FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2002. március 22-23.

TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK OPTIMÁLÁSA PC-VEL

Dr. Szabó Ottó*

Pap Balázs**

I have defined in my work optimal technological parametere of rough turning with data processing. The optimalize has made firstly in the light of efficiency and product coast. I have begun quest of result with configure of measuring. I have derivable from data the value of the product efficiencys and product coasts. These of data have caught I a maximai and minimai value. The result has included the optimal efficiency, product coast and that takes absolutely necessary feed motion, cutting speed value.

1. Feladatoptimálás és célfüggvények

A különböző anyagok eltérő intenzitású alakítást - forgácsolást - kívánnak, és igen eltérőek a forgácsolás költségei is. A forgácsolási folyamatot akkor tekintjük optimálisnak, ha az alkatrészrajz szerinti minőségben (alak, méretek és felületminőség, stb.) történik a gyártás és olyan technológiai adatokkal megy végbe, melyek mellett a kitűzött gazdasági cél a legjobban teljesül. Ilyen gazdasági cél lehet pl. a legkisebb forgácsolási költség, a legkisebb forgácsolási idő, vagy az idővel reciprok legnagyobb termelékenység.

A technológus mérnök adott feladat megoldása során szerszámgép, gyártóeszközök (köztük szerszám) választása után technológiai adatok (forgácsolósebesség: $v_c=v$; előtolás: f ; fogásmélység: $a_p \sim a$ és fogásszám: i) meghatározását végzi. A számítógépi optimalást valamennyi független változóra (v, f, a és i) el tudjuk végezni, most csak két független változóra (v és f) - esztergálás - esetén mutatjuk be. Általánosan fogalmazva a forgácsolási költség célfüggvénye [1,2]:

$$K=K(v,f) \rightarrow \min, \quad (1)$$

és a termelékenység célfüggvénye:

$$Q=Q(v,f) \rightarrow \max. \quad (2)$$

2. A korlátfüggvények

Ezeket csak röviden felsoroljuk, illetve megadjuk [1,2].

2.1. Előtolás korlátok:

- A gépen beállítható minimális és maximális előtolás értékek:

$$f_{g \min} \leq f \leq f_{g \max} \quad (3)$$

- A késszár keresztmetszete által behatárolt szilárdsági korlátok

- a szerszámot M_h terhelő hajlítónyomaték alapján (K_h - a késszár keresztmetszeti tényezője):

$$\sigma = \frac{M_h}{K_h} \rightarrow F_{meg} \leq \frac{\sigma_{meg} \cdot K_h}{l}, \quad (4)$$

- a Δ_{meg} lehajlás alapján (l - terhelés karja, I - a keresztmetszet másodrendű nyomatéka, E - a rugalmassági modulus).

$$\Delta = \frac{M \cdot l^2}{3 \cdot I \cdot E} \rightarrow F_{meg} \leq \frac{\Delta_{meg} \cdot 3 \cdot I \cdot E}{l^3}, \quad (5)$$

- A munkadarab F_{meg} terhelhetőségéből származó korlátok (k_c - fajlagos forgácsolóerő):

$$f_{max} \leq \frac{F_{meg}}{k_c \cdot a}; \quad (6)$$

- A p_{meg} megengedhető maximális élterhelés korlátja (K - szerszám elhelyezési szög, C_F és x_F erőállandó és kitevő):

$$f_{max} = \frac{1}{x_F} \sqrt{\frac{p_{meg}}{(C_F \cdot \sin \kappa)^{x_F}}}; \quad (7)$$

- Az R_{max} legnagyobb felületi egyenetlenségből adódó korlát (r - szerszám csúcscsugara):

$$f_{max} \leq \sqrt{8 \cdot r \cdot R_{max} - R_{max}^2}; \quad (8)$$

2.2. Forgácsolósebesség korlátok:

- A gépen beállítható minimális és maximális fordulatszám bekéréséből származtatható a maximális és a minimális forgácsolósebesség értéke:

$$v_{g \min} \leq v \leq v_{g \max} \quad (9)$$

- A szerszám által elviselhető forgácsolási sebesség intervallum határai is korlátként szolgálnak:

$$v_{s \min} \leq v \leq v_{s \max} \quad (10)$$

2.3. Teljesítménykorlát

- A megmunkálógép teljesítménykorlátja:

$$f \cdot v_c \leq \frac{P \cdot \eta_\theta}{k_c \cdot a}, \quad (11)$$

ahol η_0 - a hajtás összhatásfoka, P - a főhajtás teljesítménye.

3. A célfüggvények és a megoldást nyújtó program futási eredményei

Célszerű az egységnyi térfogatú anyag (forgács) leválasztásának költségeit kifejezni. Így a forgácsolási költség célfüggvénye (1. ábra):

$$K = \frac{1}{a \cdot f \cdot v} \left(k_g + \frac{t_{cs} k_g + K_{el}}{T} \right) \Rightarrow \min , \tag{12}$$

ahol: $a = \text{const}$; k_g - gép percköltsége (Ft/min); K_{el} - szerszámméi költsége (Ft/él); t_{cs} - szerszámcseré ideje (min); T - szerszáméltartam (min).

A számításból adódik a legkisebb költséghez tartozó előtolás: J/K_{min} és a legkisebb költséghez tartozó forgácsoló sebesség: $v(K_{min})$.

1. ábra. A forgácsolási költségfüggvény

Hasonlóan kapjuk a termelékenységet is (2. ábra):

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{t_f \cdot v \cdot a \cdot f}{t_f \cdot \left(1 + \frac{t_{cs}}{T}\right)} = \frac{v \cdot a \cdot f}{1 + \frac{t_{cs}}{T}} \Rightarrow \max \tag{13}$$

ahol: V — a t idő alatt leválasztott anyagmennyiség, t_f — a gépi főidő.

A legnagyobb termelékenységhhez tartozó előtolás: $f(Q_{max})$ és forgácsoló sebesség $v(Q_{max})$ számításból adódik.

2. ábra. A termelékenység a forgácsolósebesség és az előtolás függvényében

4. Következtetések

A forgácsolási folyamatot akkor tekintjük optimálisnak, ha olyan technológiai adatokkal (v, f, a) megy végbe, amelyek mellett a kitűzött gazdasági célt (pl. legkisebb forgácsolási költség, legnagyobb termelékenység) legjobban megközelítjük.

A folyamat gazdaságossági vizsgálatának a nehézségét az okozza, hogy a v forgácsolósebesség, az f előtolás és az a forgásmélység növelésekor a t_f gépi főidő, valamint az azzal kapcsolatos költségek csökkennek, ugyanakkor a szerszám kopása, az ezzel kapcsolatos időveszteségek és költségek viszont növekednek. A feladat tehát olyan kompromisszum, olyan optimumpont keresése, amelyben a költségek és az időösszetevők összege a legkisebb, vagy a nyereség a legnagyobb.

A kidolgozott számítógépi program $K = K(v, f)$ költség és $Q = Q(v, f)$ termelékenység függvényeket megrajzolja, illetve a szélsőértékeket megadja. Eljárás kettőnél több változó esetén is adja az optimálás szélsőérték helyeit. A kapott eredmény pontosításán és az iparban történő felhasználhatóság érdekében további módszereket alkalmazunk, mint például a [3]-ban közölt eljárást.

A kutatómunkát pályázati úton elnyert OTKA 3990024. sz. támogatással végezzük.

Irodalom

- [1] Fridrik László: Forgácsolás (Forgácsolás elmélet), Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1992. pp.209-226.
- [2] Horváth Mátyás - Somló János: A forgácsoló megmunkálás optimalizálása és adaptív irányítása. Műszaki Könyvkiadó, 1979.
- [3] Tóth Tibor: Tervezési elvek, modellek és módszerek a számítógéppel integrált gyártásban. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998., pp.89-93.

Dr Szabó Ottó* egyetemi docens, C.Sc, PhD, tudományos vezető

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 3515. Miskolc-Egyetemváros

Tel.: (36-46) 565-111/15-21, Fax: (36-46) 563-405; E-mail: ggytszo@gold.uni-miskolc.hu

Pap Balázs** okleveles gépészmérnök, levelező doktorandusz

3531 Miskolc, Bercsényi u. 3.; Tel.: (36-46) 381-842.