XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

ANYAGKIFÁRADÁSTÓL KÁROSODOTT ALKATRÉSZEK ELEMZÉSE

SZMOLKA Tibor, HAZLINGER Marián

Abstract

The article is aimed at the metallographic analysis of two damaged components. The components were used in technical praxis and were damaged by the fatigue of material. Microstructure and scanning electron microscopy (SEM) analysis of fractured components which caused early breakage and shortage of lifetime are published. The first analyzed component is a breaking crank shaft from internal combustion engine of commercial motor vehicle. The fatigue fracture was initiated from a lateral wearing surface of crank shaft. The damage of second component was caused by wear of components in construction and by creation of incorrect clearance. In the component cross-section a fatigue fracture was propagated by the variation of load.

Keywords:

damaged machine parts, high cycle fatigue, heat treatment, microstructure, fractographic analyse

Összefoglalás

A bemutatott cikk két károsodott szerkezeti elem metallográfiai elemzésével foglalkozik, amelyek a gyakorlatban voltak alkalmazásban és anyagkifáradás végett károsodtak. A károsodott alkatrészek szövetszerkezeti és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálata által elemeztük a károsodás okait. Az első szerkezeti elem egy haszongépjármű belsőégésű motorjából származó törött főtengely volt. A kifáradásos törés a főtengely oldalsó elhasználódott felületén keletkezett. A második vizsgált alkatrész egy rögzítő gyűrű volt, amely esetében a károsodást a szerkezetben levő elemek elhasználódása okozta, amely következtében helytelen hézag keletkezett. Ciklikus megterhelés eredményeképp az elem keresztmetszetében fokozatosan kifáradásos törés terjedt.

Kulcsszavak:

károsodott gépelemek, magasciklikus kifáradás, hőkezelés, mikroszerkezet, fraktográfiai elemzés

1. Bevezetés

Minden gépalkatrész gyártó számára nagy fontossággal bírnak az anyag károsodási folyamatáról szóló ismeretek. Legfontosabb a biztonság és a szerkezet megbízhatósága. Anyagkifáradásból következő károsodás és ebből adódóan az alkatrész törése hatalmas gazdasági károkat okozhatnak. A fáradást befolyásolja többek között a felületi érdesség, az oxidáció, kémiai hatások, kopás, hőmérséklet. A fáradt töret két részből áll: egy kagylós (barázdált) és egy szemcsés ridegen tört részből [1].

A cikkben két károsodott alkatrészt vizsgáltunk, amelyek a gépészeti gyakorlatban voltak alkalmazásban. A törésfelületek fraktográfiai elemzéséből és az alkatrészek mikroszerkezeti elemzéséből részletesebb információt sikerült kapnunk az alkatrészek károsodási okairól.

2. Alkatrészek elemzése

A károsodott alkatrészeket pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) és fénymikroszkóp segítségével elemeztük. Az 1. ábra egy törött főtengelyt ábrázol, amely egy haszongépjármű belsőégésű motorjából származott és melegalakítással készült. Szerkezetileg úgy volt tervezve, hogy három csapágyat tartalmazott. A főtengely károsodása a hajtókar és a csapágy között indult meg és az egész keresztmetszetre áterjedett. A fáradásos kagylós töretfelület irányultsága alapján (2-es ábra) megállapítható, hogy a főtengely oldalsó felületéről indult a törés. A főtengely törésfelülete (3-as ábra) tipikus fáradásos kagylós töretfelületet tartalmaz, amely a magasciklikus anyagkifáradásra jellemző [2]. A főtengely végső letörésének sávja a deformált felülettel együtt a 4-es ábrán látható.

1. ábra Haszongépjármű belsőégésű motorjából származó főtengely

2. ábra A főtengely törésfelülete, a törés kiindulási helye nyíllal jelölt

3. ábra Az anyag magasciklikusú kifáradásának jelei

4. ábra A főtengely végső letörésének sávja a deformált felülettel együtt

A főtengely elkopott működési felületét nagy valószínűséggel a csúszócsapágy elhasználódása okozta. Ezen a felületen mikrorepedések jöttek létre. Az 5-ös ábrán egy közelebbi kép látható az alkatrész felületi kopásáról a törés kezdeti tartományában [3]. Az alkatrész mikroszerkezetét az egész keresztmetszetében bainit alkotja (6-os ábra), amely megfelel a C60-as acél nemesített állapotának. A főtengely keresztmetszetében mért keménység $274 \div 282$ HV volt (átszámítva szakítószilárdságra $R_m = 847 \div 873$ MPa). A főtengely károsodásának valószínű oka a tengelycsonk csúszócsapágyának a kopása.

A 7-es ábrán egy törött rögzítő gyűrű látható, amely egy hidrodinamikus nyomatékvtóiban volt alkalmazva, a hornyolt tengelyhez kapcsolódó fogaskerék rögzítése. A szerkezet üzemeltetése alatt a

5. ábra A fáradásos törés kiinduló helye az alkatrész kopott oldalsó felületén

6. ábra A főtengely kopási felülete a törés közelében, berágódási nyomokkal, SEM

a kopás következtében helytelen hézag alakult ki a fogaskerék és a hornyolt tengely között. A rögzítő gyűrű ciklikus terhelése során a fogaskerék és a rögzítő gyűrű között nem kívánatos hézag keletkezett, amely fáradásos törést eredményezett (8-as ábra). A 9-es ábrán egy közeli nézet látható a rögzítő gyűrű fáradásos törési felületéről [4]. Az alkatrész mikroszerkezetét bainit képezi (10-es ábra), amely megfelel a C75-ös acél nemesített állapotának (435÷530 HV).

7. ábra Törött rögzítő gyűrű

8. ábra A rögzítő gyűrű törésfelülete, a jobb oldali részleten a gyűrű kopása látható, SEM

3. Összefoglaló

Az első vizsgált alkatrész esetében a csapágy károsodása volt a meghibásodás oka. A főtengely törésfelülete jellegzetes magasciklikusú anyagkifáradási jeleket mutatott. A kifáradásos törés kiindulási helye a főtengely elkopott oldalsó felülete volt, amely valószínűleg a csúszócsapágy károsodásából keletkezett. A mikrorepedések a főtengely elkopott oldalsó felületének helyén jöttek létre. A manapság használatos főtengelyek öttengelyes elrendezésűek a motorban, hogy ezáltal lecsökkenthető lehessen a hajlító feszültség értéke.

A második alkatrész (rögzítő gyűrű) károsodási okát az alkatrész hordozó felületének kopása okozta és ezt követően egy nem kívánatos hézag keletkezett a fogaskerék és a hornyolt tengely között. A kifáradásos törés fokozatosan terjedt az alkatrész keresztmetszetében a ciklikus terhelés hatására.

9. ábra A rögzítő gyűrű törésfelülete, fáradásos törés, SEM

10. ábra A rögzítő gyűrű bainites mikroszerkezete, maratás 3 % Nitalban

A mai műszaki gyakorlatban, a szerkezeti egységek tervezésénél, az alkatrészek gyártástechnológiájában és az anyagvizsgálatok során különféle számítógépes szimulációs programokat alkalmaznak a szerkezet-optimalizáció szempontjából és az alkatrészek élettartamának becslése céljából.

Irodalom

- [1] ASM Metals Handbook: *Fatigue and Fracture*, Vol. 19. ASM International, 1996., 2592. old..
- [2] OST, W., DE BAETS, P., QUINTELIER, J., Investigation of a failed axle of a reduction gearbox. In *Engineering Failure Analysis*. Vol.14, Issue 6, 9/2007, 1194-1203. old..
- [3] SZMOLKA, T., MORAVČÍK, R., HAZLINGER, M., ČAPLOVIČ, L., Failure analysis of a plastic mould. In *Materials Engineering*. Žilina: Faculty of Mechanical Engineering, 2009, Vol. XVI, Issue 3a/2009, 106 – 109. old, ISSN 1335-0803.
- [4] SALEMI, A., ABDOLLAH-ZADEH, A., MIRZAEI, M., ASSADI, H., A study on fracture properties of multiphase microstructures of a CrMo steel. In *Material Science and Engineering: A*. Vol. 492, Issues 1-2, 9/2008, 45-48. old.

Szmolka Tibor, doktorandus, **Hazlinger Marián**, egyetemi docens

Munkahely: Szlovák Műszaki Egyetem, Anyagtechnológiai Kar, Anyagtudomány Intézet, Anyagmérnöki Tanszék, Nagyszombat, Szlovákia (Slovenská technická univerzita, Materiálovo-technologická fakulta, Ústav materiálov, Katedra materiálového inžinierstva)

Cím: J. Bottu 23, 917 24 Trnava, Slovak Republic

Telefon: +421915254096

E-mail: tibor.szmolka@stuba.sk