FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

KÍSÉRLETTERVEZÉSI MÓDSZER KÖRNYEZETBARÁT MEGMUNKÁLÁS ESETÉN

Dr. Varga Gyula

Összefoglalás

A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszéke 1994 ÷ 1996 időtartamban részt vett az Európai Közösség által finanszírozott „Környezetbarát megmunkálástechnikák - a hűtő - kenő anyag csökkentése illetve megszüntetése fúrásnál” című Projekt kidolgozásában. A projekt célja a megmunkálások (fúrások) vizsgálata minimális hűtő - kenő anyag felhasználása esetén, illetve hűtő - kenő anyagmentes megmunkáláskor. A Tanszék vizsgálta a belső hűtőcsatornával rendelkező fúrókkal történő megmunkálást az öntöttvas esetén. A tevékenység összességében 5db Részjelentésben, és egy Zárójelentésben található [1], [2].

Cél a Faktoriális Kísérlettervezés felhasználásával annak bemutatása, hogy számos jellemző mint például a forgácsolási sebesség, előtolás, hűtő - kenő anyag térfogatárama és a fúró bevonata hogyan befolyásolja a fúrás során fellépő axiális forgácsolóerő, nyomaték, fúró hátkopás, sarokkopás, R_a, R_z értékek, stb. nagyságát. Mindezekre empirikus összefüggéseket határoztunk meg. Ezek közül néhány az [1], [2], [3] és [4] irodalomban található meg.

1. A kísérlettervezési módszerek alkalmazása

Mind a termék tervezésekor, mind a technológiai folyamatok, gyártási eljárások optimalizálásakor, a költségmegtakarítás érdekében, a következő módszerek alkalmazhatók:

-teljes faktoriális kísérletterv [5], [6], -részleges faktoriális kísérletterv [5], -genetikus algoritmus [7].

Mindegyik módszernek meg van az előnye, ill. hátránya. Egy módszer kiválasztása után a problémaanalízisre irányítjuk figyelmünket, meghatározva az összes paramétert, mely a problémamegoldás szempontjából jelentős. A leggyakoribb esetben a problémaanalízis rendszeres vizsgálata az ok - hatás diagram vagy a hibafa elemzés alapján volt meghatározható.

A kísérlettervezés első célja szétválasztani a jelentősen befolyásoló tényezőket a kevésbé fontosaktól, a további célja pedig a jelentőséggel bíró paraméterek optimális beállítási értékének meghatározása.

A különböző kísérlettervek, ezen belül a teljes és a részleges faktoriális kísérlettervek kiválóan felhasználhatók az empirikus függvények meghatározására illetve optimum keresésére.

A kísérleti eredmények grafikusán vagy numerikusan kiértékeltek. Napjainkban rendelkezésre állnak olyan számítógépi programok, melyek a teljes kiértékelést és az eredmények különböző módon való bemutatását lehetővé teszik. A jelenség végeredményét befolyásoló paraméterek fontos paraméterek optimális szintjeit a kísérletek kiértékelésekor határozzuk meg. végül a végeredményt statisztikai mutatók segítségével ellenőrizzük.

2. Technológiai kísérletek

A faktoriális kísérlettervezés az aktív (gazdaságos) kísérletek megtervezését teszi lehetővé. Alkalmazásával több száz nagyon költséges forgácsolási kísérlet megtakarítható, ellentétben a hagyományos, passzív kísérlettervezéssel, s a kiértékelése is hatékonyabb. A módszer alkalmazásának lépései, pontos közlése nélkül bemutatok néhány képletet, a kísérleti beállítások és kísérleti eredmények felhasználásával. Most az axiális forgácsoló erő értékére részletezem a képleteket, de természetesen alkothatók ilyen formulák, többi vizsgált paraméterértékre is.

2.1. Az axiális fúróerő összefüggéseinek meghatározása

Feltételezzük, hogy a fúróerő axiális komponense a következő paraméterektől/faktoroktól függ:

forgácsolási sebesség	v_c , m/min	előtolás	f , mm/ford
hűtő-kenő anyag mennyiség	$\dot{V}_{olaj}$, cm ³ /h	fúró bevonat	TiAlN MoS ₂

Az első három paraméter (faktor) felhasználásával különböző formulák eredményeződnek a különböző bevonatokra melynek feltételezett általános képlete:

$$F_f = C_{F_f} \cdot v_c^{\alpha_{F_f}} \cdot f^{\beta_{F_f}} \cdot \dot{V}_{ol}^{\gamma_{F_f}}, \text{ kN}$$

Cél a C_{F_f} konstans és a kitevők meghatározása a kísérletterv alapján végzett kísérletek segítségével.

Az 1. Táblázat a különböző faktorok/paraméterek (mint például forgácsolási sebesség, előtolás, stb.) beállítási értékeit tartalmazza. Az 1. Táblázatban található értékek beállításai után a kísérleteket elvégeztük. A Faktoriális Kísérlet Tervezés és a matematikai statisztika felhasználásával a különböző képletek meghatározásra kerültek. A különböző bevonatok esetén különböző képletek adódnak. Mindkét bevonat esetén két képletet határoztunk meg. Az egyik az új fúróra érvényes (a megmunkálás kezdetén), míg a másik 15 m fúrási hossz megtétele után.

1. Táblázat

Kísérleti beállítások száma		Faktorok (paraméterek)		
Bevonat		Forgácsoló-sebesség v _c , m/min	Előtolás f, mm/ford.	Hűtő - kenő anyag mennyiség V _{Olaj} , cm ³ /h
TiAlN	MoS ₂			
T1	M1	80	0.2	0.0001
T2	M2	120	0.2	0.0001
T3	M3	80	0.315	0.0001
T4	M4	120	0.315	0.0001
T5	M5	80	0.2	10
T6	M6	120	0.2	10
T7	M7	80	0.315	10
T8	M8	120	0.315	10

2.2. A mérési eredmények kiértékelése

A MoS₂ bevonatú fúrókra az axiális fúróerő komponens képlete a következő, kN - ban:

- a fúrás kezdetekor: - 15 m fúrási hossz után:

$$F_f = \frac{15,574 \cdot f^{(0,779+0,0453 \cdot \ln V_{Olaj})} \cdot \dot{V}_{Olaj}^{0,062}}{v_c^{0,1455}}, (1) \quad F_f = \frac{8,6219 \cdot f^{0,4716}}{v_c^{0,0617} \cdot \dot{V}_{Olaj}^{0,0123}}, (2)$$

A TiAlN bevonatú fúrók alkalmazásakor az axiális fúróerő komponens képletei, kN - ban:

- a fúrás kezdetekor: - 15 m fúrási hossz után:

$$F_f = \frac{6,1682 \cdot v_c^{0,066} \cdot f^{0,8199}}{\dot{V}_{Olaj}^{(-0,2453+0,0537 \cdot \ln v_c)}}, (3) \quad F_f = \frac{10,0031 \cdot v_c^{0,0864} \cdot f^{1,1052}}{\dot{V}_{Olaj}^{(-0,2829+0,062 \cdot \ln v_c)}}, (4)$$

Az (1), (2), (3) és (4) képletek a 1. Táblázatban megadott értéktartományokra érvényesek. Az (1) és (2) képletek viszonylagos egyszerű szemléltetése az 1. ábrán látszik. Az 1. ábra szemléletesen bemutatja, hogy a különböző esetekben hogyan növekszik az axiális forgácsolóerő komponens értéke.

3. Következtetés

A Faktoriális Kísérlettervezés a bonyolult technológiai folyamatok vizsgálatának aktív, hatékony, gazdaságos módszere. Alkalmazásával különböző jellemzők empirikus képletei meghatározhatók. A matematikai statisztikát is felhasználó kiértékelés eredményeinek korszerű ábrázolásából megfontolt következtetések vonhatók le a folyamat optimalására. A módszer széleskörben alkalmazható másjellegű kísérleteknél is.

1. ábra

Felhasznált irodalom:

- [1] I. Dudas - Gy. Varga - T. Csermely - I. Tolvaj, 1995, 1996, Experimentelle Untersuchung des Bohrprozess Programm STD - 2EC. Titel des Projektes: „Umweltgerechte Zerspanungstechnik - Reduzierung und Ersatz von Fertigungshilfsstoffen beim Bohren“, Universität Miskolc, Lehrstuhl für Maschinenbautechnologie, 4. Bericht. pp.:27., 5.-6. Bericht. pp.:58.
- [1] I. Dudas - Gy. Varga, 1997, Experimentelle Untersuchung des Bohrprozess Programm STD - 2EC. Titel des Projektes: „Umweltgerechte Zerspanungstechnik - Reduzierung und Ersatz von Fertigungshilfsstoffen beim Bohren“, Universität Miskolc, Lehrstuhl für Maschinenbautechnologie, 7. Bericht. pp.: 9.
- [3] I. Dudas, 1996, Umweltfreundliche Bohrtechnologien, Proceedings of the IXth International Conference on Tools, Universität Miskolc, Ungarn, Sept. 3-6. pp.: 509 - 522
- [4] G. Varga, 1996, Environment Friend Drilling - Experiments by the Use of Factorial Experiment Design Method, Proceedings of the IXth International Conference on Tools, University of Miskolc, Sept. 3-6. pp.: 567 - 575.
- [5] G. Taguchi, 1987, System of Experimental Design, Engineering Methods to Optimize Quality and Minimize Costs, UNIPUB, KRAUS INTERNATIONAL PUBLICATIONS, White Plains, New York.
- [6] Dr. Fridrik L., 1989, Válogatott fejezetek a gépgyártástechnológiai kísérletek tervezése témaköréből, Tankönyvkiadó, Budapest.
- [7] D. E. Goldberg, 1989, 'Genetic Algorithm', Addison-Wesley, Reading MA

Dr. VARGA Gyula, Ph. D., egyetemi adjunktus

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, H-3515, MISKOLC-Egyetemváros,
MAGYARORSZÁG, 00 - 36 - 46 - 365 111 / 15 21 Fax.: 00 - 36 - 46 - 364 941