

Bírálat

Tárgy:

Dobránszky János „Értekezés a faipari szalagfűrészlapok károsodásáról” című doktori műve.

Az MTA doktori értekezés a faipari szalagfűrészlapok ipari káresetei okfeltárásának a bázisán indult, majd szélesedett ki a kérdés általánosítása irányába, és vált ilyen módon egy átfogó anyagtudományi kutatómunkává, amelynek célja a szalagfűrészlapok üzemi tulajdonságai (üzemidő, károsodás és tönkremenetel) és a fűrészlapok anyagának anyagszerkezeti és gyártástechnológiai jellemzői közötti összefüggések megismerése, az eredmények általánosítása és tudományos következtetések levonása. A tudományos eredmények szisztematikus összegzése mellett a két évtizedes kutatómunkát végigkísérte az eredmények folyamatos visszacsatolása a gyártó- és felhasználó ipar felé.

A Jelölt – értekezésében – 90 oldalon, amit egy 103 oldalas, ábrákat tartalmazó függelék egészít ki, öt fő fejezetre tagolva dolgozza fel a választott témát. Az értekezés felépítése világos és áttekinthető, nyelvezete példás, ábrái és táblázatai precízek és kifejezőek. Az értekezés 236 általános és 35, az értekezés témakörében megjelent saját hivatkozást tartalmaz. A Jelölt az új tudományos eredményeit öt tézisben foglalja össze.

Az értekezés **első (nem számozott) fejezete** a kutatómunka és az értekezés célkitűzéseit írja le. Világosan kiderül az ipari indíttatás, ami az eredmények hasznosulásával egyetemben (ez utóbbit a Jelölt az értekezés végén röviden összefoglalja), emeli az értekezés értékét. Ebben a fejezetben olvasható az értekezés szerkezetének indoklása. Ugyan érthető a Jelölt arra vonatkozó logikája, hogy így át tudta hidalni a terjedelmi korlátot, ez a szerkezet a Bírálónak nehézséget okozott. A függelékben található nagyszámú káresetből ki lehetett volna választani a reprezentatív eseteket és azokat az értekezés fő részében lett volna szerencsésebb bemutatni. Annál is inkább, mert az F2 függelék 104 ábrája (minden ábra átlagban 5-6 képet tartalmaz) sok tartalmi ismétlést foglal magában. Idézem a Jelöltet (értekezés 2. oldal közepe): „a kevesebb néha több”; ez itt alkalmazható lett volna.

A tudományos értekezések célkitűzését motiválhatja megoldandó technológiai probléma, mint a jelen esetben is, de nem kerülhető meg a célok rögzítését megelőzően egy szakirodalmi áttekintés. Ezt itt nem találtam meg, így számomra – amellet, hogy világos a (hazai) ipari probléma – nem világos az, hogy a probléma hol helyezkedik el nemzetközi kitekintésben, továbbá nem találtam arra való utalást sem, hogy hol fedezett fel a Jelölt az adott tudományterületen olyan bizonytalanságot vagy tudáshiányt, amelynek a csökkentése, megszüntetése szerepel a kutatása céljai között. Kézenfekvő lett volna a célkitűzést ezekre az információkra felépíteni.

Az értekezés **1. fejezete** lényegében a témakör műszaki ismertetése, bevezetése. A Jelölt itt definiálja a legfontosabb fogalmakat, a szalagfűrészlapok igénybevételét, a használat közben

bekövetkező károsodási formákat (vágási élettartam), valamint a járatos és az általa vizsgált fűrészlap alapanyagokat. A gyártástechnológiára vonatkozóan (beleértve a hegesztést) a későbbi fejezetek térnek ki, holott talán logikus lett volna a technológiai kérdéseket is itt, az anyagokkal együtt tárgyalni. A vágási élettartam alfejezetben a Jelölt értelmezi az értekezés kulcsfontosságú fogalmát, a károsodást. Azt írja, hogy „csak a töréseket –tehát a repedések észlelését vagy a teljes törést – tekintik károsodásnak.” A meghatározás már azért sem helyes, mert a repedés még nem törés és annak észlelése különösen nem az. Ugyanebben a bekezdésben megkülönböztet rendes és rendellenes károsodást, ami elfogadható, ha így definiálja. Véleményem szerint a károsodás egy folyamat (az értekezés vonatkozásában többnyire fárasztó igénybevétel okozza); ezzel szemben a törés a károsodási folyamat végeredménye, egy gyakorlatilag nulla idő alatt bekövetkező esemény, azaz a tönkremenetel.

Az értekezés **2. fejezetében** a Jelölt a szalagfűrészlapok töréses (azaz rendellenes, lásd előző bekezdést) káreseteinek elemzési eredményeit mutatja be, majd ezek szintetizálása után megfogalmazza a károsodások hatástényezőit. Bírálatom korábbi részében már említettem, hogy ebben a fejezetben a kevesebb több lett volna. Mondom ezt azért, mert több mint ötven esettanulmányt mutat be az értekezés. Ezek oka szinte kivétel nélkül alapanyag vagy gyártási (többnyire hegesztési) hibára, illetve néhány esetben az üzemi paraméterek helytelen megválasztására vezethető vissza. Csak néhány idézet, amelyek tucatszor ismétlődnek: „a vizsgálatok számos varrathibát tártak fel”, „az előmelegítés és az utóhőkezelés elégtelensége”, „a sötétre színeződött foltok varrathibák: összeolvadási hibák, melegrepedések”, „a hegesztett kötés hemzseg a hegesztési varrathibáktól”, „egyedi mechanikai sérülések”, „éles bemetszés jellegű kötéshiba”, „150 mikrométert meghaladó főméretű sorja”, „kopást okozó rendellenes gördülés”.

A töréses káreseteket a Jelölt a következő csoportokba sorolja be:

- fogtőrepedés (tipikus károsodás),
- a fűrészlap végtelenítésére szolgáló hegesztett kötés törése,
- atipikus töréses károsodások,
- fogtöréses károsodások.

A káresetek statisztikai feldolgozása azt mutatja, hogy a fogtőrepedések képezik a károsodások kb. 90%-át. Ez összhangban van az 1. fejezetben bemutatott terhelések elemzéséből levonható következtetéssel: a fűrészlap mértékadó terhelése ciklikus hajlítás, amiből következik, hogy a jellemző károsodási forma a fáradás.

A hatástényezőket a Jelölt mikroszerkezeti hatástényezőknek nevezi, hiszen anyagtudomány értekezésről van szó, és a következőképpen értelmezi, illetve csoportosítja:

- mikroszerkezet,
- hegesztett kötések anyag- és tulajdonságbeli inhomogenitásai,
- élezési folyamat során képződő sorja,
- a fűrészlap felületi sérülései.

A bemutatott káreseteket (mintaszám > 50) elemezve ez a csoportosítás teljes mértékben elfogadható. Talán nem tudományos szintű kérdés, de elgondolkodtató, hogy a négy azonosított hatástényező közül az utolsó három a helytelenül megválasztott vagy elvégzett gyártástechnológiából ered (gyártási kultúra). A nem kielégítő gyártási kultúrára az értekezésben is találunk egyértelmű utalásokat.

A **3. fejezet** a szalagfűrészlap alapanyagok összehasonlító vizsgálatával foglalkozik, ami tulajdonképpen nem más, mint az előző fejezetben azonosított hatástényezők közül az általam érdeminek tekintett hatástényező (mikroszerkezet és a mikroszerkezet által determinált

tulajdonságok) vizsgálata. Felépítésében és tartalmában ezt a fejezetet tartom az értekezés legértékesebb részének. A kutatómunka különböző gyártók C60 és C75 jelű, különböző vastagságú szalagjainak gyártástechnológiai illetve üzemi kísérleteire terjed ki.

Első lépésben (3.1 alfejezet) a minták mechanikai tulajdonságait határozzák meg és vetik össze, ahol a Jelölt a szabványos vizsgálatok mellett – tekintettel a lapvastagságra – nem szabványos módszereket is alkalmaz (pl. „réteges” *Charpy* próbatestek, módosított Navy-vizsgálat). A kifáradási jellemzők vizsgálata a mértékadó károsodási mechanizmus ismeretében igen fontos. A Jelölt praktikus okok miatt nem tudta modellezni a tényleges terhelési folyamatot, ami – tekintettel az üzem közben ébredő feszültségek összegének és az alapanyag folyáshatárának a viszonyára – nagyciklusú fárasztó igénybevételt idéz elő az anyagban, és erővezérléses (!) kisciklusú fárasztó vizsgálatokat végez olyan vizsgálati paraméterekkel, amelyek véleménye szerint alkalmasak a következtetések levonására. Bevezeti a kvázikisciklusú fárasztás (törési ciklusszám) fogalmát, amit nem ismer a szakirodalom; alkalmazását nem javaslom. A mechanikai vizsgálatok szórása megerősíti a Jelölt azon hipotézisét, hogy a különbözőségekre a mikroszerkezet vizsgálata ad majd választ.

A 3.2 alfejezet foglalja össze a tényleges mikroszerkezeti vizsgálatok eredményeit. A Jelölt az anyagszerkezet vizsgálati eljárásainak széles skáláját veti be. Termoelektromos erőt (relatív *Seebeck* együtthatót, S) mér és összefüggést talál az S és a megeresztés paraméterei, illetve a megeresztési folyamatok átalakulási termékei között. Ebből arra következtet, hogy a termoelektromos erő változása összefügg mikroszerkezeti tényezőkkel. Kulcsfontosságúnak tartja az ausztenit átalakulásának körülményeit, amit termoanalitikai mérésekkel vizsgál. Ezeknek a méréseknek az eredményei is aláhúzzák a mikroszerkezeti változások jelentőségét (az eredmények összhangban vannak a termoelektromos erő mérés eredményeivel).

Transzmissziós elektronmikroszkópos (TEM) és pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálatokkal történik a minták karbidszerkezetének a vizsgálata. Az eredmények arra utalnak, hogy első sorban az ausztenit-martenzit átalakulás határozza meg az anyag karbidszerkezetét. Kiemelt szerepet kap a vizsgálatok között a maradék ausztenit mennyisége és ennek a későbbi technológiai folyamat (bombírozás) alatti átalakulása alakítási martenzitté. Ennek vizsgálatához a jelölt EBSD és röntgendiffrakciós (XRD) technikát alkalmaz. A mikroszerkezeti vizsgálatokat a hengerlési (bombírozási) maradó feszültségek vizsgálata és elemzése zárja. Ehhez a Jelölt kidolgozott egy ötletes eljárást, amellyel felszabadítja és így láthatóvá teszi az anyagban maradó feszültségeket. A mintákon itt is termoelektromos erőt mér, és összefüggést talál a maradó feszültségeket meghatározó alakítás mértéke és a *Seebeck* együttható között. Az eredmények elfogadhatóak.

Az értekezés **4. fejezete** tartalmazza a tudományos eredmények összefoglalását és a téziseket. A tudományos eredmények összefoglalása lényegében az értekezésben bemutatott eredmények felsorolása; új szempont vagy eredmény itt nem jelenik meg. A Jelölt a következőképpen csoportosítja eredményeit (szám szerint 33-at):

- A fűrészlapok üzemi körülmények között elszenvedett károsodásának rendszerzése és a károsodás elemzésére kidolgozott és eredményesen alkalmazott eljárás.
- A tipikus és az atipikus károsodási esetekből leszűrt általános összefüggések.
- A fűrészlapok hegesztett kötéseinek és fogainak törésével kapcsolatos munka.
- Alapanyagok összehasonlító vizsgálata.

Tézisek:

A Jelölt új tudományos eredményeit öt tézisben fogalmazta meg. Véleményem a tézisekről a következő:

- Az **1. tézist elfogadom** az értekezésben közölt formájában. A tézisben foglaltakat az elvégzett és az értekezésben bemutatott nagyszámú káreset elemzés módszere és az elemzésből levont következtetések tökéletesen megalapozzák.
- A **2. tézist elfogadom**. Meg kell azonban jegyezni, hogy nem egyértelmű számomra, hogy a tézis csak a hátszalag repedései károsodásaira vonatkozik-e vagy a fogtő repedései károsodásaira is. Amennyiben az utóbbira is kiterjed, akkor az okok közé fel kell venni az élezést is. Amennyiben nem, akkor a fogalmazás helyes.
- A **3. tézist elfogadom** az értekezésben közölt formájában.
- A **4. tézist elfogadom** az értekezésben közölt formájában.
- Az **5. tézist** nem tekintem tudományos eredménynek, ezért **nem fogadom el**. Kétségtelen, hogy a Jelölt sikeresen alkalmazta az anyagtudomány vizsgálati módszereinek széles skáláját és néhány vizsgálati módszert célirányosan módosított, de ez nem tudományos tézis értékű.

Összegezve:

Dobránszky János értekezését igen értékes munkának tartom, amely új tudományos eredményeket hozott a faipari szalagfűrészlapok teljesítőképességének növelése területén. Különleges értéke a munka ipari beágyazottsága. A bemutatott eredmények megítélésem és ismereteim szerint hiteles adatokat tartalmaznak.

Mindezek alapján javaslom Dobránszky János MTA doktori értekezésének nyilvános vitára bocsátását.

Bicske, 2015. 02. 12.



Dr. Trampus Péter
az MTA doktora