

OPPONENSI VÉLEMÉNY

Dobránszky János

ÉRTEKEZÉS A FAIPARI SZALAGFŰRÉSZLAPOK KÁROSODÁSÁRÓL című MTA Doktori értekezéséről

Az értekezés 90 számozott oldalt és 103 oldal függelék tartalmaz: ez utóbbi az értekezés anyagának megértését támogató, nagyrészt képes, ábrás illusztráció. Az értekezés témaválasztása időszerű: az értekezés a faipari szalagfűrészlapok károsodása és anyagszerkezeti jellemzői közötti összefüggések feltárásával foglalja össze a szerző ezen a területen végzett több évtizedes kutatómunkájának eredményeit. Értekezésének külön érdemeként emelem ki, hogy egy konkrét ipari feladat tudatosan felvállalt technológiai, anyagtudományi megközelítést helyezett értekezésének középpontjába, korszerű anyagtudományi elméleti és kísérleti eszközökkel támogatva.

A Jelölt a *Bevezetésben* egyrészt felvázolja tudományos pályájának azon elemeit, amelyek a benyújtott értekezés témájának kiindulási pontjaként értelmezhetők, részben pedig ebben a fejezetben összefoglalja a szalagfűrészlapokhoz kapcsolódó alapfogalmakat, elemelve a szalagfűrészlapok igénybevételi típusait és az általánosan alkalmazott szalagfűrész alapanyagokat, megjegyezve, hogy a szalagfűrészlapok anyagára vonatkozóan nincsenek szigorú anyagminőség szerinti előírások, bár szabvány rögzíti a legfontosabb műszaki követelményeket. Részletesen ismerteti a hazai ipari gyakorlatban alkalmazott anyagokat és az olykor kifogásolható anyagválasztási szokásokat.

Az értekezés 2. fejezete *a faipari szalagfűrészlapok töréses káreseteinek elemzésével* foglalkozik, megállapítva, hogy a szalagfűrészlapok károsodása alapvetően két nagy csoportra osztható, nevezetesen regenerálható, illetve nem regenerálható állapotromlási folyamatokra. Több évtizedes ipari megbízások keretében végzett vizsgálatai alapján egy jól áttekinthető osztályozási rendszert alkot meg az ismétlődő terhelés hatására bekövetkező töréses károsodásokra. Nagyszámú káreset elemzése alapján olyan új károsodás-elemzési eljárást dolgozott ki, amely különféle anyagvizsgálati módszerek alkalmazásával és eredményeinek értékelésével a törési esetek jelentős részénél lehetővé tette a károsodás mechanizmusának és kiváltó okainak feltárását is. Ebben a károsodás elemzési munkában újdonság értékű, hogy a hagyományos mikro- és makro-szerkezeti vizsgálatok mellett, a mezoszintű anyagszerkezeti és felületi jelenségek elemzésének is fontos szerepet tulajdonított, bár a mezoskála értelmezési tartományára adott 0,1-10 mm-es intervallum meglehetősen önkényesnek tűnik.

Kérem válaszában térjen ki ezen értelmezési tartomány választás indoklására.

Ezt követően a 2. fejezetben Jelölt szisztematikusan elemzi a szalagfűrészlapok töréses káreseteit. Az elemzés során külön csoportban vizsgálva a fogtő-repedéses károsodást, a hegesztett kötések károsodását, az atipikus töréses károsodásokat és a fogtöréses károsodásokat. A káreset elemzések alapján rámutat arra, hogy a leggyakoribb töréses károsodást a fogtő-repedéses károsodás jelenti. Részletesen elemzi a töréses károsodások főbb hatótényezőit, kiemelten a martenzites edződési réteg szerepét, a hegesztett kötések inhomogenitásának és varrathibáinak szerepét, valamint az élezési folyamat során keletkező sorja szerepét. A ható tényezők között a mikroszerkezeti tényezőket – kissé rendhagyó módon kezelve – erősen ki-terjesztett értelmezéssel kezeli. Itt ugyancsak felvetődik a mezoskála értelmezésénél már ész-revételezett, a széles körben elfogadott mikroszerkezeti értelmezés némiképp önkényes értel-mezése. ***Ezzel kapcsolatban kérem térjen ki válaszában az itt alkalmazott mikroszerkezeti értelmezés indoklására.***

Összegezve a töréses károsodás hatástényezőit helyesen állapítja meg, hogy martenzites ré-teg jelenléte mind a tipikus, mind pedig az atipikus töréses károsodások során a legjelentő-sebb mikroszerkezeti hatástényezőnek tekinthető. Az ipari káresetek elemzése alapján megál-lapítja, hogy milyen körülmények vezetnek a fogszalagon és a hátszalagon is a martenzites rétegek keletkezéséhez. Itt ismét egy önkényesnek tekinthető megállapítással találkozunk, amikor a Jelölt a vas-szén egyensúlyi diagram eutektoidos hőmérsékletét 727°C -ban határozza meg. Bár az eltérés nem jelentős, mind a vonatkozó szabvány, mind pedig az elérhető mérték-adó irodalmak ezt az értéket 723°C -nak adják meg. ***Kérem, indokolja az általánosan elfoga-dott és a szabványban is rögzített eutektoidos hőmérsékleti érték eltérő választását.***

Itt jegyzem meg, hogy bár a Jelölt a Bevezetésben indokolja az értekezés szerkesztésénél alkalmazott megoldást, nevezetesen azt, hogy a 100 oldalas terjedelmi korlát betartását úgy tudta biztosítani, hogy lényeges ábrákat a 103 oldalas függelékbe „számúzi”, ezzel folyamatos és olykor nem is teljesen egyértelműen definiált oda-vissza lapozgatásra kényszerítve a bírálót. ***A vonatkozó terjedelmi korlát ilyen módon való megkerülését nem igazán tartom elfo-gadhatónak.*** Ugyanakkor feltétlenül kiemelendőnek tartom az értekezés gondos formai kivi-telezését, a kiváló ábra és fénykép illusztrációkat.

A továbbiakban Jelölt a hegesztett kötések inhomogenitásának és a varrathibáknak a szere-pét elemezve, a szalagfűrészlapok hegesztett kötéseit a hegesztő eljárások szerint csoportosítja és elemzi a különböző eljárások hatását, szerepét a töréses károsodási folyamatokban, helye-sen feltárva a főbb okokat.

Ezt követően az élezési folyamatban keletkező sorja szerepét elemezve megállapítja, hogy a sorja, mint a mezoskála tartományába eső felületi hiba két mikroszerkezeti hatástényező révén járul hozzá a töréses károsodáshoz, nevezetesen a keletkező mikrorepedések és a kialakuló martenzites felületi réteg révén. Rámutat arra és fogtő-repedéses káresetekkel igazolja, hogy ha eredendően nincs is martenzites réteg a fogszalagon, az megjelenhet a sorja felső rétegén, amely üzem közben könnyen terjedőképes repedést jelenthet.

A következőkben Jelölt a szalagfűrész alapanyagok összehasonlító vizsgálatával foglalkozik. A szokásos vizsgálatok (összetétel, szövetszerkezet, alapvető mechanikai tulajdonságok vizsgálata) mellett kiemelendő a vékonylemezekre kidolgozott új ütővizsgálati módszer. Ugyanakkor megállapítandó, hogy az alkalmazott 3-3 darabból ponthegeztéssel egyesített minta semmilyen szabványos vizsgálati eljárásnak nem felel meg, az ezekkel kapott eredmények legfeljebb azonos körülmények között végzett vizsgálatoknál használhatók fel összehasonlító értékelésre. Továbbá azt is érdemes megjegyezni, hogy még azonos körülmények között végzett vizsgálatoknál, az ily módon egyesített próbatestek esetén további bizonytalanságokkal kell számolni.

A szalagfűrészlapok üzemi igénybevétele alapján a kifáradási vizsgálatok végzése kézenfekvő választás. Azonban, ahogyan a Jelölt is megállapította, az üzemi körülményeket a rendelkezésre álló berendezésekkel még megközelítőleg sem tudta rekonstruálni, ehelyett a lehető legegyszerűbb kisciklusú és kvázi-kisciklusú fárasztó vizsgálatok mellett döntött. Az egyszerű kísérletek feltételeit gondosan megtervezve és kivitelezve, a vizsgálati eredmények alapján levonható lényeges következtetéseket fogalmazott meg (ld. 50. oldal).

Korábbi vizsgálataiban új szakasz kezdődött, amikor 2002-ben az INSA Lyon egyetemen folyó kutatásokba bekapcsolódva megismerkedett a termo-elektromos erő mérési lehetőségeivel, majd hazatérve idehaza is olyan vizsgálati körülményeket tudott megteremteni, amellyel a szalagfűrészlapok korábbi vizsgálatait mikroszerkezeti téren új vizsgálatokkal és eredményekkel tudta gazdagítani. Ez a szalagfűrészlapok károsodási folyamataiban a mikroszerkezeti tényezők szerepének új megközelítését, értelmezését tette lehetővé.

Ezekből kiindulva, fontos következtetésekre jutott: megállapította, hogy a termo-elektromos erő változás hátterében olyan mikroszerkezeti változások tapasztalhatók, amelyek kihatnak a szalagfűrészlapok vágási viselkedésére. Ennek kimutatására újszerű vizsgálatokat végzett a szalagfűrészlapok elsődleges anyagának számító, eutektoidos összetételű rugóacélon nemesített és megeresztett állapotban. A termo-analitikai vizsgálatok hőáram görbéinek elemzéséből fontos mikroszerkezeti változásokra következtetett, nemesített szalagok karbid-

szerkezetének, valamint a maradék austenit viselkedésére, SEM és TEM vizsgálatokkal alátámasztotta azt a korábbi feltételezését, mely szerint főleg az edzést követően mennek végbe azok a mikroszerkezeti változások, amelyek alapvetően meghatározzák a szalagfűrész alapanyagok ciklikus mechanikai igénybevételekkel szembeni viselkedését.

A hengerlési és a maradó feszültségek elemzésével egy olyan gyártási hibaforrásra is rámutatott, amely kedvezőtlenül befolyásolja a bombírozott szalagfűrészlapok feszültség szerkezetét: ennek hatásai az üzemeltetés közben észlelhetők, ezért olyan vizsgálati módszert keresett, amellyel a feszültség szerkezet „láthatóvá” tehető. Megállapította, hogy a digitális holografikus interferometria egy ígéretes alkalmazási lehetőséget jelent ezen a területen, de egy saját eljárást is kidolgozott bombírozott és bombírozatlan szalagfűrészlapok vízsugaras eljárással végzett feldarabolása után megvalósított termo-elektromos erő mérésekkel.

A kutatómunka egyik legeredetibb fejezetét a faipari szalagfűrészek hegesztett kötéseinek és fogainak töréses károsodásával kapcsolatos kutatások képezik. E vizsgálatok alapján fontos megállapításokat tett a hegesztett kötések törésével, a töréses károsodásra ható tényezők fontossági sorrendjének felállításával kapcsolatban.

Az új tudományos eredmények (tézisek) értékelése

Jelölt kutatómunkájának legfontosabb eredményeit, következtetéseit a 4.2. pontban 5 tömören megfogalmazott tézispontban foglalja össze.

1. Az eutektoidos rugóacél alapanyagú faipari szalagfűrészlapok és hegesztett kötéseik töréses károsodását átfogó rendszerbe foglalva, új károsodáselemzési módszert dolgozott ki az üzemi körülmények között bekövetkező töréses tönkremenetek okainak meghatározására. ***A tézist új tudományos eredményként elfogadom.***
2. A 2. tézisben megfogalmazott azon megállapítása, mely szerint a martenzites felületi réteg kialakulása a fogtő repedéses és hátszalag repedéses törési károsodások meghatározó mikroszerkezeti hatástényezője ***új tudományos eredményként elfogadom***, a tézis második részében megfogalmazott esetlegesség ellenére.
3. A 3. tézis a hegesztett kötések töréses károsodására vonatkozóan ismert általános megállapításokat tartalmaz, ***új tudományos eredményként nem fogadom el.***
4. A 4. tézis az adott témában végzett több évtizedes, ipari megbízások keretében folytatott kutatásainak, megfigyeléseinek a tapasztalatait összegzi, fontos gyakorlati megállapításokat tartalmaz, de ***új tudományos eredményként nem fogadható el.***

5. Az 5. tételben a Jelölt a kutatásai során kidolgozott vizsgálati és értékelési módszereket összegzi, amelyek alapján az eutektoidos rugóacél anyagminőségű szalagfűrész alapanyagok károsodási folyamataival összefüggő mechanikai és mikroszerkezeti tulajdonságok meghatározását végezte. *A tétist új tudományos eredményként elfogadom.*

Összefoglalva:

A benyújtott értekezés a választott témakörben a Jelölt széleskörű ismereteit, sokoldalú tájékozottságát, hosszú évtizedeken keresztül végzett magas szintű ipari és tudományos kutatómunkáját meggyőzően tanúsítja. Az értekezés valamennyi fejezete, az elvégzett vizsgálatok és azok elemzése is a tudományos problémák sokoldalú megközelítését mutatja. Elért eredményeit nagyszámú – részben társszerzőkkel közösen készített – publikációban ismertette, amelyek kiállták a nyilvánosság próbáját. A szakirodalomban való jártasságát és alkotó alkalmazását az értekezésben felhasznált 236 irodalom jelzi, amelynek kritikájaként elmondható, hogy az irodalomjegyzékben nem lelhető fel az a rendszerező szemlélet, ami az értekezés fő fejezeteit jellemzi. Az irodalomjegyzék összeállítása e tekintetben meglehetősen esetleges, sem időrendi, sem alfabetikus, sem tematikus rendszerezés nem igazán érvényesül.

Értekezésének külön érdekességként emelem ki ugyanakkor, hogy egy konkrét ipari feladat tudatosan felvállalt technológiai, anyagtudományi megközelítését helyezte értekezésének középpontjába, korszerű anyagtudományi elméleti és kísérleti eszközökkel támogatva.

A benyújtott doktori értekezés – a vitatott és kifogásolt részletekkel együtt is – eleget tesz az MTA doktora cím odaítélésével szemben támasztott tartalmi és formai követelményeknek, az elért eredményeket elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez és az értekezés nyilvános vitára bocsátását javaslom.



Tisza Miklós

a műszaki tudomány doktora

Miskolc, 2015. január 30.