

UDK 621.914

Stružilno frezanje, manj znan postopek obdelave z odrezovanjem

Turn Milling as Less Familiar Cutting Process

MARJAN POGAČNIK – JANEZ KOPAČ

V prispevku so na kratko podane glavne značilnosti stružilnega frezanja ter način preureditev sedanega frezalnega stroja v stroj, ki tak postopek omogoča. Pri tem lahko, zaradi pocenitve in poenostavitev, uporabimo modulno gradnjo.

This paper presents in a few words the main characteristics of turn milling and the way of remodelling of the existing milling machine, which enables this process. In this case we can use the module units because of price reduction and simplification of construction.

V razvoju postopkov obdelave so se, pretežno zaradi večje produktivnosti, vedno bolj uveljavljala večrezilna orodja. Ta razvoj je opazen predvsem pri ploskih obdelovancih, medtem ko se pri rotacijskih razvija postopek stružilnega frezanja.

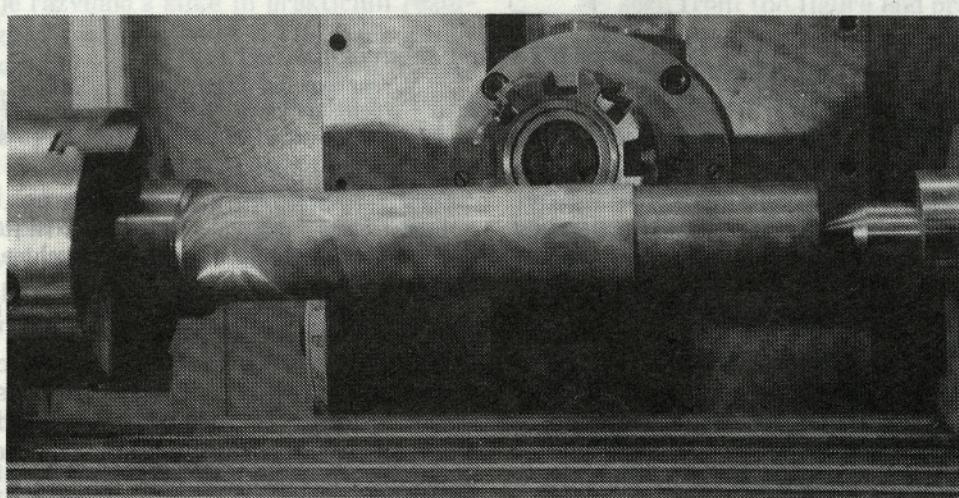
V primerjavi s struženjem se namesto stružilnega noža pri tem postopku pojavlja frezalna enota. Na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani smo preuredili sedanji frezalni stroj v stroj za stružilno frezanje tako, da smo na mizo frezalnega stroja dodali enoto CNC, ki poganja rotacijski obdelovalec z izbrano hitrostjo.

Slike 1 je razvidno, da je podajanje na vrtljaj obdelovanca zelo veliko (red velikosti 60 mm), zato je logično da so vrtljaji obdelovanca (N) sorazmerno majhni, medtem ko so vrtljaji orodja – frezalne glave (n) veliki.

Developments in machining processes, in the search for greater productivity, have brought about multiteeth tools. This development is especially noted with flat workpieces; cylindrical workpieces on the other hand, have developed turn milling.

The main difference is that a milling unit is used in this process instead of a turning tool. At the Faculty of Mechanical Engineering in Ljubljana, an existing milling machine was remodelled for turn milling. On the table of the milling machine a CNC unit was installed which runs a cylindrical workpiece at a selected speed.

Figure 1 shows that the straight feed rate of the workpiece is very high (about 60 mm of size), so it is logical that the rotational speed of the workpiece (N) is relatively small while the rotational speed of the tool (n) is very high.

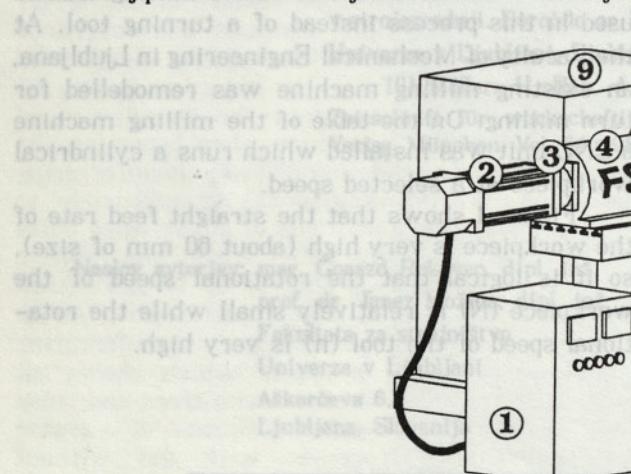


Sl. 1. Stroj za stružilno frezanje (detajl).
(optični valovi na površini obdelovanca)

Fig. 1. Turn milling machine (detail).
(optical waves on the workpiece surface)

Postopek ponuja poleg večje produktivnosti [1], [2] še celo vrsto drugih prednosti pred običajnimi postopki (struženje). Iz dosedanjih raziskav je razvidno, da je obraba orodja pri stružilnem frezanju precej manjša in se le počasi povečuje, tako da je obstojnost rezalnih orodij na frezalu 2 do 3-krat večja kakor pri struženju [3]. Zaradi prekinjanega reza nikoli ne dobimo dolgih odrezkov, kar je še posebej pomembno pri obdelovalnih centrih NC in CNC. Kakovost površine, ki jo dobimo pri postopku stružilnega frezanja, sega v razred brušenja ob hkrati veliki produktivnosti. Poleg tega omogoča postopek popolno celotno obdelavo v enem vpetju in s tem veliko natančnost obdelave. Vse prednosti pa pridejo še posebej do izraza pri velikih in težkih obdelovancih, ki so pogosto še neuravnovezeni, saj v takem primeru s struženjem ne moremo doseči optimalne rezalne hitrosti, medtem ko stružilno frezanje to omogoča brez težav prav zaradi velikega razmerja n/N .

Na sliki 2 je prikazano, kako smo običajni frezalni stroj preuredili v stroj za stružilno frezanje.



Sl. 2. Glavni elementi stroja za stružilno frezanje

1 - krmilna omarica CNC/INDRAMAT - DOMEL, 2 - AC-servomotor/INDRAMAT - DOMEL.

3 - reduktor SP 140/ALPHA - LITOSTROJ. 4 - vretenjak. 5 - vpenjalna glava. 6 - frezalna glava/HERTEL ali SECO TOOLS - MBA. 7 - obdelovanec. 8 - konjiček. 9 - frezalni stroj. 10 - miza frezalnega stroja.

Fig. 2. Main components of the turn milling machine

1 - control box CNC/INDRAMAT - DOMEL, 2 - AC-servo drive/INDRAMAT - DOMEL.

3 - reduction gear SP 140/ALPHA - LITOSTROJ. 4 - headstock. 5 - jig. 6 - milling tool/HERTEL or SECO TOOLS - MBA. 7 - workpiece. 8 - tailstock. 9 - milling machine. 10 - milling machine table.

Na mizo frezalnega stroja smo pritrdili enoto CNC za pogon obdelovanca. Izbrali smo servomotor AC INDRAMAT z regulacijo, kar izdeluje podjetje DOMEL Železniki. Iz preglednice 1 je razvidno nekaj značilnosti nekaterih njihovih servomotorjev iz sicer obsežnega prodajnega programa. Izbrani moduli so v preglednicah označeni z zvezdico.

Drugi sestavni modul enote je reduktor, ki je soosno vgrajen med servomotor in vretenjak. DOMEL (Železniki) in Litostroj (Ljubljana) v veliki izbiri ponujata tudi reduktore podjetja ALPHA z različnimi značilnostmi. Preglednica 2 podaja nekaj primerov iz prodajnega programa.

In addition to greater productivity [1], [2] the process has shown a number of advantages over conventional processes (turning). Research has shown that tool wear in turn milling is considerably smaller and increases slowly, which means that milling tool life is 2 to 3 times longer than that of turning tools [3]. The interrupted cut prevents the formation of long chips, which is especially important for NC and CNC machining centres. The surface quality obtained through a turn milling process is almost that of grinding, but with greater productivity. In addition, the process enables complete machining during only one chuck jaw -fixture, which provides high machining quality. All these advantages are especially helpful with big and heavy workpieces, which are also often unbalanced. In such cases, turning processes cannot provide the optimum cutting speed, while turn milling provides it without any problems, simply taking advantage of a big n/N relationship.

Fig. 2 shows how an existing milling machine has been remodelled into a turn milling machine.

A CNC unit was built into a milling machine table to drive the workpiece. An AC servo drive INDRAMAT with a control unit was chosen, produced by DOMEL, Železniki. Table 1 shows some characteristics of individual servo drives from their extensive sales program. The selected modules are marked by an asterisk.

The second component unit module is a reduction gear, built coaxially between the servo drive and the headstock. DOMEL (Železniki) and Litostroj (Ljubljana) offer a variety of reduction gears with various characteristics produced by Alpha. Table 2 shows some examples of their sales program.

Preglednica 1: Značilnosti sevomotorjev INDRAMAT – DOMEL

Table 1: The characteristics of INDRAMAT – DOMEL servo drives

AC servomotor MAC	največje št. vrtljajev [min ⁻¹]	stalni vrtljni navor [Nm]	največji vrtljni navor [Nm]	največji pospešek [rad/s ²]	pospeševalni/ zavorni čas [ms]
AC servo drive MAC	max. rotation speed [r.p.m.]	constant torque [Nm]	max. torque [Nm]	max. acceleration [rad/s ²]	acceleration/ breaking time [ms]
21 A-O-YS	10 000	0.15	0.54		
63 B-O-JS	6 000	1.5	5.2	16 250	39/39
90 C-1-KD*	2 000	16	25	6 420	33/33
112 D-O-ED	3 000	35	40.3	3 370	98/93
115 B-2-GS	2 000	61	77.4		

Preglednica 2: Značilnosti reduktorjev ALPHA (DOMEL – Litostroj)

Table 2: Reduction gears characteristics by ALPHA (DOMEL – Litostroj)

reduktor SP – M1	navor [Nm]	obremenitev gredi / št. vrt. radialno aksialno	vhodno št. vrt. [min ⁻¹]
reduction gear SP – M1	torque [Nm]	shaft loading / rotation speed radially axially	input rotation speed [r.p.m.]
60	30	2000/300	2000/300
100	200	4500/300	4500/300
140*	400	7500/300	7500/300
180	800	11000/300	11000/300
240	3000	22000/300	22 000/300

Tretji pomemben del je orodje. Izbrano je bilo orodje s posebno geometrijsko obliko, ki je primerna za ta postopek. Zahtevane pogoje sta izpolnjevali frezalni glavi podjetja HERTEL iz Avstrije (označba 4.01008R151) ter SECO (označba R220.60-0100-19C).

Kakor je razvidno s slike in praktičnih rezultatov, omogoča modulna kombinacija enot prilaganje sedanjih strojev ali izgradnjo novih. Ker so naše delavnice polne različnih obdelovalnih strojev, je tržišče, ki ponuja module, pravi izziv za konstrukterje, ki lahko z domačo pametjo in opremo znatno izboljšajo zmogljivosti in kakovost sedanega strojnega parka in s tem pripomorejo h konkurrenčnemu vključevanju v evropski trg. Trenutno tečejo raziskave vpliva vibracij na kakovost obdelovalne površine, o čemer pa bomo še poročali.

LITERATURA REFERENCES

[1] König, W.-Wand, T.: Zur Technologie des exzentrischen DrehfräSENS. VDI-Z Bd (126) 1984/15-16. 557-561.

[2] Holm, C.: Aus lang mach kurz. NC-Fertigung 1983/2, 122-126.

[3] Sorge K.P.: Komplettbearbeiten durch Drehfräsen. Werkstatt und Betrieb (117) 1984/1, 37-39.

The third important part is the tool. The selected tool had a specific geometrical form suitable for the process. The milling tools of HERTEL Austria (code 4.01008R151) and SECO (code R220.60-0100-19C) fitted the required conditions.

As seen from the figure and practical results, the module unit combination enables remodelling of existing machines or building new ones. A wide variety of machine tools can be improved by using our know-how and equipment. In such a way, the capacity and quality of existing machine tools will rise significantly, which will make us more competitive in a common European market. At present, research is being carried out on the influence of vibrations on the machining surface quality. The results will be published soon.

Naslov avtorjev: Marjan Pogačnik, dipl. inž.
Authors' Address: doc. dr. Janez Kopač, dipl. inž.
Fakulteta za strojništvo
Faculty of Mechanical Engineering
Univerze v Ljubljani
University of Ljubljana
Ljubljana, Aškerčeva 6
Slovenia

Prejeto: 23.3.1993
Received: 23.3.1993

Sprejeto: 9.9.1993
Accepted: 9.9.1993