

MAGAS HŐMÉRSÉKLETŰ KORROZÍV KÖZEGBEN ÜZEMELŐ ACÉLRUGÓ GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI TERVEZÉSE

MANUFACTURING DESIGN FOR HIGH TEMPERATURE WORKING SPRING IN CORROSIVE MEDIUM

Szigeti Ádám¹, Kovács-Coskun Tünde²

¹Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8 Tel / Fax: +36-1-6665300
adamzoltanszigeti@gmail.com

²Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház utca 8; Telefon / Fax: +36-1-6665327 kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Following the researches, the non-series worked out technology proved to be right. It is managed to manufacture spring from such materials, which features are significantly different from string-steel. If we observe carefully, we can realize immediately, that there is a considerably big difference in the formation of the carbon content. The austenitic type contains max 0.2 % carbon, while the other, of it's triple, 0.6%.

Keywords: *spring steel, high temperature, corrosion, technology.*

Összefoglalás

Az egyedileg kidolgozott technológia a vizsgálatok elvégzését követően helyesnek bizonyult. Olyan alapanyagból sikerült rugót készíteni melynek tulajdonságai jelentősen különböznek a rugóacéloktól. Szembetűnő, hogy már a szénttartalmuk szerint is igen nagy a differencia. Az ausztenites típus maximum 0.2 % korbont tartalmaz, míg a másik ennek nagyjából a háromszorosát 0.6 %-ot.

Kulcsszavak: *rugóacél, nagyhőmérséklet, korrózió, technológia.*

1. Bevezetés

A hagyományos, nagy mennyiségben előállított rugóacélok, illetve rugók csak korlátozott mértékben képesek ellenállni a hőnek. Nagyjából 350 °C hőmérsékleten egyszerűen megeresztődnek, vagyis megváltoznak a mechanikai tulajdonságaik (folyáshatár, szilárdság) és ennek következté-

ben elveszítik rugózó képességüket. Azonban előfordulhat az iparban olyan igény, mely megkövetelheti, hogy egy rugó 350 °C fok felett is üzemeltethető és felhasználható legyen. Jelen esetben egy kétütemű verseny motorkerékpárban üzemelő szelep működtetése jelenti a munkakörnyezetet. Ilyen területen a hétköznapi alapanyagok és gyártástechnológiák nem alkalmazhatók, új módszert kell kidolgozni.

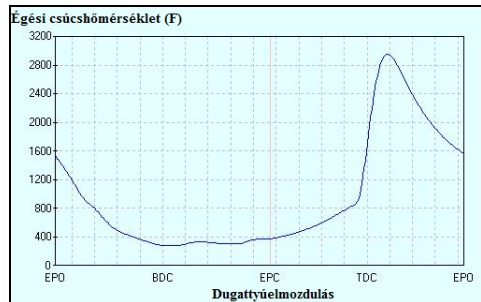
2. Hőálló rugó igényének felmerülése

A cikk első szerzője 10 éve foglalkozik kétütemű motorkerékpárok javításával és teljesítményük optimalizálásával (tuningolásával). Ezen időszak alatt számtalan problémával találkozott, és ezek a problémák sok esetben a működési elvből adódó tökéletlenségre voltak visszavezethetők. A hagyományos nagy mennyiségben elterjedt motorok többsége úgynevezett részvezérléssel működik, mely során a hengerben kialakított nyílások vezérlik a gázcsere folyamatokat. Ennél a típusnál alapvetően a nyílások magassága az, ami meghatározza a motor optimális fordulatszámát, ahol minimális veszteségek árán jó öblítési hatásokkal üzemel. Ez azt jelenti, hogy a szívó, illetve kipufogó oldalon csak minimális veszteségek tapasztalhatók. Ha az optimális fordulatszám alatti fordulaton üzemeltetjük a motort, akkor bizony jelentős veszteségek mérhetők a kipufogó, illetve a szívó oldalon egyaránt. A veszteségek sajnos a teljesítményt is jelentősen befolyásolják, még hozzá negatív irányban. Ha szeretnénk ezeket a veszteségeket megszüntetni, akkor valamilyen úton meg kell akadályoznunk, hogy a megszökni kívánó gázok a hengerből kiáramoljanak. Ennek legegyszerűbb módja, ha valamilyen fizikai akadályt állítunk a gázok útjába. Jelen esetben szükségszerűnek látszik a kipufogási keresztmetszet fordulatszámától függő változtatása. Kis fordulaton alacsony nyílást alkalmazunk, magas fordulaton pedig az akadályt megszüntetve biztosítjuk a teljes keresztmetszetet. A keresztmetszet változtatást egy szeleppel lehet megvalósítani, mely a megfelelő pillanatban kinyílik és biztosítja a teljesítmény megfelelő eloszlását. A szelepet azonban valamilyen módon vezérelni kell. A 70-es 80-as évek táján a japán motorkerékpár gyártók kitalálták a saját típusaikhoz a legjobban alkalmazható keresztmetszet változtató rendszereiket. Ezekről azonban nem

igazán lehet találni semmiféle nyilvános dokumentumot. Annyi ismert csupán, hogy valamiféle rugós mechanizmussal oldották meg. Mivel üzemkészen a kipufogó oldalon rendkívül nagy a termikus terhelés, és a hagyományos rugóacélok nem képesek ezt elviselni, szükségszerűnek látszott egy olyan rugó kifejlesztése, mely hosszantartóan és problémamentesen képes elviselni a kipufogógáz hőmérsékletét. [1]

3. A szelepszegítő rugó igénybevételei

Egy kétütemű motorkerékpárban üzem közben rendkívül „barátságtalan” körülmények uralkodnak.



EPO - Kipufogó nyílás nyitási pillanata
BDC - Alsó holtpont (AHP)
EPC - Kipufogó nyílás zárási pillanata
TDC - Felső holtpont (FHP)
EPO - Kipufogó nyílás nyitási pillanata

1. ábra. A hengerben lévő hőmérséklet változások a dugattyú pozíciójának függvényében

Hőerőgép lévén talán az egyik legfontosabb igénybevétel az intenzív hőhatás, mely az elégett üzemanyagból származó forró kipufogógázok hatására jelentkezik. Ennek a gáznak a hőmérséklete rendkívül magas 400-450 °C fok közé tehető (1. ábra).

Ezt a hőfokot egy normál rugó nem képes elviselni. További nehézségeket okoz, hogy a kipufogógáz összetétele a keverékolajozás hatására igen korrozív közeget

alkot, ráadásul a homogenitása is kérdőjeles. Annyi bizonyos, hogy igen magas a nitrogén és kénoxidok jelenléte. Önmagában a korrózió már eleve nagy gondot jelent, de sajnos ehhez még párosul egy igen nagy hőmérséklet is, mely további próbatétel elé állítja a szelepmozgató rugót. Az összes ráható igénybevétel közül talán a legkisebb problémát a kellő szilárdság jelenti. Üzem közben 80 MPa feszültség ébred a huzalban. Ez nem túl nagy érték, de semmi esetre sem elhanyagolható. A felsorolt igénybevételek egy olyan alapanyagot kívánnak, mely hőálló, korrózióálló és a szilárdsági paraméterei is megfelelőek.

4. Rugóacélok választéka, tulajdonságaik

A rugók energiátároló gépelemek, melyek terhelés hatására rugalmasan megváltoztatják alakjukat majd a terhelés megszűntetését követően visszaállnak eredeti állapotukba. Erre a célra az acélok alakváltozásának rugalmas tartománya használható ki. Általában ebbe a csoportba tartozó acélokra jellemző a nagy rugalmas tartomány, amit a folyáshatár/szakítószilárdság viszony-számmal lehet megadni. A rugóacélok esetében az $R_{p0,2}/R_m > 0.85...0.89$ körüli érték az elfogadott. További fontos tulajdonságuk, hogy ha túlterhelés éri őket, akkor sem törnek el ridegen, hanem csak képlékeny alakváltozást szenvednek. Ennek a képességnek a minősítésére szolgál tehát a szakadási nyúlás illetve a kontrakció. Hőkezelés (nemesítés) után a nagyjából 5%-os szakadási nyúlás az ideális. Ha folyamatos ismétlődő igénybevételre tervezünk rugót, akkor fontos szempont, hogy az alapanyag megfelelő eloszlású ötvözőket tartalmazzon, valamint kis kén- és foszfortartalommal rendelkezzen. Fontos követelmény lehet a korróziós és egyéb kémiai ellenállóság is. A rugókat általában hidegalakítással készítik, többnyire huzalból vagy szalagból. A lényeg tehát, hogy a kép-

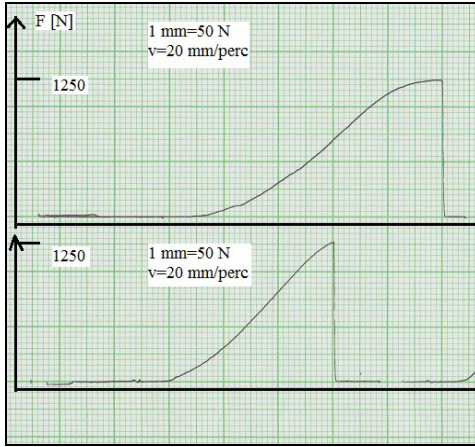
lékeny hidegalakítás hatására a rugóacélban alakítási keményedés játszódik le. A rugó alapanyag többféle lehet pl. melegen és hidegen hengerelt, valamint korrózióálló acél. Közös jellemző a gyártástechnológia során, hogy valamennyi hőkezelésen esik át. [2]

5. A gyártástechnológia eredményének vizsgálata

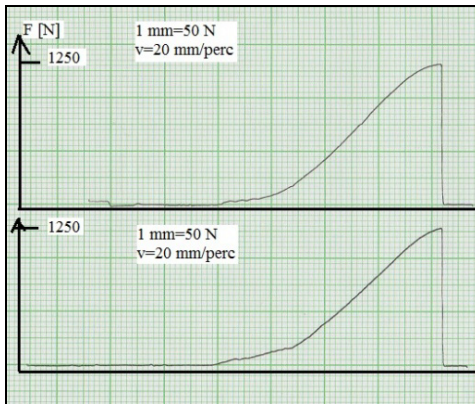
A próbarugók elkészítését követően sor került néhány technológiai vizsgálatra, melyek eredményeiből egyértelműen meghatározható, hogy a rugógyártási eljárás helyesnek bizonyult-e. Elsősorban az intenzív hőterhelés modellezését kellett végrehajtani, mivel ez adja a legfőbb igénybevételt. A hőfárasztásos vizsgálatot a nyersanyagként szolgáló huzaldarabokon, illetve a kész termékeken (a rugókon) is elvégeztük. 5-5 perces hevítési és hűtési ciklusokban vizsgáltuk a próbadarabokat. Összesen, tehát 10-szer hevítettük és hűtöttük őket. Ezután, hogy az eredményeket számszerűen is tudjuk minősíteni, szakítóvizsgálatot végeztünk. 3-3 db huzal szakítását láttuk indokoltnak, ugyanis ekkora mennyiségből már átlagolni lehet a kapott eredményeket. Az eljárást követően azt tapasztaltuk, hogy a hőkezelt és a hőkezeletlen huzalok szilárdsága is rendre megegyezik és értékük az ausztenites alapanyag tulajdonságaihoz képest rendkívül magasnak mondható, vagyis 1800 MPa lett (2. és 3. ábra).

A vizsgálatot 500 °C -on végeztük, tehát egyértelműen kijelenthető, hogy ekkora hőmérséklet mellett nem történik semmilyen szilárdságot befolyásoló változás az anyag szövetszerkezetében. További kérdést jelentett, hogy az intenzív korróziós közegben miként állja meg a helyét. Ennek modellezésére korróziós vizsgálatot végeztünk, mely során túltelített 36%-os NaCl vizes oldatában áztattuk a próbarugókat. Szobahőmérsékleten illetve 55 °C -on 1 hétig áztattuk a próbadarabokat. Ennyi idő

alatt az analitikai mérleg méréshatárán belüli tömegesökkenést nem tapasztaltunk.



2. ábra. Hőkezeletlen huzal szakítódigramja



3. ábra. Hőkezelt huzal szakítódigramja

6. Következtetések

A kutatás [3] során igyekeztünk mindenféle eshetőségre kitérni és az előforduló összes igénybevételt illetve negatív hatást figyelembe venni, mely az adott környezetben előfordulhat és rövid időn belül a rugó tönkremenetelét okozhatja. Minden egyes lépést, amely a gyártástechnológiát érintette, kutatásokra alapoztam és az eredményeket fizikai és kémiai vizsgálatokkal igazoltam. A munka során az első szempont a hitelesség volt. Ezek alapján kijelentjük, hogy sikerült az adott elvárásoknak megfelelő alkatrészt előállítani. Az egyedileg kidolgozott technológia a vizsgálatok elvégzését követően helyesnek bizonyult. Olyan alapanyagból sikerült rugót készíteni melynek tulajdonságai jelentősen különböznek a rugóacélokétól.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1]A. Graham Bell: *Two-stroke performance tuning*. Haynes Publishing, Sparkford. 1999. p. 31-87.
- [2]Dr. Szabadits Ödön: *Acélok, öntöttvasak*. MSZT Szabványkiadó. Budapest, 2005. p. 115-121.
- [3]Szigeti Ádám: *Auszténites hőálló acél rugóacélként történő alkalmazása* - TDK dolgozat