядки – всього 2 години.

Експерти вважають, що електромобілі поки купують тільки з міркувань турботи про екологію: вони не користуються попитом через занадто високу ціну. Всі фахівці сходяться в одному, що час електромобілів наближається швидкими темпами. З урахуванням збереження нинішніх цін на машини з альтернативними силовими установками, в найближчому майбутньому на окупність електромобіля піде близько 6,5 років. А поки висока ціна електромобілів і розвиваються технології по поліпшенню динамічних характеристик, по створенню інфраструктури обслуговування обмежують використання електромобілів. Одним із шляхів вирішення по організації інфраструктури обслуговування є використання роботів.

Для електромобілів знадобиться робот-підзарядник. Він зможе курсувати між населеними пунктами і по будь-якому населеному пункту. Якщо розглядати проблему в глобальному плані, то ситуація складається наступна. Це буде електрична вантажівка на акумуляторах з підзарядкою від сонячних батарей. Вельми актуально у зв'язку з глобальним потеплінням і екологічними технологіями, що і було відображено в рішеннях Копенгагенської конференції, проведеної за даними проблемам.

Для цього потрібен цей робот? Багато людей бояться, що не зможуть правильно розрахувати заряд батареї і трапиться раптова зупинка в дорозі. І що робити? Якщо недалекоглядний водій електрокара допустив повний роз-

ряд акумулятора, то він може просто викликати мобільну зарядну станцію, яка відновить заряд електромобіля, і водій зможе продовжити свою подорож.

Вантажівочка буде повністю автоматизована за допомогою мікропроцесорної системи керування на базі контролера Arduino Uno. Рухами робота та зарядкою батареї буде керувати контролер. Підключення контролера та іншого обладнання, програмування та контролювання параметрів руху просте.

Платформа Arduino Uno має 14 цифрових входів / виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї [4]. Arduino Uno контролер побудований на ATmega328. Контролер дозволяє одночасно керувати зарядкою батарей, рухами робота та контролювати параметри усього обладнання.

Arduino Uno може отримувати живлення через підключення USB або від зовнішнього джерела живлення. Джерело живлення вибирається автоматично.

Зовнішнє живлення (НЕ USB) може подаватися через перетворювач напруги AC/DC (блок живлення) або акумуляторною батареєю. Перетворювач напруги підключається за допомогою роз'єму 2,1 мм з центральним позитивним полюсом. Провід від батареї підключаються до виводів Gnd і Vin роз'єму живлення.

Платформа може працювати від зовнішнього живлення до 6 в 20 В.

Контролер має наступні клеми живлення:

– вхід (VIN) використовується для подачі живлення від зовнішнього джерела (за відсутності 5 В від роз'єму USB або іншого регульованого джерела живлення), тобто подача напруги живлення відбувається через дану клему;

– регульоване джерело напруги (5 В), яке використовується для живлення мікроконтролера і компонентів на платі, тобто живлення може подаватися від виводу VIN через регулятор напруги, або від роз'єму USB, або іншого регульованого джерела напруги 5 В;

– напруга на виводі (3V3) 3,3 В генерується вбудованим регулятором на платі, а також максимальне споживання струму 50 мА;

– клеми заземлення (GND).

Мікроконтролер ATmega328 32 має кБ флеш пам'яті, з яких 0,5 кБ використовується для зберігання завантажувача, а також 2 кБ ОЗУ (SRAM) і 1 кБ EEPROM.

На платформі Arduino Uno встановлено кілька пристроїв для здійснення зв'язку з комп'ютером, іншими пристроями Arduino або мікроконтролерами. ATmega328 підтримують послідовний інтерфейс UART TTL (5 В), 0 здійснюваний клемами (RX) і 1 (TX). Встановлена на платі мікросхема ATmega8U2 направляє даний інтерфейс через USB, програми на стороні комп'ютера "спілкуються" з платою через віртуальний COM порт. Прошивка ATmega8U2 використовує стандартні драйвера USB COM, ніяких сто-

роніх драйверів не потрібно, але на Windows, для підключення потрібно файл ArduinoUNO.inf. Моніторинг послідовної шини (Serial Monitor) програми Arduino дозволяє посилати і отримувати текстові дані при підключенні до платформи. Світлодіоди RX і TX на платформі будуть блимати при передачі через мікросхему FTDI або USB підключення (але не при використанні послідовної передачі через клеми 0 і 1).

Arduino IDE застосовується для розробки власних додатків на базі плат, сумісних з архітектурою Arduino, здійснюється в офіційно безкоштовній середовищі програмування Arduino IDE. Середовище налаштовано для написання, компіляції та завантаження власних програм в пам'ять мікроконтролера, встановленого на платі Arduino сумісного пристрою.

ВИСНОВКИ

Запропонований проект робота-підзарядника буде вирішувати більшість проблем, пов'язаних з використанням електромобілів. Робот не дасть переважати електричній мережі, якщо станцію підзарядки електромобілів зробити стаціонарною.

Використання електромобілів дасть можливість перейти до екологічно чистих транспортних засобів.

Отримані результати у вигляді робота-подзарядника можуть бути впроваджені для експлуатації електромобілів, так як все більш поширеним стає виробництво електромобілів як на Україні, так і у всьому світі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: Учебник. – М.: ОНИКС, 2010. – 162с.
2. П.Андре Ж-М. Кофман Ф.Лот Ж-П.Тайар. Конструирование роботов. – Пер. с франц. – М.: Мир, 1986. – 360с.
3. Klimtschenkow N.W, Klimtschenkow A.G., Garkuscha S. A., Rovinetsch P.I. Die Roboterausarbeitung für Lösung der ökologischen Probleme/Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених та студентів Національного технічного університету ім.Пулюя. Тернопіль:ТНТУ, 2015. – С. 28-31.
4. Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари В. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi: Пер. с англ. – М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2015. – 432 с.

УДК 621.9.02-229

Руденко Р.О., Наумова М.І., наук. кер. Фролов В.К. (Україна, м. Київ, НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»)

ПІДВИЩЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ШЛІФУВАЛЬНИХ ОПРАВОК ПРИ ОБРОБЛЕННІ ТРУБ ЗСЕРЕДИНИ

В роботі проаналізовано існуючі та запропоновано нову конструкцію внутрішньошліфувального верстата, яка дозволяє підвищити точність оброблення труб зсередини за рахунок збільшення жорсткості шліфувальної оправки.

При шліфуванні труб зсередини виникає деформація шліфувальної оправки під дією радіальної складової сили різання, внаслідок чого шліфувальний круг відхиляється від вихідного положення, що призводить до неточності оброблення. Через те, що прогин оправки прямо пропорційний радіальній силі та обернено пропорційний її жорсткості, то підвищення жорсткості оправки безпосередньо впливає на підвищення точності оброблених поверхонь і опосередковано – на збільшення продуктивності процесу за рахунок можливості інтенсифікації режиму оброблення.

Відомо, що на жорсткість оправки впливають наступні чинники: довжина, модуль пружності матеріалу, момент інерції перерізу та схема установки. Довжина оправки визначається довжиною оброблюваного отвору та не може бути зменшена. Тому підвищити її жорсткість можна тільки за рахунок збільшення останніх трьох параметрів.

Збільшення модулю пружності шляхом заміни матеріалу оправки призводить до її подорожчання, тому що матеріали з більшим, ніж у сталі, модулем пружності, є більш вартісними.

Збільшення моменту інерції перерізу оправки можливе за рахунок збільшення її діаметра або зміни її форми з циліндричної на конічну. Однак такі рішення призводять до збільшення витрат матеріалу та доцільні тільки для оправок, які призначені для оброблення неглибоких отворів.

Метою даної роботи є підвищення жорсткості шліфувальних оправок для обробки глибоких отворів шляхом зміни схеми їх установки.

Традиційні компоновки внутрішньошліфувальних верстатів [1-3] передбачають наявність станини з розташованими на ній шліфувальною бабкою з консольно встановленою шліфувальною оправкою та бабкою виробу. Короткі та довгі заготовки базуються в патроні бабки виробу. Для точного базування довгих заготовок додатково використовують люнет, який розташовують з протилежної від патрона сторони відносно заготовки.

Недоліки конструкцій даних верстатів наступні:

- 1) довжина станини обмежує довжину оброблюваних заготовок;
- 2) базування кожної заготовки в люнеті трудомістке та потребує високої кваліфікації робітника;
- 3) шліфувальна оправка має недостатню жорсткість через її консольне закріплення, що призводить до неточності оброблення.

Позбавитись перших двох недоліків можна, використовуючи внутрішньошліфувальний верстат [4]. Конструкція верстата передбачає наявність порожнистого шпинделя бабки виробу з розташованими на його кінцях двома патронами, один з яких має можливість осьового переміщення при переналагодженні на різну довжину оброблюваних заготовок. При цьому заготовка розташовується в шпинделі, що дозволяє значно збільшити діапазон довжин оброблюваних заготовок при незмінних габаритах верстата. Крім того, наявність двох самоцентрівних патронів виключає залежність точності базування заготовки від кваліфікації робітника.

Позбавитись третього недоліку – недостатньої жорсткості шліфувальної оправки – можна, застосовуючи верстат для шліфування труб зсередини запропонованої авторами конструкції [5].

Верстат (рис. 1) складається зі станини 1, на якій розміщені шліфувальна бабка 2 на напрямних 3 та бабка виробу 4 на напрямних 5. В бабці виробу 4 розташований шпиндель виробу 6, що має наскрізний осьовий отвір. На шпинделі виробу 6 зі сторони шліфувальної бабки 2 жорстко закріплений патрон 7, а на протилежному кінці – патрон 8, що має можливість осьового переміщення відносно шпинделя виробу 6. На станині 1, з протилежної від шліфувальної бабки 2 сторони відносно бабки виробу 4, встановлена стійка 9 люнета. Люнет виконаний у вигляді прямої втулки 10, яка співвісна шліфувальній оправці 11. Шліфувальна оправка 11 забезпечена шліфувальним кругом 12 та хвостовиком 13. Під час шліфування вільний кінець хвостовика 13 введений в отвір прямої втулки 10 люнета. Стійка 9 люнета жорстко зв'язана кронштейном 14 зі шліфувальною бабкою 2 для спільного з нею переміщення по напрямних 15. Прямна втулка 10 має можливість переміщення відносно стійки 9 люнета вздовж своєї осі.

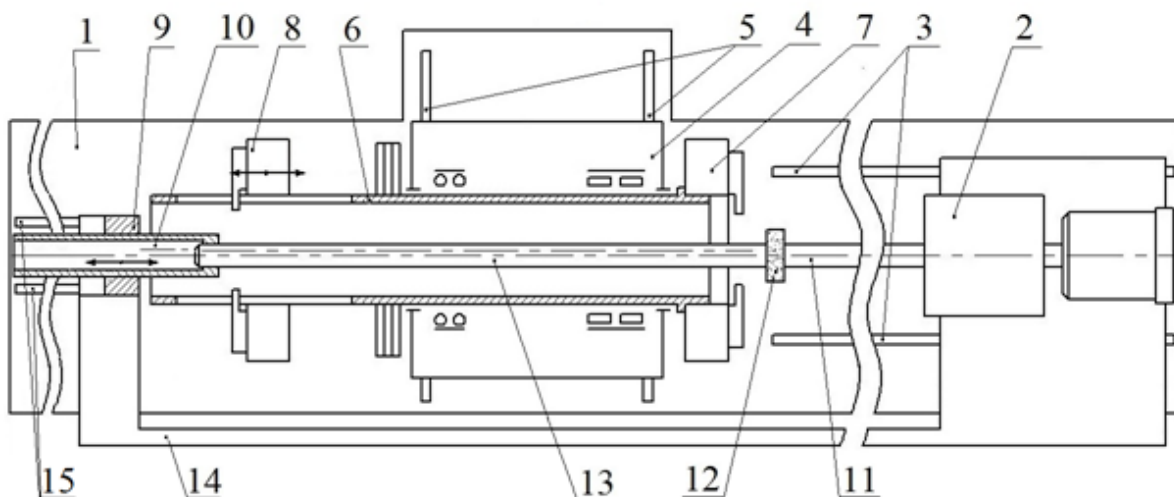


Рис. 1 – Верстат для шліфування труб зсередини

Верстат працює наступним чином. В вихідному положенні шліфувальна оправка 11 виведена зі шпинделя виробу 6. Оброблювана труба (не показана) встановлюється в осьовий отвір шпинделя виробу 6. Кінець тру-

би, розташований зі сторони шліфувальної бабки 2, центрується та затискається кулачками патрона 7. Для центрування та затиску протилежного кінця труби патрон 8 переміщується в осьовому напрямі відносно шпинделя виробу 6 таким чином, щоб його кулачки були розташовані напроти ділянки труби, яка передбачена для затиску. За допомогою кулачків патрона 8 труба центрується та затискається остаточно. Положення напрямної втулки 10 відносно стійки 9 люнета регулюється в осьовому напрямі таким чином, щоб під час шліфування вільний кінець хвостовика 13 шліфувальної оправки 11 завжди був введений в отвір напрямної втулки 10 люнета. Хвостовик 13 шліфувальної оправки 11 вводиться в отвір напрямної втулки 10 люнета. Після регулювання положення напрямна втулка 10 фіксується. Верстат налагоджений та готовий до шліфування. Після процесу оброблення шліфувальна оправка 11 виводиться зі шпинделя виробу 6 та займає вихідне положення, при якому відбувається зміна оброблюваної труби.

Розглянемо зміну жорсткості шліфувальної оправки при зміні схеми її установки.

При консольному закріпленні шліфувальної оправки в шліфувальній бабці (рис. 2) лінійна деформація ω шліфувального круга під дією радіальної складової сили різання P_y складає:

$$\omega = \frac{P_y L^3}{3EI},$$

де L – відстань від шліфувального круга до шліфувальної бабки;
 E – модуль пружності матеріалу шліфувальної оправки;
 I – момент інерції перерізу шліфувальної оправки.

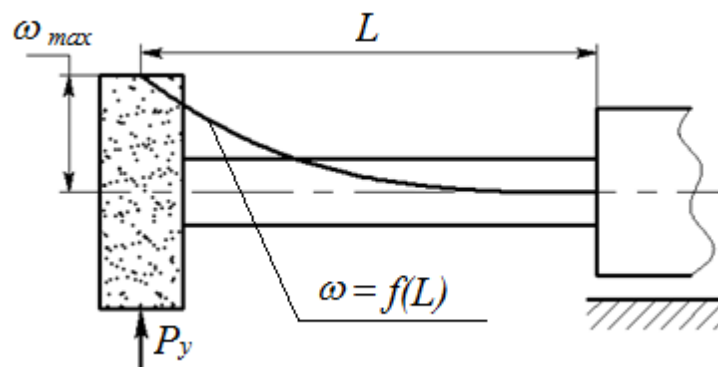


Рис. 2 – Схема консольного закріплення шліфувальної оправки в шліфувальній бабці

При закріпленні шліфувальної оправки в шліфувальній бабці та люнеті (рис. 3) лінійна деформація ω шліфувального круга складає:

$$\omega = \frac{P_y L^3}{6EI}.$$

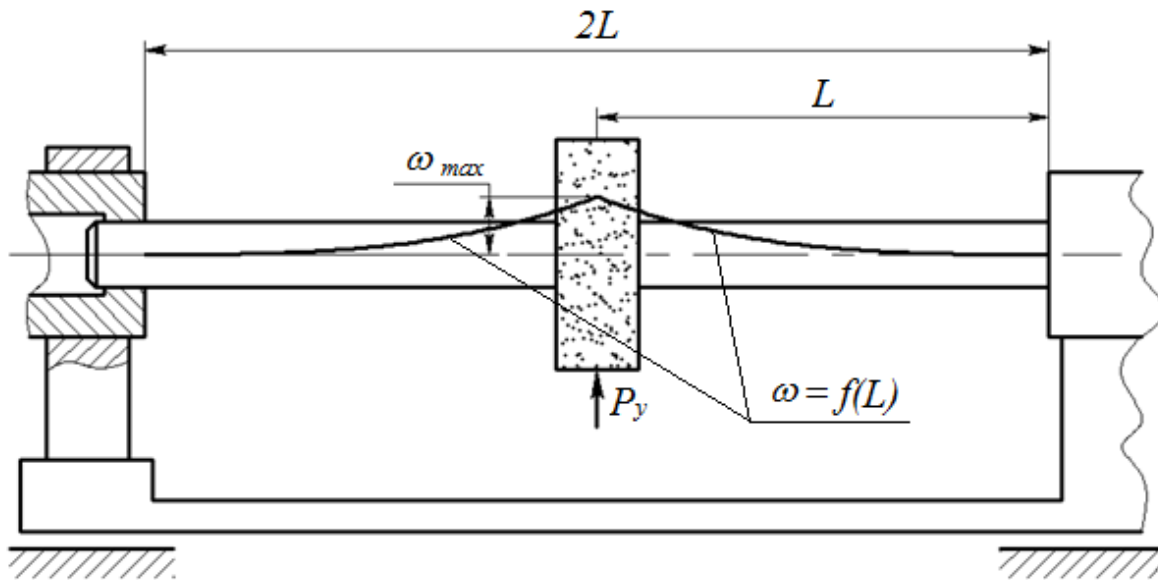


Рис. 3 – Схема закріплення шліфувальної оправки в шліфувальній бабці та люнеті

ВИСНОВКИ

Запропонована конструкція верстата, яка передбачає закріплення шліфувальної оправки в шліфувальній бабці та люнеті, в порівнянні з традиційним консольним закріпленням збільшить її жорсткість вдвічі, що підвищить точність оброблення та дозволить інтенсифікувати режим шліфування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акимов В.Л., Иванов В.А. Внутреннее шлифование / Под ред. В.И. Муцянко. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 128 с.
2. Пат. 1627376 СССР, В24В 5/06. Внутришлифовальный станок / Мелков А.И., Можаров А.И., Коромыслова А.А.; заявитель и патентообладатель Одесское специальное конструкторское бюро специальных станков. – № 4482812/08; заявл. 18.07.1988; опубл. 15.02.1991, Бюл. № 6.
3. Пат. 2012479 РФ, В24В 5/06. Внутришлифовальный станок / Яковлев Б.В.; заявитель и патентообладатель Прянишникова А.Г.- № 915006784; заявл. 25.10.1991; опубл. 15.05.1994, Бюл. № 12.
4. Пат. на кор. модель 110802, Україна, В24В 5/00. Верстат для шлифования отверстий в порожнистых валах / Фролов В.К., Руденко Р.О., Гладський М.М., Наумова М.І.; заявник і патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут".- № u201603289; заявл. 30.03.2016; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20.
5. Заявка на пат. України на кор. модель № u201611810, В24В 5/00, В24В 5/40. Верстат для шлифования труб зсередини / Фролов В.К., Гладський М. М., Руденко Р.О., Наумова М. І.; заявл. 22.11.2016.

УДК 681.5

Соболев М.М., науч. рук. Ковалевский С.В., (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

РАЗРАБОТКА БЫСТРОСМЕННОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОДУЛЯ

В данной статье проведен анализ вариантов конструкций станочных приспособлений, с целью создания новой принципиальной схемы инструментального модуля, для станков с параллельной кинематикой. Для оптимизации выбора конструкции эффективно использовать морфологический анализ, совместно с экспертной оценкой.

Установка фрез на станке осуществляется различными способами, однако в современном автоматическом производстве существует ряд проблем, связанных с определением точного положения режущей кромки инструмента, после его износа или переточки. Эту проблему необходимо решить без участия человека, т.к. это одно, из важнейших принципов автоматического производства. В данный момент на кафедре «Технология машиностроения» научные работы студентов объединены в общую работу, посвященную проектированию станка с параллельной кинематикой. Данная статья является частью данной работы, в которой были рассмотрены варианты установки инструмента, выделены основные принципы и свойства приспособлений для проектирования новой принципиальной схемы быстросменного инструментального блока для станка с параллельной кинематикой в условиях автоматического производства [1, 7, 8].

Так как установка инструмента на станках с параллельной кинематикой имеет некоторые особенности при условиях безлюдного производства, то станочное приспособление должно соответствовать следующим критериям (расположим их по значимости сверху вниз):

- габаритные размеры не должны превышать 280×200×200 мм;
- обеспечивать точность установки 0,005 мм;
- надежно фиксировать инструмент во время обработки;
- иметь возможность позиционировать инструмент в осевом направлении;
- установка и закрепление инструмента должно осуществляться без участия человека;
- приспособление должно быть сбалансированно;
- приспособление должно иметь простое изготовление;
- для изготовления приспособления должно быть затрачено минимум ресурсов.

Цель данной работы проанализировать варианты конструкций станочных приспособлений с целью создания новой принципиальной схемы инструментального модуля.

Для выбора конструкции станочного приспособления для октопода были рассмотрены разнообразные сочетания вариантов закрепления, бази-

рования инструмента и степень автоматизации приспособления [2-4]. Рассмотрим подробнее каждый критерий.

Цилиндрическая поверхность является наиболее простым способом установки – непосредственная установка фрезы на шпинделе с зажимом ее гайкой. Направление резьбы должно быть противоположно направлению вращения шпинделя. Данный способ наиболее прост в изготовлении, имеет высокую надежность и точность. Но применяется, преимущественно для ручного способа установки инструмента. Также возможно устанавливать фрезы непосредственно на шпиндель, при наличии конусного отверстия или в том случае, когда выходной вал имеет коническую поверхность. Отличием от первого способа является не только разные базирующие поверхности. При посадке на конус нет необходимости в накидной гайке, однако необходимо устройство для раскрепления инструмента. Использование криволинейной поверхности не так широко используется, т.к. необходим специальный инструмент и станочное приспособление, однако надежно передает крутящий момент [2].

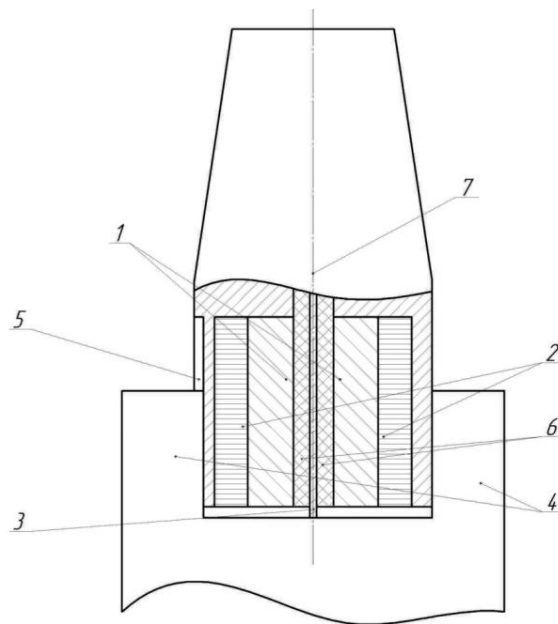
Закрепление инструмента при помощи штифта обеспечивает большую точность, а надежность крепления будет зависеть от размеров и количества штифтов. Непосредственная установка торцевой насадной фрезы на шпиндель показана при помощи винта или гайки – довольно надежный способ крепления, т.к. надежность зависит от надежности затяжки гайки, а также прост в изготовлении и установки инструмента, однако закручивание винта или гайки осуществляется, чаще всего, рабочим. Цанга используется достаточно широко для закрепления осевого инструмента, так как имеет большую точность позиционирования, возможность регулировки положения инструмента в приспособлении в осевом направлении. Также с приспособлениями такого типа довольно просто использовать механизированные приводы, что обеспечивает высокую скорость закрепления и раскрепления инструмента, а в автоматическом производстве сократить количество обслуживающего персонала к минимуму. Байонетное закрепление позволяет достаточно быстро производить закрепление и раскрепление инструмента. Имеет высокую надежность и простоту изготовления. Обычно установку производит рабочий при помощи ключа. Применение центробежной силы для закрепления инструмента используется не так часто, однако при небольших силах резания и больших оборотах надежно закрепляет заготовку. Последний способ заключается в применении гидропластовых патронов. При давлении винта на гидропластмассу тонкостенная втулка равномерно деформируется, при этом центрирующий диаметр втулки увеличивается. Способ прост в использовании, но имеет малую надежность [3].

Ручное закрепление широко используют на производстве в единичном и мелкосерийном производствах, так как такие приспособления самые простые в изготовлении и эксплуатации, при этом закрепление осуществляется при помощи мышечной силы рабочего. Уровень механизации и автоматизации нулевой. Механическое закрепление происходит с различного

рода воздействия человека. Уровень автоматизации и механизации может быть как большим, так и невысоким. Довольно часто используется в машиностроении. Автоматизированное закрепление осуществляется с небольшим участием человека, уровень механизации и автоматизации высокий. Автоматическое закрепление осуществляется без участия человека, уровень механизации и автоматизации высокий. Механизация осуществляется благодаря применению гидро-, пневмо-, электроприводов, пружин.[4, 5, 7]

Для комплексного анализа был использован принцип морфологического ящика, варианты сочетания закрепления, базирования инструмента и степени автоматизации приспособления представлены в трехмерном пространстве 3×4×6. Выбрана оптимальная конструкция инструментального модуля порезультатам морфологического анализа и экспертной оценки студентов, преподавателей кафедры «Технология машиностроения». Наибольшую оценку получили автоматические приспособления с цилиндрической или фасонной базирующей поверхностью, с винтовым или магнитным способом закрепления.

Устройство работает следующим образом (рис. 1): при касании инструментом поверхности инструментального магазина замыкается электрическая цепь, в которую входят: токопроводящий стержень 3, триггерный блок автоматики (на рис. не показано), инструмент 4, корпус инструментального магазина. Триггерный блок автоматики подает электрический ток, который поступает на обмотку соленоида 2, которая полностью концентрирует весь создаваемый ею магнитный поток, объем индуцированного ею поперечного насыщенного слоя определяется только ее габаритами, которые можно варьировать в широких пределах [8].



1 – постоянные магниты; 2 – обмотка соленоида; 3 – изолированный контакт; 4 – инструмент; 5 – шлицевое соединение; неметаллическая пластина; 7 – коническая поверхность.

Рис. 1 – Полезная модель

Корпус выполняет роль охватывающего сердечника. Инструмент 4 под действием силы тяжести свободно соскальзывает в ячейку инструментального магазина. Станок переходит в позицию загрузки следующего инструмента.

При касании токопроводящим стержнем поверхности инструмента снова замыкается электрическая цепь, триггерный блок автоматики (на рис. не показано) прекращает подачу электрического тока на обмотку соленоида 2. Под действием магнитного потока постоянных магнитов 1 инструмент 4 надежно закрепляется в приспособлении. Подача тока для раскрепления инструмента восстановится при следующем касании блоком автоматики поверхности инструментального магазина для выгрузки инструмента. Таким образом, триггерный блок автоматики последовательно при каждом следующем касании прекращает и возобновляет подачу электрического тока. Крутящий момент передается благодаря шлицевому соединению 5 в корпусе 7.

Для автоматических систем необходимо использовать автоматические быстросменные инструментальные блоки, которые позволили бы автоматически менять технологический и контрольный инструмент. Для оптимизации выбора конструкции эффективно использовать морфологический анализ, совместно с экспертной оценкой. В дальнейшем принципиальная схема инструментального блока может быть модернизирована и внедрена на производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://pereosnastka.ru/articles/frezerovanie-ploskostei-tortsovyimi-frezami>
2. <http://www.ngpedia.ru/id118138p1.html>
3. http://studopedia.ru/17_84326_urovni-avtomatizatsii.htm
4. http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b3ac79a4d53a89521206d37_0.html
5. http://www.ssau.ru/files/education/uch_posob
6. Пат. 2163863 Российская Федерация, МПК H01F 7/02. Затвор магнитопровода / Сергеев С.М. ; заявитель и патентообладатель Сергеев С.М. ; – 2005101717/09; заявл. 25.01.2005; опублик. 20.06.2006, Бюл. № 17 – 5 с.
7. Пат. 2519708 Российская Федерация, МПК B23B 31/40. Разжимная оправка / Зобнин В.И., Киселёв А.В. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Корпорация ВСМПО-АВИСМА"; – 2010119214/02; заявл. 09.01.2013; опублик. 20.06.2014, Бюл. № 17 – 7 с.
8. Пат. 2 329 124 Российская Федерация, МПК B23B 31/40. Способ закрепления детали и устройство для его осуществления / Сиксимова А.А., Родимов С.Н. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «ГАЗ» (ОАО «ГАЗ»). ; – 2006142632/02; заявл. 1.12.2006; опублик. 20.07.2008, Бюл. № 20 – 6 с.

УДК.621.91.01

Таривердиев Д.Р., науч. рук. Кияновский Н.В., Цывинда Н.И. (Украина, г. Кривой Рог, ГВУЗ «КНУ»)

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ СТАЛИ 110Г13Л

В статье рассмотрен анализ закономерностей обрабатываемости резанием стали 110Г13Л в процессах обработки деталей горно-металлургического оборудования.

Высокие удельные нагрузки и температуры на контактных поверхностях режущего лезвия и его высокие скорости перемещения относительно ювенильных поверхностей обрабатываемого материала, непрерывно образующихся в процессе резания, создают неблагоприятные условия для работы режущего инструмента, особенно при резании сталей и сплавов с низкой теплопроводностью, склонностью к адгезионному схватыванию с материалом инструмента, высокой прочностью и значительным наклепом при пластическом деформировании.

Как правило, при обработке этих материалов отказы режущего инструмента в процессе производства в значительном числе случаев являются результатом хрупкого или пластического разрушения его лезвий. Сказанное в полной мере относится к стали 110Г13Л. Необходимо на практике создавать такие условия, в которых хрупкое и пластическое разрушение инструментального материала наблюдалось бы возможно реже или вовсе исключалось.

Рассмотрим особенности контактных процессов на передней поверхности инструмента при точении заготовки из стали 110Г13Л. Нас интересует площадь контакта стружки с передней поверхностью резца, распределение нормальных и касательных напряжений на участке контакта, специфика процесса изнашивания режущей части.

В общем случае поверхность трения на передней поверхности шириной C (рис. 1) состоит из двух участков: участка I (пластического контакта) шириной C_1 и участка II (упругого контакта). На участке I расположен заторможенный слой, в пределах которого стружка движется не по передней поверхности, а по заторможенному слою, и сопротивление, оказываемое движению стружки, определяется сопротивлением сдвигу в контактном слое стружки. На этом участке внешнее трение скольжения отсутствует и заменяется «внутренним» трением между отдельными слоями стружки. На участке II стружка контактирует непосредственно с передней поверхностью. Здесь осуществляется внешнее трение скольжения, и сопротивление движению стружки определяется силой трения между стружкой и передней поверхностью. Ширина C_1 пластического контакта зависит от переднего угла инструмента, толщины срезаемого слоя и коэффициента усадки стружки. Н.Г. Абуладзе [1] предложена формула определения ширины пластического контакта:

$$C_1 = a[K_L (1 - \operatorname{tg}Y) + \sec Y], \quad (1)$$

из которой видно, что C_1 растет при увеличении K_L и a и уменьшается при увеличении угла Y . Если инструмент имеет угол наклона лезвия, то при увеличении угла Y ширина пластического контакта уменьшается.

Как было сказано выше, в процессе обработки резанием стали 110Г13Л, пластическая деформация в зоне стружкообразования приводит к значительному наклепу. Вследствие этого срезаемый слой охрупчивается, резко сокращается длина участка пластического контакта I и общей площадки контакта, что вызывает серьезное возрастание удельных контактных силовых и тепловых нагрузок на активном участке передней поверхности инструмента.

При этом затрудняются условия стружкообразования, срезаемый слой удаляется не полностью.

Его несрезанная часть подминается под заднюю поверхность инструмента, создавая силу, которая отжимает инструмент от заготовки и еще больше ухудшает условия стружкообразования.

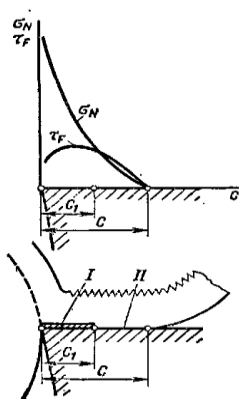


Рис. 1 – Два участка трения на передней поверхности токарного резца:

- I – участок пластического контакта;
- II – участок упругого контакта

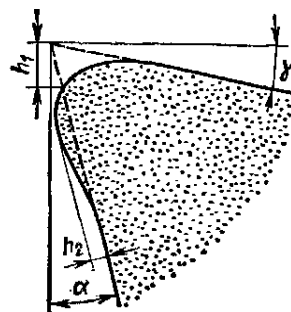


Рис. 2 – Пластическое деформирование режущего клина инструмента при точении стали 110Г13Л

Совместное действие названных факторов приводит как к *хрупкому*, так и к *пластическому* разрушению режущей части. В результате искажается геометрия режущей кромки, она округляется, и радиус округления постоянно увеличивается (особенно это характерно для твердосплавного инструмента), что в конечном результате делает процесс резания невозможным, приводит к поломке инструмента.

Хрупкое разрушение инструмента в процессе непрерывного резания объясняется главным образом воздействием силовых нагрузок. Для того чтобы при нагружении инструмента не происходило скалывания инструментального материала, в соответствии с теорией предельных напряжений необходимо, чтобы эквивалентное напряжение в режущем клине $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ не превышало допускаемого напряжения

$$[\sigma] = \sigma_B / n_B, \tag{2}$$

где σ_B – временное сопротивление материала инструмента при растяжении;

n_B – коэффициент запаса хрупкой прочности ($n_B=1,3\dots3$).

Расчету напряжений в режущем клине посвящены работы ряда авторов [2, 3]. Установлено, что максимальные растягивающие напряжения в инструменте при резании металлов имеют место за пределами площадки контакта между стружкой и передней поверхностью режущего клина.

Известны формулы, позволяющие проанализировать хрупкую прочность режущего лезвия. Для расчета наибольших растягивающих напряжений $\sigma_{эКВ}$, возникающих на передней поверхности режущего лезвия, получена формула:

$$\sigma_{rm} = \frac{\sigma_c [A(\beta_{\bar{e}}; \mu)]^2 \sin^2(\varphi - \varphi_H) (\sin \beta_{\bar{e}} - \beta_{\bar{e}} \cos \beta_{\bar{e}})}{8 \bar{C}_N \sin 2\varphi}, \tag{3}$$

где σ_c – средняя удельная нагрузка на передней поверхности лезвия;

φ_H – полярный угол, определяющий положение нейтральной оси;

$\beta_{л}$ – угол заострения лезвия;

μ – средний коэффициент трения на поверхностях контакта инструмента;

$\bar{C}_N = C_N / l_1$ – относительная координата центра давления стружки на переднюю поверхность режущего клина;

C_N – расстояние от режущей кромки инструмента до центра приложения нагрузки;

l_1 – длина контактной площадки на передней поверхности лезвия.

В свою очередь

$$\varphi = \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} \left(\frac{\beta_{л}}{2} + \mu \right) (\beta_{л} - \sin \beta_{л})}{\left(1 - \mu \operatorname{tg} \frac{\beta_{л}}{2} \right) (\beta_{л} + \sin \beta_{л})} \right]; \tag{4}$$

$$A(\beta_{л}, \mu) = 2 \sqrt{\left(\frac{\cos \frac{\mu}{2} - \mu \sin \frac{\mu}{2}}{\beta_{л} - \sin \beta_{л}} \right)^2 + \left(\frac{\sin \frac{\mu}{2} + \mu \cos \frac{\mu}{2}}{\beta_{л} + \sin \beta_{л}} \right)^2} \tag{5}$$

Из формулы (3) вытекает, что при постоянных геометрических параметрах инструмента и коэффициенте трения μ величина σ_{rm} , а следовательно, и $\sigma_{эКВ}$ снижается с уменьшением средней удельной нагрузки на передней поверхности a_c .

Важным фактором, определяющим условия работы инструмента, является меньшая вероятность *пластического деформирования* режущей кромки. Как показывают исследования [4], пластическое деформирование

режущего лезвия наблюдается преимущественно в контактных слоях по задней поверхности инструмента.

Как уже было сказано, при резании стали 110Г13Л инструментами из твердых сплавов с очень высокими силовой и тепловой нагрузками, износ инструмента иногда предшествует пластическое деформирование вершины режущего клина. Формоизменение клина заключается в опускании части передней поверхности, примыкающей к главному лезвию, на расстояние h_1 и выпучивании задней поверхности с высотой h_2 (рис. 2). В результате искривления задней поверхности на ней образуется нулевой или отрицательный задний угол, способствующий интенсивному изнашиванию инструмента.

Согласно теории предельных напряженных состояний Губера-Мизеса-Генки пластическое течение материала наступает тогда, когда эквивалентное напряжение $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau_{yz}^2}$ достигает предела текучести. Показано, что деформированное состояние в контактном слое металла задней поверхности инструмента приближается к состоянию простого сдвига, при котором нормальные напряжения вдоль линий скольжения постоянны и в рассматриваемом случае соответствуют нормальным напряжениям на контактной площадке резец-поверхность резания σ_{N2} [4].

Располагая одну из координатных осей параллельно задней поверхности режущего лезвия и учитывая влияние нагрузок, приложенных к его передней поверхности, на напряжения сдвига по задней, получено уравнение для определения условий течения материала инструмента [4]:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_{N2}^2 + 3(\tau_K + \tau_2)^2} \leq \sigma_{SH} / n_s, \quad (6)$$

где τ_K – сопротивление сдвигу в контактном слое обрабатываемого материала;

τ_2 – касательные напряжения на задней поверхности, вызванные влиянием нагрузки на передней поверхности лезвия;

n_s – коэффициент запаса пластической прочности;

σ_s – предел текучести материала инструмента.

Перечисленные особенности обработки резанием заготовок из стали 110Г13Л вынуждают искать технологические варианты, которые бы позволили повысить их обрабатываемость [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абуладзе Н. Г. Характер и длина пластического контакта стружки с передней поверхностью инструмента. В кн.: *Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов. Куйбышевское обл. книжное издат.* – 1962. – С. 68-77.
2. Михеев М.А., Михеева Н.М. *Основы теплопередачи.* – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
3. Резников А.Н., Урицкий М.Л., Кравченко С.С. Резание с плазменным подогревом обрабатываемого материала. // *Вестник машиностроения.* – 1981. – №7. – С. 35-37.
4. Лоладзе Т.Н. *Прочность и износостойкость режущего инструмента.* – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
5. Цивінда Н.І. Аналіз вибору інструментального матеріалу для обробки важко-оброблюємих матеріалів гірничого машинобудування // *Вісник Криворізького технічного університету: Збірник наукових праць.* – Кривий Ріг, 2009. – №.24 – С. 70-73.

УДК 536.24

Хайдуров В.В.,¹ наук. кер. Головня Б.П.² (Україна, м. Черкаси, Черкаська філія ПВНЗ «Європейський університет»¹; Україна, м. Черкаси, Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького²)

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗКУ НЕЛІНІЙНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ. ВІДНОВЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Знаходження чисельного розв'язку обернених задач теплопровідності – це процес, який займає досить багато обчислень та часу. У роботі розглядаються ітераційні методи розв'язку обернених задач теплопровідності, які спрямовані на зменшення часу пошуку їхніх чисельних розв'язків. Тестування методів проводиться на обернених задачах по відновленню коефіцієнта теплопровідності.

Кожна ОЗТ зводиться до розв'язання певної кількості прямих задач теплопровідності (ПЗТ). Кожна ПЗТ зводиться до розв'язання системи рівнянь з розрідженими матрицями [1-2]. Будемо вважати, що сама система рівнянь є нелінійною. У зв'язку з цим виникає ряд питань і завдань, які спрямовані на зменшення кількості обчислень для отримання чисельного розв'язку однієї ОЗТ. Основними з них є: коректність постановки ОЗТ, вибір чисельного методу розв'язання системи нелінійних рівнянь, вибір методу безумовної оптимізації, який би використовував мінімальну кількість викликів процедури чисельного розв'язку ПЗТ та вибір методу безумовної оптимізації, який би давав змогу отримати чисельний розв'язок ОЗТ з досить високою точністю.

Метою даної роботи є розробка та застосування ітераційних методів, які спрямовані на зменшення кількості викликів функції розв'язку ПЗТ для знаходження чисельного розв'язку однієї ОЗТ.

Математична постановка задачі. В області $D \times [0, \tau]$ розглядається рівняння теплопровідності:

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(k \nabla T) \quad (1)$$

Повний розв'язок задачі теплопровідності у заданій області містить:

1) Значення температури у всіх внутрішніх точках області, тобто. $\forall x \in D, \forall t \in [0, \tau]$ відомо $T(x, t)$. Зокрема, нам відомо наступне:

1а) Початковий розподіл температури $T_{ini}(x) = T(x, 0)$.

1б) Кінцевий $T_{fin}(x) = T(x, \tau)$ розподіл температури.

2) Граничні умови: $\partial D = \partial D_D + \partial D_N$, $x \in \partial D_D : T = T(x, \tau)$; $x \in \partial D_N : \partial T / \partial n = p(x, \tau)$. Тут ∂D – границя області, ∂D_D – частина границі (можливо, порожня), на якій задана умова Дирихле та ∂D_N – частина границі, на якій задана умова Неймана, n – нормаль до границі області.

3) Залежність параметрів задачі від координат і температури:

а) $\rho = \rho(x, T)$, $C = C(x, T)$;

б) $k = k(x, T)$.

У даному випадку, пряма задача теплопровідності формулюється наступним чином.

Дано рівняння (1), початковий розподіл температури 1а), граничні умови 2), залежність параметрів від координат та температури 3). Потрібно знайти кінцевий розподіл температури 1б) і, як проміжний результат, значення температури у всіх внутрішніх точках області 1) для $\forall t \in [0, \tau]$.

У роботі розглядається наступна постановка ОЗТ. Задано рівняння (1), початковий розподіл температури 1а), кінцевий розподіл температури 1б), граничні умови 2), залежності параметрів від координат та температури 3а). Потрібно знайти коефіцієнт теплопровідності 3б) і, як проміжний результат, значення температури у всіх внутрішніх точках області 1) для $\forall t \in [0, \tau]$.

Тобто, ОЗТ вважається розв'язаною, якщо знайдено такий коефіцієнт теплопровідності $\bar{k}(x, T)$, що розв'язок прямої задачі з використанням у якості початкової умови розподілу T_{init} зійдеться з потрібним кінцевим розподілом T_{fin} .

Іншими словами, потрібно знайти коефіцієнт теплопровідності \bar{k} такий, що

$$J(\bar{k}) = \|T(\bar{k}) - T_{fin}\| \rightarrow \min \text{ або } J(\bar{k}) = \int_D (T(\bar{k}) - T_{fin})^2 dD \rightarrow \min. \quad (2)$$

У якості норми в (2) використовується норма L_2 , тобто $\|x\| = \int_D x^2 dD$ або, у дискретному випадку, $\|x\| = \sum x_i^2$.

На базі одновимірного випадку, можна записати ітераційну формулу для мінімізації функціоналу типу (2) методом найшвидшого спуску:

$$J(k^{(m)} - h_m J'(k^{(m)})) = \min J(k^{(m)} - h_m \cdot J'(k^{(m)})), h_m > 0; \\ h_m = \arg \min_h J(k^{(m)} - h_n \cdot J'(k^{(m)})), h_n > 0, \quad (3)$$

де $J'(k^{(m)})$ – вектор-градієнт для функціоналу на m -ій ітерації алгоритму (2).

Для процедури мінімізації функціоналу (2) можна використати модифікації класичного методу Ньютона, які описані в [3-4]. Ці методи значно швидше збігаються, ніж сам класичний метод Ньютона, причому використовують меншу кількість розв'язку ПЗТ при цьому.

Модифікацію класичного методу Ньютона на основі методу ламаних можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned}
 J(\bar{k}^{(m)} - \beta_m J'(\bar{k}^{(m)})) &= \min J(\bar{k}^{(m)} - \beta \cdot J'(\bar{k}^{(m)})), \beta > 0; \\
 \bar{z} &= \bar{k}^{(m)} - \beta \cdot H^{-1}(\bar{k}^{(m)}) J'(\bar{k}^{(m)}); \\
 J(\bar{z} - h_m J'(\bar{z})) &= \min J(\bar{z} - h \cdot J'(\bar{z})), h > 0; \\
 \bar{k}^{(m+1)} &= \bar{k}^{(m)} - 2h_m \cdot (H(\bar{k}^{(k)}) + H(\bar{z}))^{-1} J'(\bar{k}^{(m)}),
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

де $H(\bar{k}^{(k)})$ – матриця Гессе функціоналу (2) на m -ій ітерації.

Модифікацію класичного методу Ньютона на основі середнього геометричного можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned}
 J(\bar{k}^{(m)} - \beta_m J'(\bar{k}^{(m)})) &= \min J(\bar{k}^{(m)} - \beta \cdot J'(\bar{k}^{(m)})), \beta > 0; \\
 \bar{z} &= \bar{k}^{(m)} - \beta \cdot H^{-1}(\bar{k}^{(m)}) J'(\bar{k}^{(m)}). \\
 J(\bar{z} - h_m J'(\bar{z})) &= \min J(\bar{z} - h \cdot J'(\bar{z})), h > 0; \\
 \bar{k}^{(m+1)} &= \bar{k}^{(m)} - \frac{h_k}{2} \cdot (H(\bar{k}^{(m)}) \cdot H(\bar{z}))^{-1} (H(\bar{k}^{(m)}) + H(\bar{z})) J'(\bar{k}^{(m)}).
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Модифікацію класичного методу Ньютона на основі середнього арифметичного можна записати у вигляді:

$$\begin{aligned}
 J(\bar{k}^{(m)} - \beta_m J'(\bar{k}^{(m)})) &= \min J(\bar{k}^{(m)} - \beta \cdot J'(\bar{k}^{(m)})), \beta > 0; \\
 \bar{z} &= \bar{k}^{(m)} - \beta \cdot H^{-1}(\bar{k}^{(m)}) J'(\bar{k}^{(m)}); \\
 J(\bar{z} - h_m J'(\bar{z})) &= \min J(\bar{z} - h \cdot J'(\bar{z})), h > 0; \\
 \bar{k}^{(m+1)} &= \bar{k}^{(m)} - h_m H^{-1} \left(\frac{\bar{k}^{(m)} + \bar{z}}{2} \right) J'(\bar{k}^{(m)}).
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Практична частина

Тестування розглянутих методів проводилось на ряді задач. Деякі з них наведені нижче.

Перша задача має наступне математичне формулювання:

$$\begin{aligned}
 \rho(T)C(T) \frac{\partial T}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(k(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right) - 2e^{-t} (e^{-2t} (2x+3y) - 3e^{-t}) - \\
 &- e^{-t} (x+y) (e^{-t} (x+y) + e^{-2t} (x+y)^2 + 1) (e^{-2t} (x+y)^2 - 2e^{-t} (x+y) + 2), \\
 \rho(T) &= 1+T+T^2, \quad C(T) = T^2 - 2T + 2.
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 T(x,0,t) &= xe^{-t}, \quad T(x,1,t) = (x+1)e^{-t}, \quad T(0,y,t) = ye^{-t}, \quad T(1,y,t) = (y+1)e^{-t}, \quad t \in [0;0.2], \\
 T(x,y,0) &= x+y, \quad T(x,y,0.2) = (x+y)e^{-0.2}.
 \end{aligned}$$

Шуканий коефіцієнт теплопровідності: $k(T) = T^2 - 3T + 8$.

Друга задача має наступне математичне формулювання:

$$\rho(T)C(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial y}\right) + e^t(x-y)(e^{2t}(x-y)^2 - e^t(x-y) + 2) \times$$

$$\times (2e^{2t}(x-y)^2 - e^t(x-y) + 1) - 2e^t(e^{2t}(2x-2y) - 3e^t),$$

$$\rho(T) = 1 + T + 2T^2, \quad C(T) = T^2 - T + 2. \tag{8}$$

$$T(x,0,t) = xe^t, \quad T(x,1,t) = (x-1)e^t, \quad T(0,y,t) = -ye^t, \quad T(1,y,t) = (1-y)e^t, \quad t \in [0;0.1];$$

$$T(x,y,0) = x - y, \quad T(x,y,0.1) = (x - y)e^{0.1}.$$

Шуканий коефіцієнт теплопровідності: $k(T) = T^2 - 3T + 4$.

Третя задача:

$$\rho(T)C(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k(T)\frac{\partial T}{\partial y}\right) - 2xy^3e^{-6t} - 2x^3ye^{-6t} -$$

$$- 2xye^{-2t}(e^{-4t}x^2y^2 + 1)(e^{-4t}x^2y^2 + e^{-2t}xy + 1),$$

$$\rho(T) = 1 + T^2, \quad C(T) = T^2 + T + 1. \tag{9}$$

$$T(x,0,t) = 0, \quad T(x,1,t) = xe^{-2t}, \quad T(0,y,t) = 0, \quad T(1,y,t) = ye^{-2t}, \quad t \in [0;0.1];$$

$$T(x,y,0) = xy, \quad T(x,y,0.1) = xye^{-0.2}.$$

Шуканий коефіцієнт теплопровідності: $k(T) = T^2 + 4$.

Тестування п'яти методів було проведено на нелінійних задачах (7)-(9). Задачі були розв'язані на сітках різної розмірності. Нижче наведені результати обчислень всіх розглянутих методів (таблиця 1) на сітці 50x50. Точність обчислень у всіх методах $eps = 10^{-7}$. У кожному випадку при розв'язанні нелінійних задач більше всього викликів функції ПЗТ має метод найшвидшого спуску. Для кожної задачі число викликів функції при розв'язуванні даним методом береться за 100%. Кількість викликів функції, які були отримані іншими методами, перераховані відносно методу найшвидшого спуску.

Таблиця 1

Результати роботи розглянутих методів на сітці 50x50.

Точність обчислень $eps = 10^{-7}$

	Задача 1 (7)	Задача 2 (8)	Задача 2 (9)
Метод найшвидшого спуску (3)	384 ітерації / 1051124 виклики функції (100%)	395 ітерації / 1108549 викликів функції (100%)	331 ітерація / 908129 виклики функції (100%)
Класичний метод Ньютона	18 ітерацій / 62,02%	21 ітерацій / 68,12%	16 ітерацій / 50,54%
Перша модифікація методу Ньютона (4)	9 ітерацій / 52,52%	10 ітерацій / 57,82%	8 ітерацій / 48,11%
Друга модифікація методу Ньютона (5)	7 ітерацій / 46,58%	6 ітерацій / 42,12%	5 ітерацій / 38,81%
Третя модифікація методу Ньютона (6)	6 ітерацій / 39,82%	5 ітерацій / 28,20%	5 ітерацій / 27,95%

ВИСНОВКИ

Методи, розроблені в [3-4], ефективно розв'язують нелінійні ОЗТ по відновленню коефіцієнта теплопровідності. Тестування цих методів було виконано на різних двовимірних задачах. Методи збігаються досить швидко. У таблицях 1 та 2 показано помітне прискорення розрахунків у порівнянні з класичними методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Klibanov M.V. Approximate Global Convergence and Adaptivity for Coefficient Inverse Problem.* / M.V. Klibanov, L. Beilina. – USA.: Springer, 2012. – 407p.
2. *Isakov V., Inverse Problems for Partial Differential Equations.* / V. Isakov. – USA.: Springer, 2005 – 40 p.
3. Головня Б.П. Метод знаходження чисельного розв'язку двовимірної оберненої задачі теплопровідності. [Текст] / Б.П. Головня., В.В. Хайдуrow. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: «Технічні науки». – №2 – 2015. – С. 49-56.
4. Головня Б.П. «Эффективные методы решения нелинейных обратных задач теплопроводности». [Текст] / Б.П. Головня., В.В. Хайдуrow. Науковий журнал. Вісник Черкаського університету. Серія: «Прикладна математика. Інформатика». – №18 (311) – 2014. – С. 87-98.

УДК 621.01

Цимбалюк Л.Я., наук. кер. Роп'як Л.Я. (Україна, м. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ)

КРИТЕРІЇ ПРОГРЕСИВНОСТІ РОБОЧИХ МАШИН ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

На основі проведеного дослідження сформовано перелік критеріїв прогресивності робочих машин (малостадійності процесів, маловідходності та комплексного використання сировини, рівня автоматизації роботи, наявності сучасних засобів мікроелектроніки для інтенсифікації та контролю виробництва, гнучкості та ресурсозбереження), надано їх характеристики. Особливу увагу приділено характеристиці критерію ресурсозбереження, роль якого суттєво зростає в XXI сторіччі.

Для господарства держави є характерним розробляти стандарти й норми, які регламентують зміну показників прогресивності та якості машин протягом заданого в майбутньому проміжку часу. Тому розвиток різних галузей господарства полягає у покращенні вказаних вище показників, причому важливим є вибір оптимального їх переліку [1]. З огляду на це, проблема формування переліку критеріїв прогресивності робочих машин та надання їм відповідних характеристик є актуальною та важливою.

Розв'язанням питань формування критеріїв прогресивності робочих машин з метою забезпечення ефективного їх використання присвячені роботи П.М. Василенка, С.А. Іофінова, Ю.К. Кіртбая, Л.В. Погорілого, М.К. Лінника, М.О. Демид-ка, А.С. Кушнарьова, Ю.Ф. Скидана, В.Я. Мартиненка. Також на детальну увагу заслуговують праці Р. В. Зінька [1], Я. Т. Кіницького [2], С. В. Подлесного, Ю. О. Єрфорта, В. М. Іскрицького [3], М. В. Остапчука та А. І. Рибака [4], безпосередньо використані в даному дослідженні.

Варто зазначити, що з огляду на високі темпи розвитку науки та техніки в XXI столітті та відповідне динамічне оновлення критеріїв прогресивності робочих машин, розглядане в роботі питання потребує перманентної уваги зі сторони науковців та практиків.

Метою даної роботи є формування переліку критеріїв прогресивності робочих машин та надання їм відповідних характеристик.

Робочі машини – це машини, що використовують механічну чи іншу енергію для перетворення і переміщення предметів обробки та вантажів. До них належать: 1) технологічні машини і апарати (млини, печі, верстати, преси тощо, котрі призначені для змінювання розмірів, форми, властивостей або стану предмета обробки); 2) транспортні та підйомні машини (канатні дороги, конвеєри, ракети, крани, екраноплани тощо, котрі призначені для переміщення вантажів та людей у просторі) [2].

Сучасні прогресивні робочі машини повинні відповідати таким критеріям: а) малостадійність процесів, що передбачає поєднання в одній робочій машині кількох технологічних процесів, які раніше виконувалися в

окремих машинах чи апаратах; б) маловідходність та комплексне використання сировини; в) високий рівень автоматизації роботи; г) наявність сучасних засобів мікроелектроніки для інтенсифікації та контролю виробництва; д) гнучкість (здатність швидко перебудовуватися на випуск нових видів продукції); е) ресурсозбереження, що гарантує можливість виробляти конкурентоспроможну продукцію з низькою собівартістю та високою прибутковістю та ін.

Вимога гнучкості стає все більш важливим критерієм прогресивності робочої машини. Робоча машина, в якій органічно злились в одне ціле три елементи машинного комплексу (машина-двигун, передаточний механізм і власне робоча машина – виконавчий механізм), знову роз'єднується на частини. Однак це вже не колишні частини – елементи машинного комплексу, а функціонально-спеціалізований і удосконалений, так би мовити, “мікрокомплекс” – силова головка, в якій вміщені, злиті двигун, передаточний пристрій, і робочий виконавчий механізм [3].

Агрегатні верстати, що представляють собою предметне сполучення силових головок, – це вже не просто єдиний машинний комплекс, а справжня система машин, в кожний елемент якої входять всі три частини машинного комплексу. Це – за нашого часу вища форма первісної клітини машинного способу виробництва. Вона здійснює значний вплив і на характер технічного розподілу праці, і на тип та кваліфікацію робітника.

У розвитку робочих машин в період науково-технічної революції слід відмітити ще дві важливі тенденції. Перша з них полягає в багаторазовому збільшенні одиничної потужності і продуктивності основних видів енергетичного і технологічного обладнання. Це прослідковується на прикладах зростання потужностей гідравлічних і парових турбін, об'єму доменних печей, розмірів пересувних механізмів. Поряд зі зростанням одиничних потужностей технологічних агрегатів збільшуються також масштаби підприємств, зростає концентрація виробництва.

Друга виключно важлива тенденція в розвитку робочих машин, яка виникла і одержала деяке розповсюдження на попередньому етапі розвитку машинного виробництва, пов'язана зі створенням і впровадженням машин-автоматів. Це знаменує перехід до нової, вищої ступені в розвитку машин, в характері праці і в організації виробництва – перехід до автоматизації. Автоматизація є одним із важливих ланцюгів сучасної науково-технічної революції. Упроваджуються повністю механізовані і автоматизовані ділянки та лінії, в 70-х роках ХХ ст. виробництво починає обладнуватися промисловими автоматичними роботами, промисловими маніпуляторами першого покоління. Розвивається застосування автоматизованих систем проектування, технологічної підготовки виробництва і управління процесами обробки матеріалів з використанням електронно-обчислювальних машин (ЕОМ). На основі застосування ЕОМ, нового технологічного обладнання і удосконалення організації виробництва в останні роки почався розвиток обладнаних роботами та керованих ЕОМ гнучких автоматичних виробництв та інтегрованих автоматизованих комплексів,

які повинні розв'язати особливо складну проблему автоматизації дискретних виробничих процесів для виготовлення продукції, номенклатура якої часто змінюється. Науково-технічна політика інженерної діяльності спрямована на повну автоматизацію матеріального виробництва, на створення в перспективі автоматичних підприємств, на яких повністю буде ліквідована нетворча праця [3].

Відповідність критерію ресурсозбереження, роль якого суттєво зростає в XXI сторіччі, передбачає: 1) економію сировини, матеріалів, енергії, робочого часу і отримання на цій основі додаткової продукції і при цьому дешевше, ніж за рахунок широкого використання вторинної сировини, відходів виробництва і споживання; 2) створення маловідходних технологій і застосування нової ресурсозберігаючої техніки, використання ефективних засобів ресурсозбереження; 3) використання вторинних матеріалів; 4) забезпечення високої якості продукції як спосіб задоволення потреб з меншими витратами праці і матеріалів [4].

ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження сформовано перелік критеріїв прогресивності робочих машин, надано їх характеристики. Особливу увагу приділено характеристиці критерію ресурсозбереження, роль якого суттєво зростає в XXI сторіччі. Встановлено, що найбільш радикальне підвищення ефективності виробництва забезпечується переходом від еволюційних вдосконалень діючої техніки і технологій до принципово нових робочих машин, технологічних засобів і технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зінько Р. В. *Формування множини критеріїв роботи машин* / Р. В. Зінько // *Автоматизація виробн. процесів у машинобуд. та приладобудуванні* : укр. міжвід. наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 45. – С. 55-62.
2. Кіницький Я. Т. *Теорія механізмів і машин: Підручник* / Я. Т. Кіницький. – К.: Наукова думка, 2002. – 660 с.
3. Подлесний С. В. *Історія інженерної діяльності: навчальний посібник* / С. В. Подлесний, Ю. О. Єрфорт, В. М. Іскрицький. – Краматорськ: ДДМА, 2004. – 128 с.
4. Остапчук М. В. *Системи технологій (за видами діяльності): навч. посіб.* / М. В. Остапчук, А. І. Рибак. – К.: ЦНЛ, 2003. – 888 с.

УДК 622/629

Швец А.В., науч. рук. Ковалевский С.В., Аносов В.Л. (Украина, г. Краматорск, ДГМА)

РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Рассматриваются современные методы контроля геометрии изделий лазерными измерительными системами. Описаны основные принципы измерения и примеры устройств, их реализующие. Показаны преимущества лазерных измерительных систем над контактными. Проанализированы сложности, возникающие при интеграции лазерных измерительных систем в производственную цепочку предприятия, и намечены пути их преодоления. В дальнейшем планируется установка лазерного дальномера на суппорт станка и проведение исследований.

Проведение измерений на токарных станках с ЧПУ пока вызывает много вопросов как у технологов, так и у метрологов. Эти станки должны использоваться для выпуска продукции, а не для непроизводительных измерений. Это веский довод, если не учитывать, сколько времени можно сэкономить, если обнаружить брак на ранней стадии. При производстве сложных крупногабаритных деталей, когда цена ошибки очень высока, промежуточный контроль повышает вероятность достижения желаемого результата. Точность позиционирования современных станков с ЧПУ даже сегодня обеспечивает погрешность измерения, достаточную для контроля большинства размеров, особенно крупногабаритных изделий.

На серийных токарных станках с числовым программным управлением (ЧПУ) суппорт с инструментом позиционируется в соответствии с командами программы, но механизм обратной связи по параметрам реального размерного отклонения обрабатываемой детали отсутствует. Высокая точность обработки изделий в автоматическом режиме не может быть обеспечена только за счет повышения точности позиционирования рабочих органов станка вследствие влияния на точность износа инструмента тепловых и силовых деформаций системы СПИД. Для обеспечения высокой точности обработки на станках с ЧПУ необходимым условием является использование активного контроля размеров деталей [1].

Специфика токарной обработки предъявляет жесткие требования к измерительным преобразователям системы активного контроля. Такие устройства должны характеризоваться следующими данными: бесконтактным способом измерения при значительном рабочем зазоре для обеспечения надежности преобразователя; линейностью выходной характеристики в диапазоне, определяемом припуском на обработку; постоянной времени длительностью не более одного оборота детали; независимостью результатов размерного контроля от изменения шероховатости поверхности детали, ее вращения, наличия вибраций, воздействия стружки и СОЖ; малогабарит-

тностью, надежностью крепления на станке с помощью простой оснастки; работоспособностью в условиях современного производства [2].

Применение оптико-электронных и лазерных измерительных систем является одним из основных перспективных направлений в области автоматического контроля линейных размеров фасонных деталей. Проанализируем существующие лазерные методы измерения и перспективы развития лазерных приборов активного контроля при токарной обработке [8].

Общие принципы лазерной дальнометрии. В общем случае задача определения расстояния между дальномером и целью сводится к измерению соответствующего интервала времени между зондирующим сигналом и сигналом, отраженным от цели. Различают три метода измерения дальности в зависимости от того, какой характер модуляции лазерного излучения используется в дальномере: импульсный, фазовый или фазово-импульсный [6].

Сущность метода импульсного дальнометрирования состоит в том, что к объекту посылается зондирующий импульс, который одновременно запускает временной счетчик в дальномере. Когда отраженный объектом импульс приходит к дальномеру, то он останавливает работу счетчика. По временному интервалу перед оператором на дисплее автоматически вывешивается расстояние до объекта [7].

При фазовом методе дальнометрирования лазерное излучение модулируется по синусоидальному закону. При этом интенсивность излучения меняется в значительных пределах. В зависимости от дальности до объекта изменяется фаза сигнала, падающего на объект. Отраженный от объекта сигнал приходит на приемное устройство также с определенной фазой, зависящей от расстояния [7].

Проблемы внедрения лазерных систем и их решение. При применении дистанционных бесконтактных методов измерений, основанных на взаимодействии электромагнитного излучения с поверхностью измеряемого изделия, необходимо принимать во внимание как кривизну и наклон поверхности к падающему лучу [3], так и её оптические свойства [4], учитывая современную тенденцию в работе непосредственно по эксплуатационным поверхностям контролируемых изделий без применения специальных марок и навесных оптических элементов. Поскольку высокие значения коэффициента отражения поверхности измеряемого объекта способствуют полной реализации метрологического потенциала ЛСИГП, то на нерабочие поверхности контролируемых изделий, например режущего инструмента, полезно нанесение покрытия с высоким коэффициентом отражения. Операции нанесения таких покрытий должны быть предусмотрены при конструкторской и технологической проработке проекта, процедура использования ЛСИГП должна закладываться в проекте изначально.

Предлагаются специальные одно-, дву- и трехмерные эталоны, предназначенные для калибровки координатно-измерительных машин, представление о которых можно получить на примере продукции германской фирмы КОВА. Эталонная мера КОВА sphere beam представляет собой ка-

либрованную линейку с закреплёнными на ней с известной периодичностью керамическими сферами, стандартные размеры от 1500 до 2500 мм. Калибровочная плита со сферами КОВА – Check (двумерный эталон) имеет стандартные размеры от 230×230×24 мм до 620×620×24 мм и разброс расстояний между центрами сфер < 0,3 мкм. Трёхмерный эталон – Ball Cube КОВА – Q3 представляет собой ферменную конструкцию в форме куба с закреплёнными в вершинах сферами и имеет номинальные размеры от 300×300×300 мм до 600×600×600 мм. Существуют и прототипы разработок методик аттестации ЛСИГП [5].

Таким образом, можно говорить о том, что применение лазерных систем в измерительной технике, является преимущественным компонентом для измерения геометрических параметров изделий в результате их обработки. Процесс становления связан с преодолением многочисленных противоречий методологического, метрологического и технического характера. Эффективность применения лазерных систем многократно возрастает, если она закладывается ещё на стадии проектирования потенциального объекта измерений и отражается в конструкторской и технологической документации [4]. Это применяется для того, что бы можно было использовать оптические элементы, а так же специальные покрытия со светоотражающими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Ю.Н. (1991) Станки с ЧПУ
2. Григорьев С. Н. Проблемы измерения в технологических процессах формообразования / С. Н. Григорьев, В. И. Телешевский. // Измерительная техника. – 2011. – №7. – С. 3 – 7.
3. Вертопрахов В. В. Влияние формы объекта и ориентации его поверхности на точность лазерных триангуляционных измерений / В. В. Вертопрахов. // Автоматрия. – 1995. – № 6. – С. 64-68.
4. Минаев В. Л. Влияние эффекта изменения фазы отражённой волны на измерения формы поверхности в оптической профилометрии / В. Л. Минаев, К. Е. Лоцилов // Измерительная техника. – 2010. – № 7. – С. 36-38.
5. Травкин С. В. Разработка методов и средств поверки и калибровки геодезических приборов для измерения превышений автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. В. Травкин. – М.: МИИГАиК, 2007. – 22 с.
6. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. – СПб: Лань, 2006. – 487 с.
7. Голубев В.С., Лебедев Ф.В. Физические основы технологических лазеров. – М.: Высшая школа, 1987. – 191 с.
8. Вагнер Е. Т. Лазерные и оптические методы контроля / Е. Т. Вагнер, А. А. Митрофанов, В. Н. Барков. – М.: Машиностроение, 1977. – 176 с.

УДК 53.098

Шпит А.М., наук. кер. Куліш Н.Ю. (Україна, м. Краматорськ, ЗОШ № 3)

ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРОБКИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

В роботі представлені дослідження і розробка теоретичної та експериментальної діяльності учнів, за зразком проекту співробітниці Масачусетського технологічного інституту Фон Цю «Flarry Vox». Цей проект – можливість безпосередньо застосувати власний розум при вивченні фізики, зрозуміти справжню її красу, побачити практичне використання в повсякденному житті і, навіть збільшити кількість винахідників в Україні.

Фізика – наука, що робить чужий світ своїм.

У сучасних містах нас оточують речі, створені фізикою. Більшість людей не знають цих речей, хоча трохи звикли до них. Люди оточені чужими речами, і це створює відчуття дискомфорту. Цей дискомфорт є фоном сучасного існування і його навіть не помічають. Але коли людина вивчає певні розділи фізики, цілі класи речей стають якщо не рідними, то знайомими. Предмети починають слухатися вас, ви передбачаєте певні події, явища; ви отримуєте владу над речами [1, 2].

Фізика – це можливість безпосередньо застосувати власний розум.

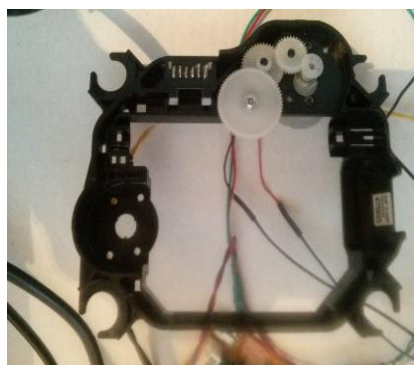
Колишня співробітниця Масачусетського технологічного інституту Фон Цю, займалася розробкою цікавих інженерних проектів для учнів середніх та старших класів. Вона розробила чималу кількість цікавих інженерних проектів, де застосуванню фізики немає меж. Один з проектів Фон Цю – «Flarry Vox», ми вирішили спроекувати самостійно.

Тому, мета цього проекту – визначити які пристрої входять у склад схеми, вивчити та проаналізувати їх роботу, розробити електросхему і скласти програму для самостійної роботи електросхеми.

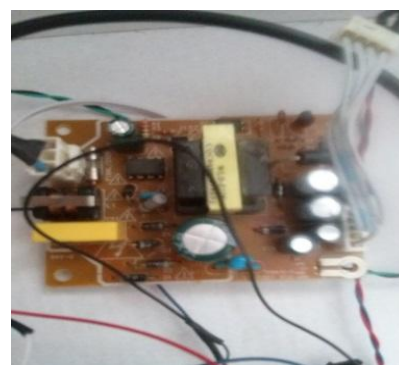
Отже, електросхема (рис. 1, 2) містить 3 основні деталі: блок живлення (1), двигун (2), мікросхема-контролер (3).



(1)



(2)



(3)

Рис. 1 – Загальний вид компонентів приладу

Схема

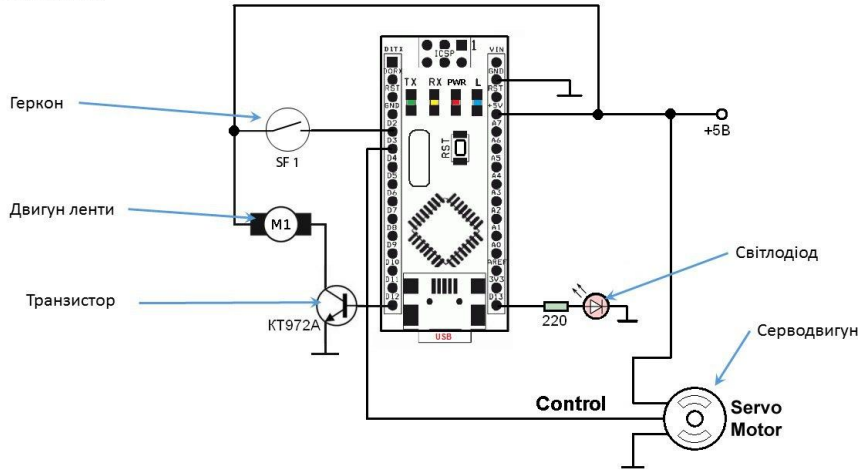


Рис. 2 – Електрична схема приладу

Геркон (кінцевий вимикач) – пристрій, що представляє собою два контакти, з феромагнітного сплаву, поміщені в спеціальну колбу, для контролю їх роботи. Коли до контактів підносять постійний магніт – вони замикаються, утворюючи безперервний ланцюг.

Двигун – серце системи. Без двигуна немає руху, а отже немає системи.

Транзистор – напівпровідниковий елемент електронної техніки, який дозволяє керувати струмом, що протікає через нього, за допомогою зміни вхідної напруги або струму, поданих на базу, або інший електрод.

Світлодіод – напівпровідниковий пристрій, що випромінює некогерентне світло, при пропусканні через нього електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція).

Контролер – спеціалізований компонент системи, призначений для управління зовнішніми пристроями системи.

Контролер працює за певною програмою, яка повинна як-то в нього потрапити. Програму в машинних кодах, готову для запису в контролер, називають прошивкою. Програматор залле програму в контролер.

Ми прошили наступну програму (рис. 3):

```

#include <Servo.h> //используем библиотку для
работы с сервоприводом
Servo servo; //объявляем переменную servo типа Servo
const int Mot=12; //объявляем Motor на 12 ножку
const int led=13; //объявляем светодиод на 13 ножку
const int but=2; //объявляем кнопку на 2 ножку

void setup() {
pinMode(Mot, OUTPUT); //объявляем Mot как выход
pinMode(led, OUTPUT); //объявляем led выход
pinMode(but, INPUT); //объявляем but вход
servo.attach(3); //привязываем серво-привод к порту 3
}
                
```

- Ім'я бібліотеки;
- Ім'я змінної "servo" для сервоприводу;
- Ім'я констант, які прив'язуємо до номера ножки;
- Об'являємо константу як вхід/вихід;

```

void loop() {
servo.write(0); //ставим вал под 0 - відкрити
delay(3000); //ждем 3 секунды
for (int i=100; i<=1000; i+=10) {
if (digitalRead(but)==LOW)
digitalWrite(but,HIGH);
else
digitalWrite(Mot,LOW);
digitalWrite(led,HIGH);
}
servo.write(180); //ставим вал под 180 - закрыти
digitalWrite(led,LOW);
delay(5000); //ждем 5 секунды
digitalWrite(led,LOW);
}
                
```

- При вклученні програма починає роботу з встановлення сервоприводу на кут 0° – відкриття кришки
- Затримка 3000мс, для підготовки до гри
- Розпочинаємо цикл «for»; задаємо змінну i=100; умова до якої триватиме цикл «i<=1000»; крок зміни i.
- Розпочинаємо розгалуження «if» з умовою що кнопка «вхід but» розімкнена «==LOW»
- Вмикаємо двигун «Mot» - High
- У випадку коли кнопка «but» буде замкнена, тобто не виконється «==Low», дитин «Mot» вимкнеться «Low», змінний i присвоється значення «i+10», що суперечить умові циклу «i<=1000», в результаті цикл «for» зупиниться.
- Встановлюємо сервопривід на кут 180° – закриття кришки
- Вмикається червоний світлодіод «led» - присвоється значення «high», вказує на те що гра закінчена
- Затримка 5000мс, для зміни грави
- Вмикається червоний світлодіод «led» - присвоється значення «low», цикл «void loop()» розпочинає свою роботу з самого початку

Рис. 3 – Програмний код пристрою

Принцип дії нашого приладу: одна з кнопок керування починає гру, відкриваючи коробку, після цього починає працювати спеціально запрограмований механізм, що змушує рухатися стрічку з фоном гри, друга кнопка керування допомагає опускати паличку з пташкою, що долає перешкоди (рис. 4). Позаду намальованих стовпчиків знаходяться магніти, що дозволяють зрозуміти, чи подолано всі перешкоди. Торкаючись до перешкод, магніт, закріплений за учасником гри, торкається магніту за локацією, після чого спрацьовує програма, яка закриває коробку та завершує етап гри.

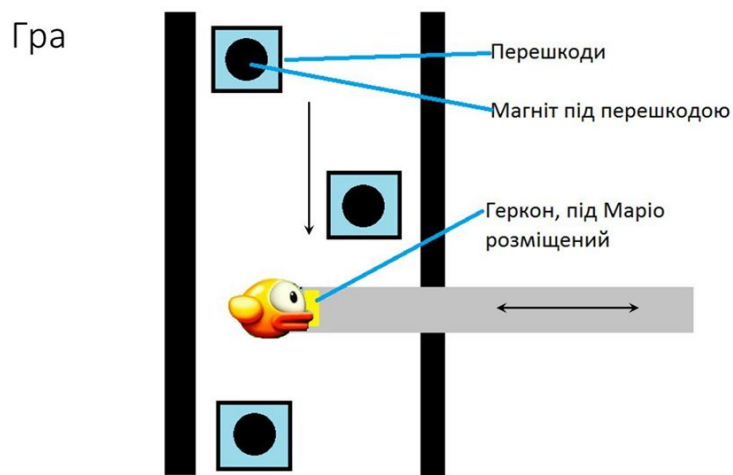


Рис. 4 – Схема дії приладу

ВИСНОВОК

За допомогою інтелектуальних проектів легко зацікавити будь-кого фізикою, запропонувавши побачити йому легкість та незвичайність її використання в повсякденному житті. Тож, застосуємо креативні ідеї та творчість у науці, щоб фізика стала улюбленим предметом кожного!

ЛІТЕРАТУРА

1. Ландау Л.Д., Китайгородский А.И. Физика для всех. – М.: Наука, 1978. – 178 с.
2. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 254 с.

УДК 336.63:658.16

Яцюк О.С. (Україна, м. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ)

ОСОБЛИВОСТІ БАНКРУТСТВА ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПІДПРИЄМЦЯ В УКРАЇНІ

У статті розглядаються особливості процесу банкрутства фізичних осіб-підприємців. Встановлено, що питання банкрутства фізичних осіб-підприємців є загальом врегульованими у нормативно-правовому полі, проте вимагають подальшого дослідження з метою виявлення основних напрямів їх вдосконалення.

Процес значного зростання обсягів кредитування в 2005-2014 роках в Україні, поруч з очевидними позитивними наслідками, супроводжувався і негативними, зокрема зростанням заборгованості підприємств та підприємців усіх організаційних форм, в тому числі й фізичних осіб-підприємців (ФОП), і, відповідно, збільшенням рівня ризику неплатоспроможності боржників, особливо в період фінансових криз. Зазначені негативні наслідки посилюються для боржників, які брали кредит в іноземній валюті в умовах девальвації національної валюти і гостро ставлять питання справедливого розподілу ризиків споживчого кредиту між кредитором і боржником [1, 2]. В результаті зросла актуальність питань, пов'язаних з усіма аспектами вирішення боргових проблем фізичних осіб-підприємців, в тому числі їх банкрутства.

Розв'язанням питань, пов'язаних зі зростанням ефективності процедури банкрутства фізичних осіб-підприємців, присвячені роботи ряду вітчизняних науковців та практиків, зокрема О. В. Дзери, С. Зайцева, Н. Коваленко, Ю. Б. Рибіцької, І. Селіванова, О. Яновського та інших.

Варто зазначити, що з огляду на наведені вище факти, які обумовлюють актуальність проблеми банкрутства фізичних осіб-підприємців в Україні, необхідним є подальше її всебічне дослідження.

Метою даної роботи є розкриття особливостей та виявлення основних напрямів вдосконалення процедури банкрутства фізичної особи-підприємця в Україні.

Варто зазначити, що згідно статей 1 та 5 Закону України “Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом” від 22.12.2011 № 4212-VI [3] (далі – Закону), боржником у справі про банкрутство може бути фізична чи юридична особа, яка в установленому порядку отримала статус суб'єкта підприємницької діяльності, а також юридична особа, яка діє у формі споживчого товариства, благодійного чи іншого фонду.

В той же час, нормативно-правовими актами України визначено, що фізичні особи вправі здійснювати підприємницьку діяльність як зі створенням, так і без створення юридичної особи. Фізична особа, яка на законних підставах займається підприємництвом без створення юридичної особи, набуває статусу фізичної особи-підприємця. Для позначення її правового статусу вживаються також терміни “підприємець”, “приватний підприємець”, “індивідуальний підприємець”.

Що стосується банкрутства фізичних осіб, які не здійснюють підприємницьку діяльність (громадян), то в Україні поняття “банкрутство фізичної особи” чинним законодавством не передбачено, але активно ведеться робота

з розробки відповідних нормативних актів. Так, Центром комерційного права при підтримці Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) уже запропоновано новий Закон і навіть проведено пілотний аналіз регуляторного впливу Закону України “Про банкрутство фізичної особи” [4]. У той же час, про прийняття і вступ в силу такого Закону говорити поки рано.

В той же час, Законом [3] досить чітко регламентуються процедури банкрутства та санації суб’єктів підприємницької діяльності усіх форм власності та організаційно-правових форм. Так, розділом VII Закону визначено особливості банкрутства окремих категорій суб’єктів підприємницької діяльності. Так, підставою для визнання банкрутом фізичної особи-підприємця (ФОП) визнається нездатність задовольнити вимоги кредиторів за грошовими зобов’язаннями чи виконати обов’язок зі сплати обов’язкових платежів (частина друга статті 90 Закону).

За приписами частини шостої статті 91 Закону ліквідатор банкрута – ФОП призначається господарським судом у порядку, встановленому Законом для призначення розпорядника майна. Тобто кандидатура ліквідатора визначається судом за допомогою автоматизованої системи з відбору кандидатів на призначення арбітражного керуючого у справах про банкрутство [5].

Одночасно з визнанням ФОП банкрутом та відкриттям ліквідаційної процедури:

- настають строки виконання зобов’язань банкрута;
- припиняється нарахування неустойки (штрафу, пені), відсотків та інших фінансових (економічних) санкцій за зобов’язаннями банкрута;
- припиняється стягнення з банкрута за усіма виконавчими документами.

Водночас за зобов’язаннями (вимогами), не пов’язаними із здійсненням такою особою підприємницької діяльності, нарахування фінансових (економічних) санкцій та стягнення за виконавчими документами не припиняється (частина п’ята статті 91 Закону).

До наслідків визнання ФОП банкрутом віднесено також позбавлення такої особи на три роки права на здійснення реєстрації як суб’єкта підприємницької діяльності, на придбання майна або отримання грошових коштів у кредит, укладання договору поруки і передання майна в заставу (частини восьма і дев’ята статті 92 Закону).

Статтею 92 Закону передбачено, що кошти, одержані від продажу майна ФОП, вносяться на спеціальний банківський рахунок. Порядок і розмір задоволення вимог кредиторів зазначаються господарським судом в ухвалі за наслідками розгляду грошових вимог (частина перша статті 92 Закону). Цією ж нормою визначено черговість задоволення вимог кредиторів фізичної особи-підприємця, яка включає три черги. У першу чергу задовольняються:

а) вимоги кредиторів за зобов’язаннями, забезпеченими заставою майна фізичної особи-підприємця;

б) вимоги громадян, перед якими ФОП несе відповідальність за заподіяння шкоди життю та здоров’ю громадян, шляхом капіталізації відповідних періодичних платежів, у тому числі до Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України за громадян, які застраховані у цьому Фонді у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, вимоги щодо стягнення аліментів;

в) розрахунки щодо виплати вихідної допомоги та оплати праці особам, які працюють за трудовим договором (контрактом), і щодо виплати авторської винагороди, а також задовольняються вимоги, що виникли із зобов'язань щодо сплати страхових внесків на загальнообов'язкове державне пенсійне та інше соціальне страхування.

У другу чергу задовольняються вимоги щодо сплати податків і зборів (обов'язкових платежів), у третю – проводяться розрахунки з іншими кредиторами [3].

Вимоги кожної наступної черги задовольняються після задоволення вимог попередньої черги. За недостатності коштів для задоволення у повному обсязі всіх вимог однієї черги кошти розподіляються між кредиторами відповідної черги пропорційно сумах їхніх вимог.

Новелою у регулюванні процедури банкрутства ФОП є те, що звільнення підприємця від зобов'язань у зв'язку з припиненням провадження у справі про банкрутство не допускається, якщо боржник ухилявся від виконання зобов'язань щодо погашення боргів, вчинив дії щодо приховування майна, не надавав необхідну інформацію або надавав недостовірну інформацію господарському суду, який розглядає справу про банкрутство, про що господарський суд виносить відповідну ухвалу (частини п'ята і шоста статті 92 Закону) [5].

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи, зазначимо, що в Україні регулювання банкрутства ФОП є загалом врегульованим у нормативно-правовому полі, проте вимагає більш глибокого і ретельного дослідження з метою виявлення основних напрямів його вдосконалення. Вивчення законодавчих правил є лише незначною частиною комплексного дослідження соціальних, правових, економічних і політичних чинників, які є надзвичайно важливими для розуміння того чи іншого підходу до регулювання банкрутства фізичних осіб-підприємців.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Стислий огляд зарубіжного регулювання банкрутства фізичних осіб. Центр комерційного права.* – Режим доступу: <http://www.commerciallaw.com.ua/uk/lawvys/lawinua/219-styslyj-ogljad-zarubizhnogo-reguljuvannja-bankrutstva-fizychnyh-osib>
2. *Яцюк О. С. Регулирование процесса банкротства физических лиц: анализ зарубежного опыта / О. С. Яцюк // Современные финансовые отношения: проблемы и перспективы развития: Материалы II Международной научно-практической конференции преподавателей и аспирантов. 11 декабря 2014 г. – Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2015. – С. 199-205.*
3. *Закон України “Про внесення змін до Закону України “Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом” від 22.12.2011 р. № 4212-VI // Відомості Верховної Ради. – 2012. – № 32-33. – ст. 413.*
4. *Пілотний аналіз регуляторного впливу прийняття Закону України “Про банкрутство фізичної особи”. Центр комерційного права.* – Режим доступу: <http://www.commerciallaw.com.ua/uk/component/content/article/255-reforma-systemy-bankrutstva-v-ukrajini>
5. *Інформаційний лист Вищого господарського суду України від 28.03.2013 № 01-06/606/2013 “Про Закон України “Про відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом” (у редакції Закону України від 22.12.2011 № 4212-VI) [Електронний ресурс] // Офіційний веб-портал Верховної Ради України. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v_606600-13/page*

ЗМІСТ

Matjačić D. PRODUCTION OF POLYURETHANE MODELS FOR DIE CASTING PROCESS	3
Šakić D., Oračak I. TESTING OF THE PLOUGHSHARES WEAR DURING PLOUGHING	10
Белугіна М.М. МЕТОД ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	16
Виноградов В.С. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ НА МАЛОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРЯТИИ МЕТОДОМ ТЕОРИИ ИГР	18
Гаркуша С.А., Клімченков А.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.....	22
Данилюк М.О., Гринюк І.М. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО МИСЛЕННЯ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	26
Данильченко Е.Ю. КЛАССИФИКАЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ	30
Деміда Н.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ 8D ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	35
Євсюков Є.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ РОЗРЯДІВ	39
Журавлева А.Н. РАЗРАБОТКА МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ВКЛАДЫШИ ПОДШИПНИКОВ	41
Івашин В.О., Михальченко Є.О. АНАЛІЗ ВИТРАТ КЛІМАТИЧНИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВБУДОВАНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO	44
Камєнєва А.С. РОЗВИТОК ВНЗ У СВІТІ ІДЕЙ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ.....	48
Кейлян І.В. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ З АНТИФРИКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ В ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ	52
Киселёва И.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБКАТКИ РОЛИКОМ-РАЗРЯДНИКОМ.....	56

Кравченко А.О. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ВАЖКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.....	62
Миленко А.П. ВЫБОР МЕТОДА ОБРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПОРНОГО ПОДШИПНИКА	65
Неженцев О.Б. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПЕРЕСУВАННІ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ	70
Остапенко В.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ	74
Понікаровська С.В. ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ТА МОЖЛИВІСТЬ ПІДГОТОВКИ ГЛОБАЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ПРОГРАМИ	77
Попов А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА НАКАТКИ РОЛИКОМ	81
Ровінець П.І. ПОБУДОВА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO	85
Руденко Р.О., Наумова М.І. ПІДВИЩЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ШЛІФУВАЛЬНИХ ОПРАВOK ПРИ ОБРОБЛЕННІ ТРУБ ЗСЕРЕДИНИ	89
Соболев М.М. РАЗРАБОТКА БЫСТРОСМЕННОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	93
Таривердиев Д.Р. АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ СТАЛИ 110Г13Л	97
Хайдуров В.В. ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗКУ НЕЛІНІЙНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ. ВІДНОВЛЕННЯ КОЕФІЦІЕНТУ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ	101
Цимбалюк Л.Я. КРИТЕРІЇ ПРОГРЕСИВНОСТІ РОБОЧИХ МАШИН ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА	106
Швец А.В. РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ	109
Шпит А.М. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРОБКИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....	112
Яцюк О.С. ОСОБЛИВОСТІ БАНКРУТСТВА ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПІДПРИЄМЦЯ В УКРАЇНІ.....	115

Наукове видання

**МОЛОДА НАУКА. ПРОГРЕСИВНІ
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ,
ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ**
Збірник наукових праць

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 7,63.
Обл.-вид. арк. 10,45. Тираж 100 пр. Зам. № 6.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №1633 від 24.12.2003