XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

TÁRCSAFÉK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJÁNAK JAVÍTÁSA KÍSÉRLETTERVEZÉSEL

DRÉGELYI-KISS Ágota, NÉMETH Emil

Abstract

The first step of manufacturing of disc brake pads in trucks is the pressing of brake pad carrier on the base sheet. The process is technologically strictly supervised by the parameters such as press load, temperature and cycle time. The technological parameters are hold at optimum with statistical analysis of compressibility data.

The most critical step of the manufacturing process is the press of the brake pad. Therefore there were made designed experiments in order to study and to optimise the press process. The input parameters and their examination interval are determined. There were 4 important input parameters and 1 spatial parameter, and 2^5 full factorial design were made, with replications in the centre point.

As a result it is stated that the most important factors have been managed to identify and the temperature differences in the press tool have been decreased to an appropriate level.

Key words:

disc brake, manufacturing, process improvement, design of experiments, DOE

Összefoglalás

A teherautó tárcsafék betétek gyártása a fékbetét anyag hordozó alaplemezre préselésével kezdődik. A folyamat szigorúan előírt présterhelés, hőmérséklet és ciklusidő paraméterek pontos technológiai felügyelete mellett zajlik. A technológiai paramétereket a betétek kompresszibilitási adatainak statisztikai folyamatelemzésével tartjuk optimális értéken.

A gyártási folyamat legkritikusabb része a fékbetét préselése. Ezért a préselési folyamat jobb megismerése és optimalizálása érdekében tervezett kísérleteket folytattunk le. A préselési folyamat bemeneti faktorait és azok vizsgálati tartományát meghatároztuk. Mivel 4 fontos bemeneti paraméter és egy térbeli paramétert határoztunk meg, ezért 2^5 teljes kísérlettervet hajtottunk végre, és a terv centrumában ismételt vizsgálatokat is végeztünk.

Eredményként elmondható, hogy a legfontosabb faktorokat sikerült azonosítani és a prészszerzámban lévő hőfokeltéréseket sikerült olyan mértékben csökkenteni, hogy kompresszibilitási hibával attól kezdve nem kellett zárolni tételeket.

Kulcsszavak:

tárcsafék, gyártás, folyamatjavítás, kísérlettervezés

1. Bevezetés

A teherautó tárcsafék betétek gyártása szigorúan előírt présterhelés, hőmérséklet és ciklusidő paraméterek pontos technológiai felügyelete mellett zajlik. A technológiai paramétereket a betétek kompresszibilitási adatainak statisztikai folyamatelemzésével tartjuk optimális értéken.

A préselés után a fékfelületet előcsiszoljuk, majd előírt paraméterek szerint hőkezelésnek vetjük alá a termékeket. Ekkor alakulnak ki a fékbetétek végleges kémiai, mechanikai, súrlódástechnikai tulajdonságai. Ezután a végmegmunkálás egy automatizált gyártósoron történik. A megmunkáló soron a betétek fékfelületét hornyoljuk, síkba csiszoljuk, a hordozó alaplemezt por festjük, a fékfelületet kezdeti súrlódási tényező növelését biztosító bevonattal látjuk el, kopásjelző furatot készítünk, majd a típustól függő feliratozással fejeződik be a megmunkálás. Végül a terméket előírás szerint csomagoljuk, pótalkatrészek esetén szerelési anyagokkal látjuk el.

A gyártási folyamat legkritikusabb része a fékbetét préselése. A fékbetét olyan keverék, mely áll kötőanyagból, vázanyagból, és töltőanyagokból. A kötőanyag általában módosított, vagy módosítatlan fenol-formaldehid gyanta, melynek a térhálósodása (poli-kondenzációja) a préseléskor és a hőkezeléskor megy végbe. A vázanyagok olyan szálas anyagok, melyek a fékbetét mechanikai tulajdonságaira vannak hatással. Az alkalmazott töltőanyagok szabályozzák a fékbetét hő stabilitását, valamint kopásállóságát. Ez azt eredményezi, hogy terhelő erő hatására a fékbetét jól mérhető rugalmas alakváltozást szenved, amelyet kompresszibilitásnak nevezünk. Az összenyomhatóságnak a mértéke a préselési paraméterektől függ, amely paraméterek beállításával tudjuk szabályozni a présciklus alatt a fékbetéttel közölt energia mennyiségét.

A préselési folyamat feltérképezésére tervezett kísérleteket végeztünk, amelyek segítségével leírható a modell-tér a préselési paraméterek függvényében.

2. Kísérleti terv meghatározása

A préselési folyamat fő bemeneti paraméterei a préselési paraméterek, kimeneti paramétere a kompresszibilitási érték μm -ben. A tervezett kísérletek során célunk a bemeneti és a kimeneti változók közötti matematikai összefüggés meghatározása [1].

A préselési paraméterek:

- Hőmérséklet (z_1): A présesszám hőfokának az energia közlésében közvetlen a hatása, önmagában képes beindítani a vegyi reakciót;
- Nyomás (z_2): A fékbetétre gyakorolt felületi nyomás szintén energiát közöl a rendszerrel, de önmagában nem indítja be a vegyi reakciót. A présgép által kifejtett erőt jelenti e paraméter szintjeinek a beállítása;
- Formatér mélysége (z_3): Mivel a fékbetét keverékkel a formatér fel van töltve, ezért a préselt anyag mennyiségére van hatása;
- Szellőzés (z_4): A préselési ciklusba épített szellőzések számának az összes időre van hatása.

A préselési paraméterek az 1. táblázatban található intervallumok szélső értékeiben vették fel értékeiket, például a hőmérsékletet két szinten vizsgáltuk, 60°C -on és 90°C -on.

Minden faktort két szinten vizsgáltunk, amely 16 kísérletet jelent. Egy kísérletből két darab fékbetét keletkezik, mivel a szerszám két fészkes. A két darab fékbetéten négy darab kimeneti értéket lehet

mérni, mivel a kompresszibilitást az 1. ábra szerinti pozíciókban kell megmérni. A bemeneti és kimeneti változók közötti kapcsolat megfelelőségének igazolása miatt a centrumponthan is végeztünk kísérleteket.

1. táblázat A faktorok beállított értékei természetes egységekben

Főhatás kódja	-1	Középpérték (0)	+1
z_1	60 °C	75 °C	90 °C
z_2	$350 \cdot 10^4$ N	$450 \cdot 10^4$ N	$550 \cdot 10^4$ N
z_3	52 mm	58 mm	64 mm
z_4	0 db	2 db	4 db

A kísérlettervet az ismételhetőség és statisztikai próbák alkalmazása miatt megismételtük, vagyis összesen $(4 \cdot 16 + 4) \cdot 2 = 136$ mérést hajtottunk végre.

1. ábra Kimeneti értékek mérése a fékbetéteken

3. Eredmények és értékelésük

A tervezett kísérletek elvégzésével az egyes paraméterek hatását a kompresszibilitás értékekre a 2. ábrán láthatjuk. A pozíciónak láthatóan nincs jelentősége, amely azt is jelenti, hogy a prészerszám nem hibás, tehát egyenletes a hőfoka, valamint a nyomásfelvétele. Látszik az ábráról, hogy a hőfok gyakorolja a kompresszibilitás értékére a legnagyobb hatást. Következő faktor fontosságban a nyomásérték, majd a formatér mélysége, mely a préselt fékanyag mennyiségét szabályozza. A szellőzési számnak, ami a préselési ciklus idejére hat, nem volt jelentős hatása a kimenetre.

Az elvégzett kísérletek rávilágítottak arra, hogy a hőfok hibák okozhatnak ilyen, eddig megmagyarázhatatlan eltéréseket. A hőfok főhatás ábrájából látszik, hogy 30 °C-os hőfokváltozás (a prészerszám belsejében mérve) 100 egység kompresszibilitás változást eredményezhet. Ez érdekes adat, mert ha ennek a mértéke több kísérletnél is igazolható, akkor a 20 °C-os technológiában megengedett hőfokeltérés nincs összhangban a kompresszibilitás 30 egységben megengedett változásával.

A gyártási folyamat javítása céljából a legfontosabb tennivaló, hogy be kell vezetni a hőfok-ellenőrzést. Erre egy lehetőség a vizsgálati terv módosítása, mely szerint a prészerszámok hőfokának az el-

2. ábra A főhatások ábrái

lenőrzése történik hőmérővel beállításkor, majd rendszeres időközönként. Ha a megengedett tartományon kívüli hőfokértékek észlelhetők, a gyártás nem indul meg addig, amíg a hibát a karbantartó személyzet el nem hárítja. Ez utóbbi megoldással rendszeres időközönként előforduló nem megfelelő kompresszibilitás miatti zárolások elmaradtak.

4. Következtetések

A vizsgálati tervbe be lett építve olyan hőfok beállítási eljárás, melynek segítségével el lehet kerülni a jelentős hőfokeltéréseket. Az intézkedések bevezetése előtt a prészsorszámok hőfok hibáit nem lehetett észlelni sem gyártás indításakor, sem a folyamatos gyártás alatt. A megengedett tartományon kívüli hőfokértékek azt eredményezték, hogy a gyártott termékek kimeneti értéke a megengedett tartományon kívül esett. Ennek következménye az lett, hogy rendszeres időközönként a termékek jelentős része zárolva lett, át lett válogatva, majd átlagosan harmad részük selejtezve lett. A vizsgálati terv módosítása után a megengedett tartományon kívüli hőfokértékek észlelhetők, és a gyártás nem indul meg addig, amíg a hibát a karbantartó személyzet el nem hárítja. Ezáltal a mintavételek alkalmával nincsenek hibás minták, nem kellett 100%-ban válogatni a zárolt tételeket.

Irodalom

[1] Kemény, S., Deák, A.: *Kísérletek tervezése és értékelése*, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 2000. 367. o.

Drégelyi-Kiss Ágota, adjunktus

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet
Cím: H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
Telefon / Fax: +36-1-666-5432
E-mail: dregelyi.agota@bgi.uni-obuda.hu

Németh Emil, műszaki osztályvezető

Munkahely: Caroflex Fékbetétgyár Kft.
Cím: H-4600 Kisvárd, Árpád u. 123, Hungary
Telefon / Fax: 06-45-500-600
E-mail: emil.nemeth@gmail.com