XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

ROSTIRÁNYÚ TÖMÖRÍTÉS HATÁSA A BÜKK LOGARITMIKUS DEKREMENTUMÁRA

KUZSELLA László

Abstract

The improvement of science and technology have emerged a high number of applications to change the structures and properties of almost all materials. Wood is not an exception either with new technologies to change its properties since its area of application has continuously been extended. One of the most perspective is the wood compression in fiber direction. This process changes the properties of the wood material and results in a number of new applications. This publication based on the usage a very simple method which shows the effect of the fiber direction compression on beechwood.

Key words:

longitudinal compression of wood, logarithmic decrement, damping characteristics internal friction

Összefoglalás

A tudomány és a technológia fejlődésével egyre több módszer születik az anyagok szerkezetének és ezzel együtt tulajdonságainak megváltoztatására valamint ezek vizsgálatára. Nem kivétel ez alól a fa sem. Újabb és újabb technológiák születnek a faanyag megváltoztatására, miáltal alkalmazási területe is folyamatosan bővül. Rostirányú tömörítés hatására a faanyag mikroszerkezete megváltozik, aminek eredményeképpen a faanyag tulajdonságai drasztikusan megváltoznak. A cikk egy rendkívül egyszerű módszert mutat be a logaritmikus dekrementum meghatározására, melynek segítségével nyomon követhető a rostirányú tömörítés hatása bükk faanyagon.

Kulcsszavak:

rostirányban tömörített faanyag, logaritmikus dekrementum, csillapítási tényező, belső súrlódás

1. Rezgés csillapodása, logaritmikus dekrementum

Rezgésbe hozott szilárd test rezgése az idő múlásával fokozatosan csillapodik, amplitúdója csökken, majd elhal. A rezgésbehozáskor bevitt energia egyrészt hang formájában kisugárzódik valamint, hővé alakul a test megfogási pontjain, alátámasztásain a súrlódás következtében, valamint az anyag belső súrlódása következtében elnyelődik. Ezt nevezzük csillapodásnak. A csillapítás eredményeképpen a rezgések a szilárd testben nem pontosan harmonikus rezgések. Időben csillapodó rezgést általános alakban a következő függvény írja le.

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\beta t} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \alpha) \quad (1)$$

Ahol, x – kitérés mértéke; x_0 – kitérés a kezdő időpillanatban; f – a csillapított rezgés frekvenciája; α – a fáziseltolódás szöge; t – idő; β – csillapítási tényező.

A következő, 1. ábrában megfigyelhető a csillapodó rezgés és a burkológörbéje.

1. ábra Csillapodó rezgés és exponenciális fedőgörbéje

A függvény felbontható két függvény szorzatára – a (1) egyenletnek megfelelően – egy szinuszos függvényre és egy exponenciális részre. Az exponenciális rész a csillapodó rezgés fedőgörbéjeként is felfogható [1].

A csillapítási tényezőtől túl több csillapítást leíró paraméter is elterjedt, ezek közül az egyik legfontosabb a logaritmusos dekrementum (Λ), mely két egymást követő amplitúdó hányadosának a természetes alapú logaritmus.

$$\Lambda = \ln \frac{A_n}{A_{n+k}}, \text{ általános esetben pedig } \Lambda = \frac{1}{k} \ln \frac{A_n}{A_{n+k}} \quad (2)$$

Ahol, k : a lengések száma.

A logaritmusos dekrementum használatának előnye, hogy független a rezgés frekvenciájától és segítségével megadható a csillapító erők által befolyásolt rezgés frekvenciája a következő összefüggéssel [2].

$$f_0 = f \sqrt{1 + \left(\frac{\Lambda}{2\pi} \right)^2} \quad (3)$$

Ahol, f_0 : a csillapítatlan rezgés frekvenciája.

A logaritmusos dekrementum meghatározása az előző képletek alapján egyszerűnek tűnik. A csillapodó rezgést rögzíteni kell digitálisan, és a fedőgörbe egyenletéből a kitevő és a frekvencia segítségével kiszámítható. Ez a gyakorlatban úgy történik, hogy elvégezzük kétszer időben eltolva a digitális jel Fourier transzformációját. Kiválasztjuk valamelyik tetszőleges karakterisztikus csúcsot és a csúcs-

amplitúdók aránya és az időeltolás ismeretében a logartmikus dekrementum kiszámítható a (2) egyenlettel [3].

A karakterisztikus csúcs kiválasztásakor célszerű olyat választani, amelynek amplitúdója minél nagyobb és a többi csúcstól jól elkülönül. Ebből az okból kifolyólag a longitudinális hullámok sajátfrekvencia csúcsa a legkézenfekvőbb. A módszer kivitelezése számítógépet és megfelelő szoftvert használva viszonylag egyszerű. Az időeltolást ($k \cdot T$) úgy kell megválasztani, hogy 3...5 periódus idejétől nagyobb legyen, és ne legyen túl nagy sem, mert a második Fourier transzformált a zaj tartományába eshet.

2. Mérések

Rostirányban tömörített bükk faanyag logartmikus dekrementumát mértük nagyérzékenységű mikrofon, számítógép és célprogram segítségével. Az érték, a rezgés digitalizálása után az alkalmazott FFT szoftver segítségével kisebb átalakítással meghatározható. Alátámasztásnak polietilén habot, a rezgés keltésére pedig kisfejű acélkalapácsot használtunk. A 1. ábrában egy tömörítetlen, és egy 15%-kal tömörített bükkfa csillapodó rezgései figyelhetők meg. Megfigyelhető, hogy a nagyobb tömörítés gyorsabb csillapodást eredményez.

2. ábra Bükkfa csillapodó rezgései

A vizsgálatokat összesen hat tömörítés szinten végeztünk. Az eredeti hosszhoz képest tömörítetlen, 5%, 8%, 10%, 15% és 23%-ban tömörített fahasábokon.

A diagramon jól látható (3. ábra), hogy a rostirányú tömörítés következtében a logartmikus dekrementum növekszik. Az eredeti hosszhoz viszonyított 23%-ban tömörített bükk faanyag esetében négyszeres értékre nő.

3. ábra Logaritmusos dekrementum változása a rostirányú tömörítés függvényében

3. Összefoglalás

Adott anyag logaritmusos dekrementuma jellemzi az anyag veszteségi tényezőjét ($\text{tg} \delta$) és belső súrlódását, ezzel együtt az anyag viszkoelasztikus viselkedésére is következtetni lehet belőle. Minél nagyobb a logaritmusos dekrementum értéke, annál inkább viszkoelasztikusan viselkedik az anyag.

Vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy a logaritmusos dekrementum értéke a tömörítés mértékének növekedésével növekszik. A növekedés a tömörítés függvényében előre tervezhető, vagyis a rostirányú tömörítéssel a bükk skálázható csillapítási tényezővel rendelkezhet. Ez az alkalmazások széles skáláját nyitja meg a technológia előtt.

Irodalom

- [1] Heinrich Kuttruff: *Acoustics – An introduction*, Taylor & Francis, London, 2007
- [2] Voichița Bucur: *Acoustics of Wood*, Springer Series in Wood Science, Berlin, 2006
- [3] Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B. Coppens: *Fundamentals of Acoustics*, J. Wiley, New York, 2000

Kuzsella László, okleveles mérnök-fizikus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Polimermérnöki Tanszék
 Cím: 3515, Magyarország, Miskolc–Egyetemváros
 Telefon / Fax: +36 46 565 111 - 2074
 E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu