

INSTRUMENT SOFTWARE DE PROIECTARE A FABRICAȚIEI ALEZAJELOR

SOFTWARE TOOL USED FOR HOLES MANUFACTURING PROCESSES

Julian BĂDAN, Gheorghe OANCEA, Mircea DRĂGOI

Transilvania University of Braşov, Romania

Rezumat. Lucrarea prezintă un instrument software de proiectare a tehnologiilor de fabricație a alezajelor, plasate pe piese de diferite configurații, în mediul AutoCAD.

Instrumentul software este parte componentă a unui sistem CAD/CAM, interconectat cu un modul de proiectare constructivă a alezajelor, pentru care acesta generează informația tehnologică necesară fabricației.

Rezultatul final, obținut în urma utilizării instrumentului software prin gestionarea informațiilor legate de: MUCN-uri, scule, regimuri de aşchiere, este fişierul de conducere numerică.

Sistemul CAD/CAM acoperă cea mai mare parte din ciclul de obținere al produselor industriale cu alezaje, de la concepție la fabricație, utilizând conceptul de obiect tehnologic inteligent.

Cuvinte cheie: CAD/CAM, obiect inteligent, fabricația alezajelor, AutoCAD

1. Introducere

Preocupări pentru obținerea produselor au existat din cele mai vechi timpuri. În decursul evoluției, metodele și etapele necesare pentru trecerea de la idee la produs finit, au suferit modificări majore [1]. În zilele noastre aceste schimbări au o frecvență din ce în ce mai ridicată datorită evoluției infrastructurii care se utilizează în desfășurarea acestor tipuri de activități.

Din considerente de productivitate, cost, eficiență sau calitate, au rezultat preocupări pentru dezvoltarea de noi metode de abordare a activităților și proceselor ce implică obținerea produselor industriale [2-5]. În timp, au fost dezvoltate metode ce abordau etapele de obținere al produselor sistematic și serial, ajungând astăzi ca toate etapele să fie abordate în același timp – în mod integrat – cu ajutorul sistemelor flexibile de proiectare și fabricație [2, 4].

Deoarece alezajul este o entitate prezentă pe majoritatea produselor industriale, a fost simțită nevoia de a dezvolta un sistem software integrat de proiectare și fabricație a produselor industriale cu alezaje, care să fie ieftin și eficient în același timp. Lucrarea de față prezintă modulul software de proiectare a fabricației, dedicat produselor industriale cu alezaje, ce se pretează sistemelor flexibile de fabricație și nu numai.

Abstract. The paper presents a software tool, developed in AutoCAD environment, used for manufacturing processes of holes. The holes are placed on solids with different configurations.

The software tool is part of CAD/CAM system software, which is connected with a software module dedicated to holes modelling. The first one generates the technological information necessary for the holes fabrication process.

The output of the software tool, after managing information about CNC machines, tools, cutting data, is the NC file.

The CAD/CAM system covers most of the production cycle of industrial products with holes, from concept to manufacture, using the technological intelligent object concept.

Key words: CAD/CAM, intelligent object, holes manufacturing, AutoCAD

1. Introduction

There were interests for manufacturing products from the ancient times. During evolution, methods and steps required to go from an idea to a final product have undergone major changes [1]. In our days, these changes have an increasing frequency, because of the higher development infrastructure that is used in those activities.

Thus, have resulted new approaches for developing methods of manufacturing industrial products, approaches based on productivity, costs, efficiency or quality [2-5]. Over the time, there were developed serial methods to obtain the production cycle. In present, the trend aims to approach all the stages of the production cycle simultaneously – in an integrated way – through the flexible design and manufacturing systems [2, 4].

The hole is the most present entity on industrial products. Because of this, has been required the development of an integrated software system to design and manufacture industrial products with holes, which could be both cheap and efficient. The present paper presents the software module used for holes manufacturing processes, dedicated to industrial product with holes. The software module is appropriate to flexible manufacturing systems and more but not only.

2. Prezentarea instrumentului software HOLE_MAN

Instrumentul prezentat în lucrarea de față, denumit HOLE_MAN (HOLE_MANufacturing), are o structură modulară. Organizarea modulară permite atașarea de noi instrumente software subordonate, precum și atașarea acestuia sub formă de modul software subordonat altui modul / instrument. Instrumentul software HOLE_MAN, ca parte integrantă a unui sistem CAD/CAM, preia informația geometrică și tehnologică primară, de la un instrument de proiectare constructivă a alezajelor (HOLE_MOD – HOLE_MODALling) [6]. Întregul sistem este dezvoltat în mediile de programare Visual LISP/ AutoLISP și OpenDCL [7]. În primul mediu au fost scris codul sursă al întregului sistem și programele care controlează interfața utilizator-computer realizată în al doilea mediu de programare.

2.1. Schema bloc și fluxul informațional al instrumentului HOLE_MAN

Relația de legătură dintre cele două instrumente este ilustrată în figura 1, unde este prezentată schema bloc a acestora. Informația pornește de la instrumentul HOLE_MOD și este utilizată de către instrumentul HOLE_MAN. Datele necesare obținerii fișierului CN sunt rezultate în urma prelucrării datelor provenite de la primul instrument și a celor introduse de către utilizator în caseta de dialog a instrumentului HOLE_MAN (figura 2).

2. Description of HOLE_MAN software tool

The software tool presented in this paper, named HOLE_MAN (HOLE_MANufacturing) has a modular structure. Modular structure allows to attach new subordinate software tools to the software or even to connect it to other module. The HOLE_MAN software tool, as part of an CAD/CAM system software, retrieves the geometrical and technological primary information from a software tool dedicated to holes modelling (HOLE_MOD – HOLE_MODALling) [6]. All the software system is developed in Visual LISP/ AutoLISP and OpenDCL programming languages [7]. First language was used to write the source code of the entire system and the programs for the user interface developed with the second one.

2.1. HOLE_MAN informational flow and block diagram

The link between the two software tools is presented in figure 1, where is shown the block diagram of those tools. The information starts from the HOLE_MOD software tool and is used by the HOLE_MAN software tool. In order to obtain the NC file, data from the HOLE_MOD and HOLE_MAN software are managed. The data from the HOLE_MAN software are introduced by the user in the software interface (figure 2).

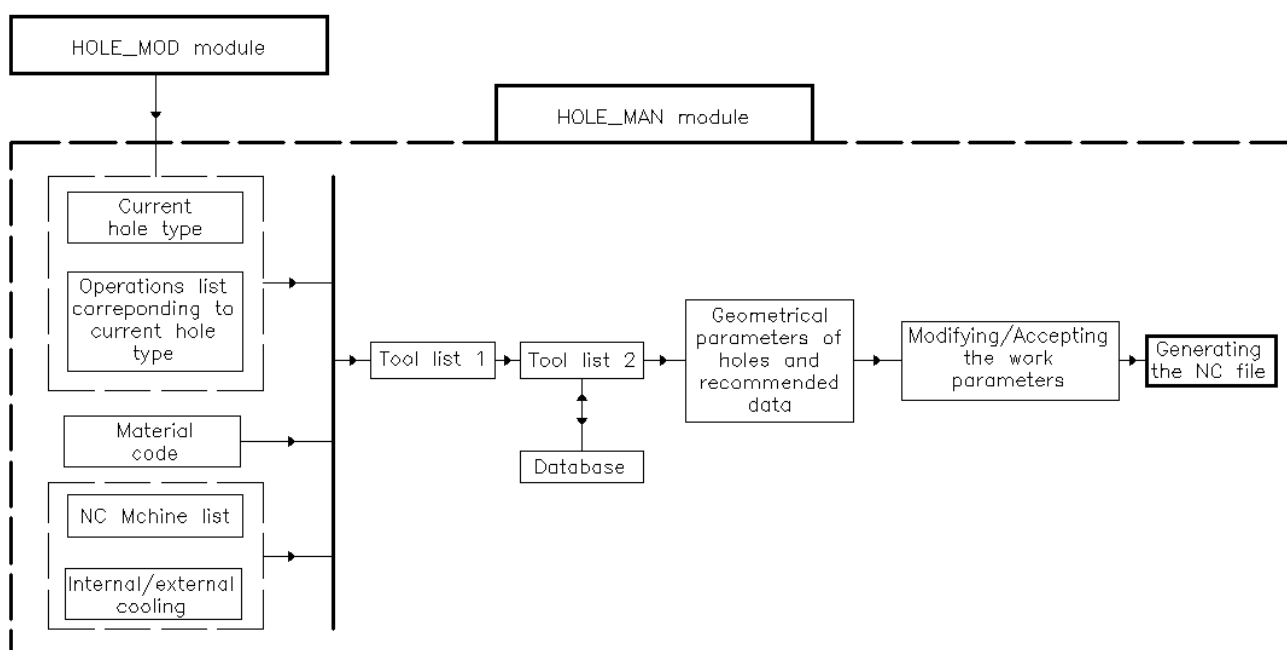


Figura 1. Schema bloc și fluxul informațional a celor două module software
 Figure 1. The block diagram and informational flow of the two software modules

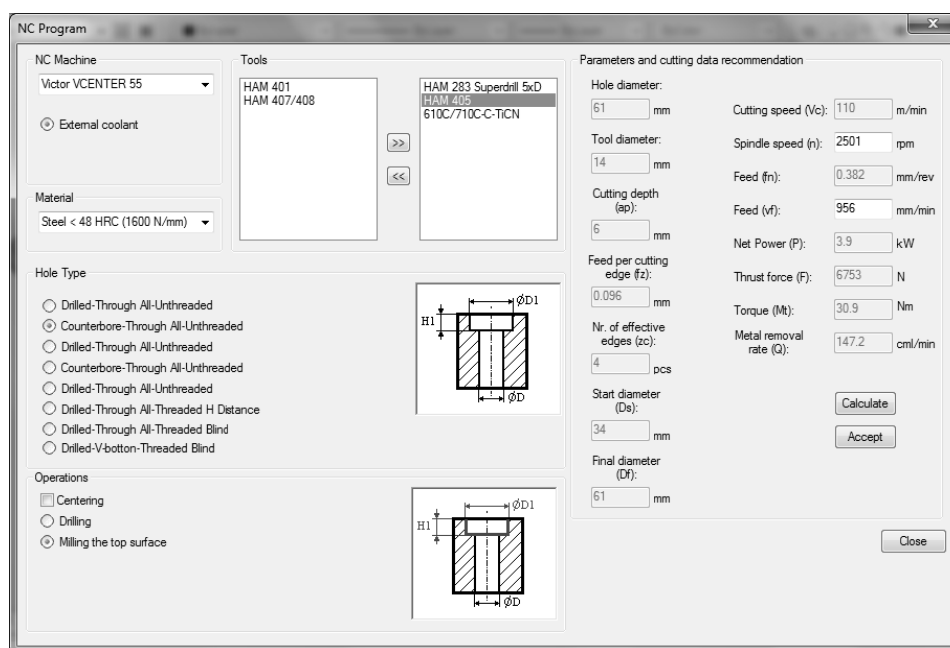


Figura 2. Fereastra de dialog a instrumentului HOLE_MAN
Figure 2. The dialog box of HOLE_MAN tool

2.2. Descrierea instrumentului HOLE_MAN

După proiectarea constructivă a alezajelor cu instrumentul software (HOLE_MOD), este activată fereastra de dialog numită *NC Program*, corespunzătoare instrumentului HOLE_MAN, dedicat fabricației alezajelor (figura 2). Prin activarea acesteia sunt transferate instrumentului dedicat proiectării fabricației datele despre alezajele construite: tipurile de găuri, parametrii geometrici ai acestora și poziția găurilor pe solidul pe care sunt construite alezajele.

În funcție de gaura curent selectată este actualizată lista cu operațiile necesare prelucrării acesteia. În acest stadiu trebuie stabilit materialul semifabricatului, precum și MUCN-ul pe care se realizează prelucrarea, împreună cu tipul de răcire (când MUCN-ul permite alegerea tipului de răcire).

După stabilirea acestor caracteristici, în *Lista de scule 1* (fereastra de încadrare *Tools* – stânga) sunt încărcate sculele ce îndeplinesc cerințele de prelucrare legate de: material, modul de răcire, operația curentă și parametri geometrici ai alezajului curent selectat. În acest punct utilizatorul selectează scula dorită din *Lista de scule 1* și o transferă în *Lista de scule 2* (fereastra *Tools* – dreapta) prin intermediul primului buton aflat între cele două liste cu scule. Butonul al doilea permite mutarea sculelor din *Lista de scule 2* în *Lista de scule 1* în cazul în care este necesar acest lucru.

Prin selectarea sculei aflate în *Lista de scule 2* sunt apelați algoritmi de calcul al regimului de prelucrare. Aceștia calculează regimul pentru

2.2. Description of HOLE_MAN tool

After modelling the holes with HOLE_MOD software tool, the dialog box named *NC Program*, which corresponds to HOLE_MAN software tool, is activated (figure 2). Once the *NC Program* dialog box is activated, data from the HOLE_MOD tool are transferred into HOLE_MAN tool. The transferred data contains information about: holes type, geometrical parameters of those and the position of the holes onto the solid on which the holes are designed.

According to the current selection in the *Hole Type* list (figure 2), the *Operations* list, which contains the corresponding operations, is updated. At this point must be chosen the material for the solid and the type of CNC machine with the cooling method (if the CNC machine allows this).

After these characteristics were set up, in *Tool list 1* (*Tool* frame – left side) are loaded the tools that satisfy the manufacturing requirements regarding: material, cooling method, current operation and the geometrical parameters of current hole. At this point the user should select the desired tool from *Tool list 1* and move it into the *Tool list 2* (*Tool* frame – right side) by pressing the first button located between the two tool lists. The second button allows moving the tools from *Tool list 2* to *Tool list 1*, if necessary.

By choosing a tool in *Tool list 2*, are called algorithms that generate the cutting parameters. Those calculate the cutting parameters for the

operația curent selectată în lista operațiilor necesare prelucrării alezajului curent. Astfel, sunt preluate și afișate în fereastra de încadrare *Parameters and cutting data recommendation* în partea stângă, datele aferente operației curente, prin intermediul entităților constructiv tehnologice, elemente de bază ale obiectelor tehnologice inteligente.

În partea dreaptă a aceleiași ferestre de încadrare sunt afișați parametri regimului de prelucrare pentru operația curentă. Asupra acestora utilizatorul poate opera modificări, fiind necesară apăsarea butonului *Calculate* pentru recalcularea parametrilor modifi cați. În cazul în care proiectantul dorește utilizarea valorilor recomandate de instrumentul software, nu trebuie decât să apese butonul *Accept*, prin care informația va fi scrisă în fișierul CN, în cod G.

După realizarea acestei etape se trece la următoarea operație a alezajului curent selectat procedându-se la fel, până la finalizarea listei de alezaje și operații. Când au fost parcurse toate operațiile aferente fiecărei găuri, este apăsat butonul *Close* ce închide fișierul CN și fereastra de dialog.

3. Studiu de caz

Pentru a ilustra modul de lucru al instrumentului HOLE_MAN, a fost considerată o placă de asamblare utilizată în industria de injecție a maselor plastice, prezentată în figura 3. Alezajele au fost proiectate din punct de vedere constructiv cu instrumentul HOLE_MOD, iar tehnologia de fabricație a acestora a fost obținută cu instrumentul HOLE_MAN.

Alezajele au fost proiectate în funcție de tip și parametri geometrici. Astfel, au rezultat opt serii de găuri, grupate în cinci tipuri de alezaje (figura 2). Acest lucru este explicat de faptul că au fost proiectate alezaje cu parametri geometrici diferiți, pentru același tip de gaură (ex: în fereastra de încadrare *Hole Type* din figura 2 tipul de alezaj *Drilled – Through All – Unthreaded* apare de trei ori).

După parcurgerea etapelor descrise anterior, a rezultat programul de conducere numerică. Acesta a fost scris în timp real, odată cu apăsarea butonului *Accept* aflat pe caseta de dialog *NC Program*.

În tabelul 1 sunt prezentate secvențe din programul CN rezultat. Prima secvență corespunde începutului de program. Aici este definit numele fișierului, sunt realizate setările privind sistemul de referință utilizat și este încărcată prima sculă, pentru care se face și corecția lungimii acesteia. Tot în această secvență scula este poziționată deasupra primei găuri.

current operation, which is selected in *Operations* list. In this way are transferred and displayed in *Parameters and cutting data recommendation* the frame – left side – the data that correspond to the current operation. Data are transferred by the constructive – technological entities, which are the basic elements of the technological intelligent objects.

On the right side of the same frame is shown the cutting parameters for current operation. These parameters may be changed by the user, after that being necessary to press the *Calculate* button. This button will recalculate the modified parameters. If the user want to use the cutting parameters recommended by the software tool, should simply press the *Accept* button. Thus, the information will be written in the NC file, in G code.

After this stage is finished, the user goes to the next operation by following the same steps, until the whole list of operations and holes is went through. When all the operations for each hole are completed, the *Close* button must be pressed, in order to close the NC file and the *NC Program* dialog box.

3. Case study

To illustrate the working manner of HOLE_MAN tool, an assembly plate, used in injection of plastics industry, was considered. The plate is presented in figure 3. The holes were been constructively designed with HOLE_MOD tool, and the manufacturing processes were obtained with HOLE_MAN tool.

The holes have been designed according to the hole type and the geometrical parameters. Thus, were resulted eight series of holes, grouped in five hole types (figure 2). This is explained by the fact that were designed, for the same hole type, holes with different geometrical parameters (ex: in the frame *Hole Type* from figure 2 the hole type *Drilled – Through All – Unthreaded* appears three times).

After all the described stages were covered, the NC program was resulted. This was instantaneously written when the *Accept* button from the *NC Program* dialog box was pressed.

In table 1 are presented sequences from the resulted NC file. The first sequence corresponds to the beginning of the NC program. There was defined the file name, was set up the used coordinate system, was loaded the first tool and set up compensation and length offset of the corresponding tool. Also, in this sequence the tool was positioned above the first hole.

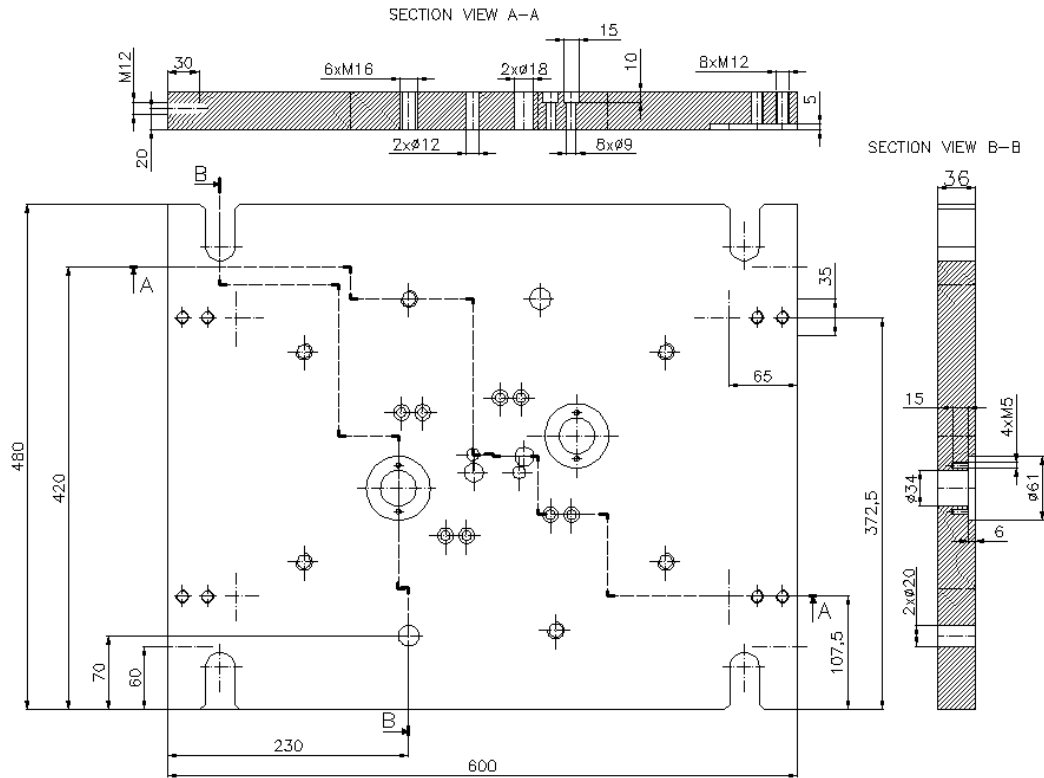


Figura 3. Placa de asamblare pe care au fost proiectate alezajele în studiul de caz
 Figure 3. The assembly plate on which the holes were designed for the case study

Tabelul 1. Secvențe din programul CN
 Table 1. Sequences from the NC program

No	G code	Code description
1	O001	The name of NC Program
	G91 G28 Z0	Setting up the relative coordinate system and the reference point of CNC machine
	M6 T1	Loading the tool nr.1
	G90 G54	Setting up the absolute coordinate system and the machine in the home position
	G0 X130 Y125	Moving the tool in the point mentioned by X and Y coordinates, in rapid move
	G43 H1 Z30	Setting up the tool compensation and length offset on the Z axis
2	M8	Setting up cooling on
	M3 S1592	Setting up spindle on – CW and the spindle speed
	G81 Z-20 F408	Starting a drill cycle, setting up the holes depth and the feed rate
	X187 Y117	The X and Y coordinates of a hole from the drill cycle
	G0 Z100	Rapid move in the specified Z
	G80	Finishing the drill cycle
	M9	Setting up cooling off
	M5	Setting up spindle off
3	G170 R0 P1 Q3 X132	Circular pocketing
	Y82 Z-10 I0 J0 K5.25	
	G171 P50 S300 R75 F25	
	B5836 J966	
4	G98 G84 X120 Y125 Z-15 R30 P1 F371	Returning on the initial plane and starting a tapping cycle with right hand thread
	M30	Ending the program

Secvența a doua corespunde unui ciclu de găurire pentru două alezaje. Ciclul cuprinde: pornirea lichidului de răcire, pornirea axului principal de rotație, începutul ciclului, revenirea

The second sequence corresponds to a drill cycle for two holes. The drill cycle contains the operations: start of cooling, start of spindle, start of the cycle, rapid move to the reference high, finish of

rapidă la înălțimea de referință, finalizarea ciclului, oprirea lichidului de răcire și oprirea. Cea de-a treia secvență conține liniile de program corespunzătoare prelucrării unui buzunar circular. Secvența a patra cuprinde linia de program corespunzătoare operației de filetare cu tarodul, pentru filete metrice normale pe partea dreaptă. Ultima secvență cuprinde linia de program ce închide fișierul CN după ce au fost construite liniile necesare prelucrării tuturor alezajelor.

4. Concluzii și dezvoltări viitoare

Se poate afirma faptul că instrumentul software HOLE_MAN este ușor de utilizat, are o interfață utilizator-computer modernă și acoperă toate elementele necesare proiectării tehnologiilor de fabricație a alezajelor.

Împreună cu instrumentul software HOLE_MOD, acesta formează un sistem integrat de proiectare constructivă și tehnologică a produselor industriale cu alezaje.

Cercetările viitoare vor fi focalizate pe dezvoltarea unui nou instrument software dedicat produselor industriale obținute prin frezare. Acesta va fi format din două componente software: una dedicată proiectării constructive a entităților de frezat, a doua fiind dedicată proiectării tehnologiilor de fabricație a operațiilor de frezare. Se va forma astfel, prin asociere, un sistem software integrat de proiectare a produselor industriale ce va acoperi cea mai mare parte a operațiilor utilizate în proiectarea și fabricarea produselor industriale.

Acknowledgements

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), ID59321 financed from the European Social Fund and by the Romanian Government.

References

1. Leondes, C. (2001) *Computer-Aided Design, engineering, and manufacturing: Systems techniques and applications*. Vol. 1, CRC Press, ISBN 978-0-8493-0993-9, Boca Raton, USA
2. Belen, C.D., Rodilla, V.D., Carames, C.F., Moran, A.C., Santos, R.A. (2010) *Applying a software framework for supervisory control of a PLC-based flexible manufacturing systems*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 48, No. 5-8, (May 2010), p. 663-669, DOI: 10.1007/s00170-009-2317-z
3. Kulon, J., Broomhead, P., Mynors, D.J. (2006) *Applying knowledge-based engineering to traditional manufacturing design*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 30, No. 9-10 (October 2006), p. 945-951, DOI: 10.1007/s00170-005-0067-0
4. Ding, L., Matthews, J. (2009) *A contemporary study into the application of neural network techniques employed to automate CAD-CAM integration for die manufacture*. Computers & Industrial Engineering, Vol. 57, No. 4 (November 2009), p. 1457-1471, ISSN: 0360-8352
5. Zhang, Y., Ge, L. (2008) *Selecting optimal set of tool sequences for machining of multiple pockets*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 42, No. 3-4 (May 2009), p. 233-241, DOI: 10.1007/s00170-008-1609-z
6. Badan, I., Oancea, G. (2010) *Software tool used for hole modelling in AutoCAD environment*. Proceedings of The 3rd WSEAS International Conference on Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology, Martin, O., Zheng, X. (Ed.), p.152-156, ISBN: 978-960-474-203-5, Corfu Island, July 22-24 2010, WSEAS Press, Greece
7. *** *OpenDCL*. Available from: <http://www.opendcl.com/wordpress>. Accessed: 04.06.2012