XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

FOLYAMATKÉPESSÉG ÉS -SZABÁLYOZÁS VIZSGÁLATOK FURAT MEGMUNKÁLÁSÁRA AUTÓIPARI BESZÁLLÍTÓNÁL

Drégelyi-Kiss Ágota, Hegedűs László

Abstract

In automotive industry it is important to control the manufacturing process with the tools of quality statistics. There are such manufacturing processes (e.g. boring) where the widely used SPC tools are not applicable such as capability indices or Shewhart-type control charts. In this paper a design for an acceptance chart is presented in order to examine a wearing process and to calculate limits based on statistical data.

Key words:

acceptance control chart, ACC, SPC, quality statistics

Összefoglalás

A gépgyártás, azon belül az autóipar területén fontos a gyártási folyamatok kézbentartása, minőségi ellenőrzése, a statisztikai folyamatszabályozás bevezetése. Vannak olyan megmunkálási folyamatok (pl. furat megmunkálása), amelyek esetén nem alkalmazhatók a széles körben használt SPC eszközök, mint a képességvizsgálat vagy Shewhart-féle szabályozókártya. Cikkünkben egy szerszámkopási folyamat szabályozottságának vizsgálatára alkalmas átvételi szabályozókártya tervezését végeztük el, és statisztikai adatokkal alátámasztott határokat számítottunk ki.

Kulcsszavak:

minőségsszabályozás, SPC, átvételi szabályozókártya, minőségügyi statisztika

Bevezetés

A statisztikai folyamatszabályozás (SPC) alkalmazása autóipari beszállító cégeknél napjainkra elengedhetetlenné vált, a gyártási folyamat számos autóipari többletkövetelménynek (QS 9000, VDA 4.1, ISO/TS 16949) kell, hogy megfeleljen. A sorozatgyártott munkadarabok minőségi követelményeinek megfelelő mutató a képességindex, amely megmutatja, hogy a legyártott munkadarabok méreteinek ingadozása hogyan viszonyul a tűrésmező szélességéhez. A hosszú távon vizsgált folyamatképesség-index [1] értékének az autóipari gyakorlatban általában a következő feltételeket kell teljesítenie:

$$P_p = \frac{FTH - ATH}{6\hat{\sigma}} \geq 1,33; P_{pk} = \min\left\{\frac{FTH - \hat{\mu}}{3\hat{\sigma}}; \frac{\hat{\mu} - ATH}{3\hat{\sigma}}\right\} \geq 1,33 \quad (1)$$

(A jelölések a cikk végén találhatóak.)

Ez az előírás azt is jelenti, hogy a selejteket aránya nem lehet több 0,00632% értéknél.

Másik minőségsszabályozási statisztikai eszköz a szabályozókártya, melynek használatával bizonyíthatóvá válik a gyártási folyamat kiszámíthatósága (a minták átlagának és ingadozásának állandósága). Ha a mintacsoportok átlaga és szórása az előre meghatározott szabályozási határok között van, akkor a folyamatot szabályozottnak tekintik.

Léteznek olyan gyártási folyamatok, amelyek esetén az elvárt minőségsszintek (tűrések) elengedően szélesek a folyamat ingadozásához képest (nagy képesség-indexű gyártás), de gazdasági okok megkövetelik, hogy tűrésmező teljes szélességét kihasználjuk a megmunkálás során (pl. szerszámkopás esetén). Ilyen esetekben alkalmazható az ún. átvételi szabályozókártya [2, 3]. A szokásos szabályozókártya eljárástól abban különbözik, hogy a folyamatnak nem kell rendszerint szabályozottnak lennie egyetlen valamilyen előírt folyamatszint körül, hanem addig működhet, amíg a folyamatban benne rejlő ingadozás a kismintákon belül stabil (terjedelem kártyán vizsgálható) és a tűrésre vonatkozó követelményeknek megfelel.

Furat megmunkálásának minőségsszabályozása

Egy 22H8-as furat ($ATH=22,000$ mm, $FTH=22,033$ mm) megmunkálására egy 3 élű, fix, lépcsős szerszámot alkalmazunk. Az első megbeszélés alkalmával egyeztettünk a vevővel, hogy a technológiából adódóan nem tudunk a követelményeknek megfelelő, hosszú távú képességvizsgálatokat bemutatni, mivel ezt az átmérőt nem lehet korrekciózni.

Eddigi tapasztalataink szerint ezek a szerszámok életciklusuk kezdetén tűrésmező felső határához közeli furatokat alakítanak ki, ezután az élek kopásából adódóan az átmérő egyre szűkül, majd megközelíti az alsó tűréshatárt. A furat megmunkálási folyamatának vizsgálatát úgy végeztük el, hogy a szerszám élettartamának kezdetén, közepén és végén vettünk 50-50 elemű mintát. A hosszú távú folyamatképesség 0,51 ill. 0,47 korrigált értéke abból adódott, hogy a tűrésmező egészét ki kell használnunk a szerszám kopásának figyelembevételével.

A furatok mérete ingadozik a különböző véletlen hibák előfordulása miatt. Ilyen lehet például a kezelőszemély megváltozása, a környezeti feltételek kismértékű változékonysága, az alapanyagban rejlő inhomogenitások. Ezek a megmunkálási folyamatban rejlő ingadozások, amelyeket pontosan elkülöníthetjük a szerszám kopásából eredő jól definiált átmérő csökkenéstől.

Az 1. ábrán látható, hogy a szerszám élettartamának kezdetén, közepén és végén a mért értékek szóródása közel azonos mértékű. Ezen értéket meghatározhatjuk egy faktor szerinti variancia-analízis segítségével. Eredményként azt kaptuk, hogy a folyamatban benne rejlő ingadozások ismétléses szórásnégyzet értéke $1,3 \cdot 10^{-6}$, azaz a szórás értéke 0,0011.

A gyártási folyamat során a furat átmérőjének két határ között kell mozognia úgy, hogy az esetleges véletlen ingadozás során se keletkezzen a deklarált selejtaránynál nagyobb mennyiségű selejt. Ezen alsó és felső folyamatszint értékek a következők [4]:

$$APL_U = FTH - u_{p_0} \hat{\sigma} \text{ és } APL_L = ATH + u_{p_0} \hat{\sigma} \quad (2)$$

1. ábra. Furat méretének változása a szerszám élettartama során

A megengedhető selejtelek száma esetünkben 0,00632%, ezért $u_{0,0000632}=3,833$. A szórás becslése az előző számítások alapján 0,0011 mm-nek adódott. Az értékeket behelyettesítve (2)-be:

$$APL_U=22,0288 \text{ mm}; APL_L=22,0042 \text{ mm}.$$

Ezen értékeket beállítva a megfelelő selejtarányt tudjuk biztosítani.

Az átvételi szabályozókártya határai n elemű minta átlagára a következőképpen számíthatóak ki:

$$ACL_U = APL_U + u_{\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \text{ és } ACL_L = APL_L - u_{\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Az elsőfajú hiba valószínűsége legyen 0,27%, a mintaelemszám pedig 5.

$$ACL_U = 22,0288 + 3 \frac{0,0011}{\sqrt{5}} = 22,0303 \text{ mm} \text{ és } ACL_U = 22,0042 - 3 \frac{0,0011}{\sqrt{5}} = 22,0027 \text{ mm}.$$

A mérési adatokra illesztett regressziós egyenes egyenlete a következőképpen alakult:

$Furat \text{ átmérő} = 22,0290 - 0,000013 \cdot Sorszám$, vagyis egy furat elkészítése során a szerszám kopásának mértéke $0,13 \cdot 10^{-4}$ mm. Ez azt is jelenti, hogy a kívánatos folyamatszint értékek között (22,0288 mm és 22,0042 mm) az elkészíthető furatok számaként $0,0246 / (0,13 \cdot 10^{-4}) = 1892$ db adódik.

Összegzés

Eredményeink összefoglalása látható a 2. ábrán. A szaggatott vonallal jelzett átvételi szabályozási határok magukba foglalják az összes mért eredményt, szabályozatlanság nem látható a folyamatban. A terjedelem kártyáról megállapítható, hogy a különböző időpontokban vett minták ingadozásai nem térnek el számottevően, azért a folyamat statisztikailag szabályozottnak tekinthető. Megállapítottuk, hogy ezzel a típusú szerszámmal 1892 db furat készíthető el, és időnként 5 elemű mintát véve a szabályozási határok adóttak.

2. ábra. Átvételi szabályozókártya-pár (átlag-terjedelem kártyapár) furat megmunkálására

Irodalomjegyzék

- [1] QS 9000 Minőségügyi Rendszer Követelmények
- [2] ISO 7966: Acceptance control charts, 1993.
- [3] Balogh A.: Átvételi szabályozókártyák, Minőség és Megbízhatóság, 2008/6, 323-331 oldal
- [4] Kemény S., Deák A.: Statisztikai minőség- (megfelelőség-) szabályozás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998.

Jelölések

FTH : felső tűréshatár
 P_p : hosszú távú folyamatképesség-index
 $\hat{\mu}$: a folyamat várható értékének becslése
 APL_U : átvételi folyamatszint felső határa
 ACL_U : átvételi szabályozókártya felső határa
 p_0 : megengedhető selejtarány
 u : standard normális eloszlású változó

ATH : alsó tűréshatár
 P_{pk} : hosszú távú korrigált folyamatképesség-index
 $\hat{\sigma}$: a folyamat szórásának becslése
 APL_L : átvételi folyamatszint alsó határa
 ACL_L : átvételi szabályozókártya alsó határa
 α : elsőfajú hiba nagysága
 N : legyártott munkadarabok száma

Drégelyi-Kiss Ágota, főiskolai tanársegéd
 Munkahely: BMF Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástechnológia Intézet
 Cím: H-1081, Budapest, Népszínház u. 8.
 Telefon / Fax: +36-1-666-5339
 E-mail: dregelyi.agota@bgk.bmf.hu