UTÁNGYÁRTOTT FOGASKEREKEK MEGHIBÁSODÁSA

MALFUNCTION OF REMANUFACTURED GEARS

Csorba Béla¹, Végvári Ferenc²

^{1,2}Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10 Tel: +36-20/371-41-64

¹Természet- és Műszaki Alaptudományi Tanszék, csorba.bela@gamf.uni-neumann.hu,

²Anyagtechnológiai Tanszék, vegvary.ferenc@gamf.kefo.hu

Abstract

Gears are required for piece produced or gearboxes to be refurbished. Adequate consideration must be given to the material selection and heat treatment of these gears. Inappropriate material selection or heat treatment will lead to premature failure of the manufactured gears or early refurbishment. In our publication, we present a number of practical failures that can be traced back to the wrong material selection or heat treatment operation.

Keywords: material selection for gears, heat treatment for gears, gears failure.

Összefoglalás

Egyedi gyártású hajtóművekben, illetve felújítandó hajtóművekben szükség van fogaskerekre. Ezen fogaskerek anyagmegválasztására és hőkezelésére kellő figyelmet kell fordítani. A nem megfelelő anyagmegválasztás, vagy a helytelen hőkezelés a gyártott fogaskerek idő előtti ismételt meghibásodásához, illetve a korai újbóli felújítás igényéhez vezetnek. Publikációnkban olyan a gyakorlatban előforduló hajtómű meghibásodásokat mutatunk be, amelyek visszavezethetők a helytelen anyagmegválasztásra, illetve a nem megfelelő hőkezelési műveletre.

Kulcsszavak: fogaskerek anyagmegválasztása, fogaskerek hőkezelése, fogaskerek meghibásodása.

1. Fogaskerek tönkremenetele

Műszaki életben szükség van gyakran egyedi fogaskerkes hajtóművek tervezésére, kivitelezésére, illetve az évek óta használt, kopott fogaskerkes hajtóművek felújítására. Ha a gyártás és a felújítás nem tükrözi a kellő szakértelmet, az a legyártott hajtóművek idő előtti meghibásodásához vezet.

2. Anyagmegválasztás

A gyártási művelet első lépése a kiinduló anyag megválasztása. Az anyagmegválasztásnál figyelembe kell venni a gyártandó fogaskerék méreteit, a modul nagyságát, az igénybevétel módját, illetve a gyártandó darabszámot is. Míg egy kevésbé igénybevett fogaskeréknek megfelelhet egy ötvözetlen acél is, az igénybevétel növekedésével szükségessé válik a króm-, mangánöt-vözesű acélok közül választani. Erős dina-

mikis igénybevételnek kitett fogaskereknek esetén az előző ötvözőkön túl még szükség lehet nikkellel is ötvözött acélt választani. Az alábbiakban bemutatunk olyan meghibásodásokat, amelyek helytelen anyagmegválasztásból eredtek.

2.1. Ötvözetlen szerkezeti acél választása

Egyik nagyon súlyos hiba, ha a kiinduló alapanyagként ötvözetlen szerkezeti acélt választanak. Régi jelölésekkel A50, A60, újabb jelöléssel S355J2. Ez az acél nem tartozik a hőkezelhető acélok közé. Az így gyártott fogaskerék legfeljebb geometriára lehet helyes, de igénybevételre, általában nem felel meg. Egy általános rendeltetésű szerkezeti acélból készített, idő előtt tönkrement kúpfogaskerék látható az **1. ábrán**. A fogak rövid használat után erősen koptak, kihegyesedtek.

1. ábra. Szerkezeti acélból készült gyorsan koptott fogaskerék

Jobb minőségű, hőkezelhető acélok alkalmazásánál is jelentkezhetnek problémák, ha a hőkezelést elhagyják, vagy helytelenül hajtják végre. A **2. ábrán** egy 132 kW-os, Flender KENW 320 szivattyú hajtóművének meghibásodott fogaskerekét mutatjuk be, ahol az üzemidő mindössze 159 óra volt [1]. A **2. ábrán** látható fogaskerék C60 anyagminőségéből készült. A kéregvastagság keresése miatt a fogfelületre merőlegesen keménységmérést végeztünk, amely eredményeit a **3. ábrán** mutatjuk be. Az ábra szerint látható, hogy a felületen kéreg nem volt. A mért 300HV1 keménység egy nor-

malizált, esetleg egy nagyon visszaeresztett szövetszerkezetet jelenthetne.

2. ábra. C60 acélból készült hőkezeletlen fogaskerék 159 óra üzemidő után

3. ábra. Látható, hogy a C60 acélból készült fogaskeréken nincs keménysített kéreg

2.2. Ötvözött szerkezeti acél választása

A fogaskereknek készülhetnek ötvözött nemesíthető acélból is. A **4. ábrán** az előző hajtóműből származó nagyobb igénybevételnek kitett 42CrMo4 acélból készült ferdefogazatú fogaskerék tönkremenetelét mutatjuk, amely a 159 óra üzemidő alatt következett be.

4. ábra. 42CrMo4 acélból készült hőkezeletlen fogaskerék tönkremenetele 159 óra üzemidő alatt

A fogaskeréken kéregvastagság itt sem volt felfedezhető. A keménység ennél is 300HV1 volt. A fogak felületén nagymértékű kipattogzás található, amely a nagy felépő feszültség (Hertz-feszültség) következtében bekövetkezett felületi kifáradás következménye. Ezt jól bizonyítják a felületre merőleges metszeten látható, kifáradásból bekövetkezett repedések is (5. ábra).

5. ábra. Felületi kifáradásból keletkező repedések

3. Hőkezelés

A helyes anyagmegválasztás után a legyártott fogaskerekeket hőkezelni is kell. A művetet megfelelő gondossággal és körültekintéssel kell elvégezni.

6. ábra. 16MnCr5 acélból készült betétezett nyeleskerék tönkremenetele egy hét üzemidő alatt

A 6. ábrán egy betétben edzhető 16MnCr5 anyagból készült, betétezett

nyeleskerék tönkre menetele látható. Az alkatrész folyamatosan működve nem érte el meghibásodás nélkül az egy hetet. A betétezés során elért kéregvastagságot meghatároztuk (7. ábra), amely méréseink szerint 0,85 mm-re adódott.

7. ábra. 16MnCr5 acélból készült betétezett nyeleskerék kéregvastagsága

A fenti nyeleskerék nagy felületi nyomásnak volt kitéve, a felületen ébredő feszültség valószínű, hogy meghaladta a Hertz feszültségre megengedett értékét, így az ismétlődő igénybevétel miatt erősen kigödrösödött. A fogaskeréken lévő kéregvastagság az 5 - 6 modulra javasolt kéregvastagság alsó határán van (0,8 – 1,2 mm). A nagyobb felületi feszültség létrejöttében szerepet játszott az is, hogy pontatlan gyártás, vagy szerelés következtében a fogak nem terhelődtek egyenletesen a teljes hosszuk mentén. A nyomaték átvitele csak a fogak hosszának ~felére terhelődött.

4. Felújítás

A mezőgazdasági gépek sok esetben igen mostoha körülmények között üzemelnek. A fogaskerék hajtások sok esetben ki vannak téve az időjárás körülményeinek, csapadéknak, pornak stb. Kenés hiányában a kopás gyorsan jelentkezik (8. ábra). Sokszor a védettebb helyen lévő fogaskerekek is jelentősen poros környezetben üzemelnek.

8. ábra. Mezőgazdasági gép szabadban üzemelő fogaskerekei [3]

A mezőgazdasági gépek fogaskerekeinek felújítása is hiányolja esetenként a szakértelmet, vagy a felelősséget. A 9. ábrán bemutatott bordás tengely bordái pár órás üzemidő után kihegyesedtek. Az alkatrészről készült csiszolatból kiderült, hogy a meghibásodott bordázat javítása hegesztéssel történt (10. ábra). A felhegesztett rész keménysége csak 220 – 230HV0,2.

9. ábra. Mezőgazdasági gép felújítás után kihegyesedett fogazott tengelye

10. ábra. A fogazott tengely javítása hegesztéssel történt

5. Következtetések

- A kis sorozatba, vagy felújításra gyártandó fogaskerekek anyagának betétben edzhető vagy nemesíthető acélt kell választani.
- A jól megválasztott anyagminőség esetén is hőkezeléssel kell a megfelelő vastagságú cementált vagy kéregedzett kérget biztosítani.
- Fogaskerekek felújításánál a hőbevitel kilágyulással jár.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

Acknowledgement

This research is supported by EFOP-3.6.1-16-2016-00006 "The development and enhancement of the research potential at John von Neumann University" project. The Project is supported by the Hungarian Government and co-financed by the European Social Fund.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bernáth, M.; Végvári, F: *Flender KENW 320 szivattyú hajtóművének meghibásodása*. MECH-TECH Hőkezelő Bt Szakvélemény 2011.
- [2] Bernáth, M.; Végvári, F: *Kukorica betakarító kombajn csőtörő adapter tönkremenetelének vizsgálata*, MECH-TECH Hőkezelő Bt Szakvélemény 2014.
- [3] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Fogasker%C3%A9k>