XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A FA TÖMÖRÍTÉSÉNEK HATÁSA A MECHANIKAI TULAJDONSÁGOKRA

Kuzsella László, Dr. Szabó Imre

Abstract

The wood is one of the most favourable structural material. It appears on all fields of the ordinary life. It is difficult to say an application where the wood is not used due to its cheap price, availability and just simply the beauty.

Beside of the wide range of process technologies a new process appeared. This process changes the properties of the material and brings many new applications to this traditional material. This process is the compression of the structural wood material.

This publication studies the effect of the compression on the mechanical properties of two hardwoods (beech: *fagus sylvatica*, oak: *quercus*) with the help of the three-point bending test.

Összefoglalás

A fa az egyik legrégebbi és leggyakrabban alkalmazott szerkezeti anyag. A mindennapi élet minden területén feltűnik, nehéz olyan hétköznapi alkalmazást mondani, ahol ne alkalmaznák a fát, olcsó ára, könnyű beszerezhetősége, vagy egyszerűen szépsége miatt.

Széleskörű feldolgozási technológiái mellett egy újabb technológia jelent meg, melynek hatására tulajdonságai teljesen megváltoznak és ebből következően a faanyag újabb alkalmazási területei jelennek meg. Ez a technológia a fa tömörítésének eljárása.

Jelen dolgozat, a leggyakrabban alkalmazott keményfa, a tölgy és a bükk esetében vizsgálja a mechanikai tulajdonságok változását hárompontos hajlító övizsgálat segítségével.

1. Bevezetés

A fa hajlítása a fa megmunkálásának egyik igen fontos módja. A hajlítás egyik előnye az anyagmegtakarítás, mivel az íves alkatrészek előállításánál a kisebb keresztmetszeti méretek mellett nagyobb szilárdság érhető el, mert hajlításkor nem vágjuk át a fa rostjait (1. ábra). A másik előny, hogy hajlítással igen változatos sík-, illetve térgörbe alkatrészek állíthatók elő [1].

A gőzöléses fahajlítás technikája régóta ismert. Michael Thonett nevéhez fűződik a technológia kiterjesztése ipari méretekre [2].

De a technológia alkalmazása meglehetősen nehézkes. A felmelegített faanyag kihűlés után, ismét nehezen hajlíthatóvá válik [3]. A Thonett-eljárás megjelenése után több mint másfél évszázaddal 1988-ban megjelent a fa tömörítésén alapuló eljárás, mely teljesen új dimenziókat nyit meg a hajlított fa alkalmazási körén belül, kiküszöbölve a Thonett-eljárás hibáit, megtartva annak előnyeit.

A tömörített fa előnye hajlításkor:

- hidegen tárolható és időbeni korlátozás nélkül hajlítható;
- nagymértékű alakváltozásokat is elvisel, lényegesen nagyobb mint tömörítés nélkül, továbbá minden irányban hajlítható;
- az alakítás egyszerű eszközökkel és kis hajlító erővel végezhető;
- környezetbarát módon – vegyi anyagok alkalmazása nélkül – állítható elő;
- a kiszáradás utáni alaktartóssága és szívóssága igen kedvező;
- a tömörítés hatására néhány mechanikai tulajdonsága kedvezően változik.

1.1. A tömörítés technológiája

A fatömörítési eljárás lényege, hogy a rúd alakú faanyagot hossz tengelye mentén, rostirányban zömítik a keresztmetszet változása nélkül.

A tömörítés előtt a faanyagot melegíteni kell, minek következtében nyomó szilárdsága lecsökken, alakíthatóbbá válik és képes elviselni a zsugorodást jelentősebb károsodás nélkül.

A melegítés két módon valósítható meg: gőzöléses vagy nagyfrekvenciás melegítéssel.

A folyamat során a faanyagot kb. 100°C-ra hevítik. A hőközlés idejét az alkatrész geometriai méretei határozzák meg, elsősorban a keresztmetszete.

A melegített munkadarabokat egyenként vagy kötegekbe rendezve beteszik a tömörítő gépbe, ahol hossz tengely menti zsugorításon mennek keresztül. A tömörítést számítógép szabályozza. A nyomás hatására fellépő kihajlás megakadályozása céljából a tömörítés során a munkadarabokat oldalirányban meg kell támasztani.

A présnyomás fokozatos csökkenésével a rugalmas deformáció kiegyenlítődik az anyagban, miután a tömörítés fokától függő maradandó hosszcsökkenés figyelhető meg.

A tömörített faanyag tárolásakor különösen ügyelni kell a gombásodás, illetve a nedvességtartalom jelentős csökkenésére. A tömörítés után a faanyag kiválóan hajlítható, majd – száradás után - a kívánt formában „megszilárdul”.

2. Mechanikai vizsgálatok

Két, Magyarországon leggyakrabban használt keményfa, a bükk és a tölgy tömörítését végeztük el, majd mechanikai mérésekkel vizsgáltuk a tulajdonságok változását a tömörítés fokának függvényében.

Tekintettel a faanyagok tulajdonságainak általánosan jellemző rossz ismételhetőségre, minden esetben 25 párhuzamos mérést végeztünk faanyagonként, három tömörítettségi fokon.

Bükk esetében a háromféle tömörítettségi fokok a következők voltak:

tömörítetlen (normál bükk), 15 ill. 20%.

Tölgy esetében a háromféle tömörítettségi fokok a következők voltak:

tömörítetlen (normál tölgy), 10 ill. 20%.

2.1. Hárompontos hajlító vizsgálat

A hajlító vizsgálatokat INSTRON 5566 típusú univerzális anyagvizsgáló berendezésen végeztük, és a Bluehill nevű szoftvercsomag segítségével értékeltük ki az eredményeket.

A vizsgálati körülményeket ill. a mintadarabok geometriáját az EN ISO 178 [4] alapján választottuk meg. Az előterhelés mértéke: 5N; terhelési sebesség: 2mm/min.

A mintadarabok keresztmetszete (a×b): 10×10mm; az alátámasztási hossz (L): 120mm.

A következő ábrán a tömörítettségi fokokra jellemző hajlító diagrammok láthatók a két vizsgált faanyag esetében.

3. ábra. Tipikus hárompontos hajlító diagrammok különböző tömörítettségi fok esetén

Az eredmények átlagolva és táblázatos formában összefoglalva az 1. táblázatban található.

1. táblázat. A hárompontos hajlító vizsgálat eredményei a tömörítés mértékének függvényében, bükk és tölgy esetében

Faanyag	Bükk			Tölgy		
Tömörítés mértéke	tömörítetlen	15%	20%	tömörítetlen	10%	20%
E [MPa]	12 007,45	4 448,49	3 660,03	7 200,63	4 178,05	3 931,39
F _{max} [N]	802,79	495,49	415,63	524,04	402,84	412,60
σ _{max} [MPa]	144,38	91,91	76,23	94,52	75,57	78,67
y _{törés} [mm]	11,83	33,22	36,18*	9,61	25,81	35,11
W [Nm]	3 068,03	11 511,90	12 367,00	1 908,29	6 144,26	10 180,42

E: rugalmassági modulusz; $F_{\max}$: a hajlítás során elviselt legnagyobb erő; $\sigma_{\max}$: hajlítószilárdság; $y_{\text{törés}}$: a törésig elviselt maximális behajlás; W: a törésig elnyelt energia.

Mind a két faanyag esetében teljesen azonos tendencia figyelhető meg a tömörítés fokának függvényében.

- A rugalmassági modulusz nagymértékben lecsökken. 20%-os tömörítés esetén büknél mindegy harmadára, tölgyenél felére a tömörítetlenhez képest;
- Az elviselt maximális erő és ebből következően a hajlító szilárdság tömörítés hatására lecsökken;
- A törésig elviselt behajlás, alakváltozás nagymértékben megnő. Mindkét esetben a 20%-os tömörítési fok mellett négyszeresére nő a tömörítetlen faanyaghoz képest;
- A görbe alatti területek, mely tulajdonképpen a törésig elnyelt energiát jelentik, drasztikusan megnőnek, ami a szívóssági tulajdonságok jelentős javulására enged következtetni.

3. Összefoglalás

A hárompontos hajlító vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy tömörítés után a faanyag merevsége (a tömörítés mértékétől és a faanyagtól függően) kb. harmadára-felére csökken, míg az alakíthatóságának mértéke kb. négyszeresére nő, ami nagymértékben megkönnyíti a feldolgozhatóságát.

Mindezek mellett a hajlítás során az anyag által elnyelt energia négyszeresére nő, ami az anyag szívósságának növekedésére utal.

Irodalomjegyzék

- [1] Vadasné Szilágyi Éva, *Faipari anyagismeret*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001
- [2] Molnár Sándor, *Faanyagismeret*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2004
- [3] Szabó Dénes, *Faipari kézikönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963
- [4] EN ISO 178 Plastics- Determination of flexural properties

Kuzsella László, okleveles mérnök-fizikus

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Polimermérnöki Tanszék

3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36 70 3352552

Fax: +36 46 365924

E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu