

Összefoglalás

Cikkünkben áttekintettük a szervesen kötött kompozitokkal kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat. Ismertettük a kötőanyagok legfontosabb fajtáit, valamint behatóbban foglalkoztunk a portlandcement tulajdonságaival és hidratációjával. Emellett röviden tárgyaltuk a faanyagok a cement hidratációjára kifejtett hatását is. Cikksorozatunk második, befejező részében ismertetjük az elvégzett kísérleteket és azok eredményeit.

E cikk az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) T-043399 nyilvántartási számú pályázatának keretén belül készült.

Irodalomjegyzék

1. Alpár T. 2000. *Kötésgyorsítási módszerek a cementkötésű forgácslapok gyártásánál*. Doktori disszertáció, NyME, Sopron. 157 old.
2. Balázs Gy. 1984. *A cement szilárdulása*. Egyetemi jegyzet, Műszaki Egyetem, Budapest, 46 old.
3. Bejo, L., P. Takats, N. Vass. 2004. *Preliminary experience with cement bonded composite beams*. Publikáció alatt, Acta Silvatica et Lignaria Hungarica
4. Hachmi, M., A.G. Cambell 1989. *Wood – cement chemical relationships*. In: Proc. Fiber and Particleboards bonded with Inorganic Binders. FPRS, Madison, WI. 43-47. old.
5. Molnár S., Varga F.-né, Fehér S., Németh R. 2000. *A faanyag műszaki tulajdonságai*. In: Molnár S. szerk. Faipari kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron. 59-88. old.
6. Simatupang, M.H., H. Lange, A. Kasim, N. Seddig. 1989. *Influence of Wood species on the setting of cement and gypsum*. In: Proc. Fiber and Particleboards bonded with Inorganic Binders. FPRS, Madison, WI. 33-42. old.
7. Takáts P. 1998. *Szervesen kötött fa- és rost kompozitok*. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem. 109 old.
8. Takáts P. 1995a. *Heraklith lemezek optimális hidratációs hőmérsékletének meghatározása*. Kutatási jelentés, Sopron. 37 old.
9. Takáts P. 1995b. *Hidratációs hő vizsgálata és függése a Heraklith lemezek összetevőitől*. Kutatási jelentés, Sopron. 39 old.
10. Winkler A. 1995. *Faforgácslapok*. Dinasztia Kiadó, Budapest. 183 old.
11. Sandermann, W., A. Köhler 1964. *Kurze Eigungsprüfung von Hölzern für Zementgebundene Werkstoffe*. *Holzforschung* 18(12):53-59.
12. Lieber, W., W. Richartz 1972. *Einfluss von Triethanolamin, Zucker und Borsäure auf das Erstarren und Erhärten von Zement*. *Zement-Kalk-Gips* 9. 403-409. o.

Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) faanyag színének változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében

Tolvaj László, Molnár Sándor, Takáts Péter, Varga Dénes *

Colour changes of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as a function of steaming time and temperature

Black locust wood was steamed at a wide range of temperatures (75-130 °C). The effect of steaming times up to 22 days was examined. The colour change was found to depend mainly on the steaming temperature. For optimal colour modification, temperature should be constant throughout the steaming process. Many colour variations, ranging from greenish-yellow to chocolate brown, can be achieved by steaming when using the appropriate steaming time and temperature.

Key words: Black locust, Steaming, Colour change, Steaming parameters

Bevezetés

Az akác faanyag színe esztétikai szempontból jelentősen eltér a faanyagok többségétől. Hiányzik belőle a barnás árnyalat

mely a faanyag kellemes, meleg színárnyalatát adja. Helyette egy zöldessárga árnyalat dominál, és gyakoriak a reakciófára utaló sötétbarna vonulatok is, melyeket a gyakorlatban

* Dr. Tolvaj László CSc. egy. tanár, NyME Fizika Intézet, Dr. Molnár Sándor DSc. intézetig. egy. tanár, NyME Faanyagtudományi Intézet, Dr. Takáts Péter CSc. egy. docens, NyME Fa- és Papírtechnológiai Intézet, Varga Dénes PhD hallgató, NyME Fizika Intézet

„vaserességnek” neveznek. Ez az esztétikai szempontból kedvezőtlen színösszetétel jelentősen korlátozza az egyéb tulajdonságai alapján értékes akác faanyag felhasználását. Gőzöléssel ez a zöldessárga színárnyalat jelentősen csökkenthető, és növelhető a barna árnyalat, továbbá mérsékelhető a faanyag tarkasága.

A gőzölés színváltoztató hatása már régóta ismert a faiparban (Molnár 1976, 1998). A gőzölés történhet nagyméretű kamrákban, hangokban (100 °C alatt), és nyomásálló gőzölő hengerekben (100 °C fölött). A gőzölés megvalósítható közvetlen gőzbevitellel, illetve a gőznek fűtő közegként történő felhasználásával. A második esetben a gőzt a kamra alján lévő víz felfűtésére használják, zárt csőrendszerben keringtetve. (Ez a gőz nem jut be a gőzölő térbe.) Ekkor a gőzölő tér számára a gőzt a felfűtött víz párolgása biztosítja (Takáts 2000). A modern gőzölő kamrák ez utóbbi módszert alkalmazzák.

Gőzölésnél fontos, hogy a gőzölő térben telített vízgőz legyen, ellenkező esetben a gőz vizet vesz fel a faanyagból, és a gyors vízvesztés repedéseket okozhat. A közvetlen gőzbetáplálásnál nem garantált a gőz telítettsége, ezért gyakori a faanyag károsodása.

A színváltoztatás szempontjából a legfontosabb paraméter a hőmérséklet. A hőmérséklet növekedésével a színváltozás sebessége exponenciálisan nő (Tolvaj és tsai. 2000, Horváth-Szováti 2000, Horváth-Szováti és Varga 2000). Ezért fontos, hogy a gőzölés során a hőmérséklet ne változzék. A régi típusú, közvetlen gőzbevitelű gőzölőknél a hőmérséklet állandósága nem biztosítható. Ezért a létrehozott színváltozás esetenként egymástól eltérő.

E tanulmány célja, hogy rámutasson a gőzölési paraméterek színváltozást befolyásoló hatására, és a kívánt szín eléréséhez szükséges gőzölési paraméterek kiválasztásának jelentőségére. Így a munka tudományos alapot nyújt az optimális gőzölési menetrendek kialakításához.

Vizsgálati módszerek

A laboratóriumi gőzölési kísérletek 75-130 °C közötti hőmérsékleteken történtek. A kísérletek egy részét (0-100 °C között) exszikkátorban végeztük. Az edényben a faanyag alatt desztillált vizet helyeztünk el. Az exszikkátorokat szárítószekrénybe tettük. A szekrény

hőmérsékletét az automatika a beállított hőmérséklet körül, $\pm 0,5^\circ\text{C}$ tartományban tartotta. A gőzöléshez közel rosttelítettségű (25-30% nedvességtartalmú) akác faanyagot használtunk. A mintákat 1, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 18 illetve 22 napos gőzölés után szedtük ki a gőzölőtérből.

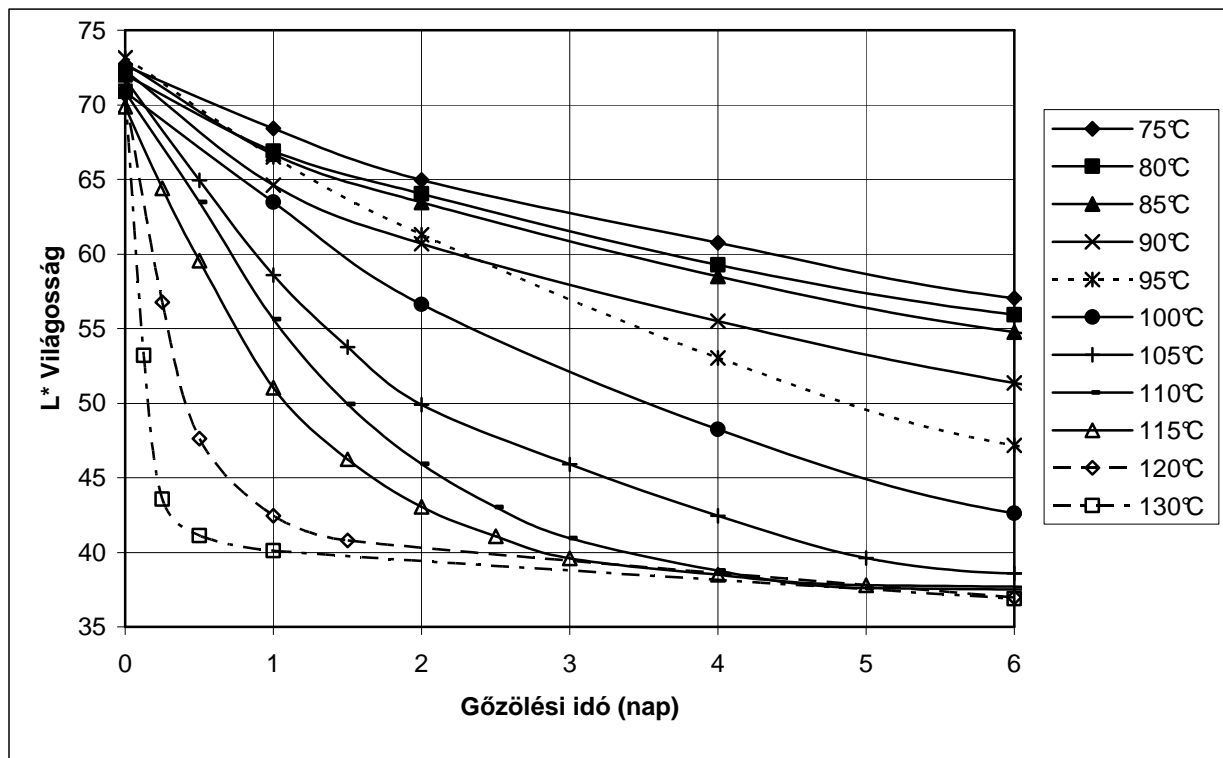
105-115 °C közötti hőmérsékleten exszikkátor helyett nyomásálló edényt alkalmaztunk. Ezekon a hőmérsékleteken a gőzölést 6 napig folytattuk (120 °C-on 1,5 napig, 130 °C-on 1 napig), mert ezt követően már nem történt érdemi színváltozás. A 120-130°C-os hőmérsékleteket autoklávban állítottuk elő. A grafikonok a 6 napig tartó színváltozást mutatják, mivel eddig megtörténik a színváltozások jelentős része, és a faipari gyakorlatban a költségek miatt sem érdemes 6 napnál tovább gőzölni.

A gőzölés kezdetekor 6 órás felfűtést biztosítottunk. A gőzölési időt a beállított hőmérséklet eltérésétől számítottuk. Gőzölés után a próbatesteket laboratóriumi légtérben egy hónapig kondicionáltuk. A légszáraz próbatesteket középen kettévágtuk, és a frissen kialakított felszínen végeztük el a színmérést. A színméréshez egy számítógéppel vezérelt MINOLTA 2002 típusú színmérő készüléket használtunk. A színpontokat a háromdimenziós CIELAB színinger-mérő rendszerben adtuk meg. Ebben a rendszerben a minta világosságát az L^* koordináta adja meg. Faanyag esetében az a^* koordináta a vörös színezetet, a b^* koordináta a sárga színezetet reprezentálja.

A vizsgálatok eredményei

Az akác faanyag színe természetes állapotban a zöldes-sárgától a szürkés-sárgáig terjed, de előfordulnak sárgásbarna rajzolatok is. Szabad szemmel is jól érzékelhető, hogy gőzölés hatására a faanyag világossága jelentősen csökken, színezete a vörös irányában tolódik el.

Az észlelt változásokat az objektív színmérés is megerősíti. A világosság csökkenését a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében az **1. ábra** mutatja. (120 °C fölött a 6 napos adatok nem mért értékek, hanem extrapolálás eredményei.) Valamennyi hőmérséklet esetében igaz, hogy a minták világossága a gőzölés kezdetekor jelentősen csökkent, majd ez a folyamat lelassult. A hőmérséklet növelésével egyre sötétebb színeket lehetett elérni, és a



1. ábra A világosság változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében.

lényeges változások időtartama rövidebb, ezen belül a változás üteme egyre gyorsabb lett. A grafikonok alapján megállapítható, hogy alacsony hőmérsékleten nem érhető el olyan sötét szín, mint magas hőmérsékleten, hiába növeljük a gőzölési időt. Alacsony hőmérsékleten sem érdemes a gőzölést hat nap után folytatni, 100 °C felett pedig ez az idő 2-3 napra (120 °C fölött 1 napra) zsugorodik.

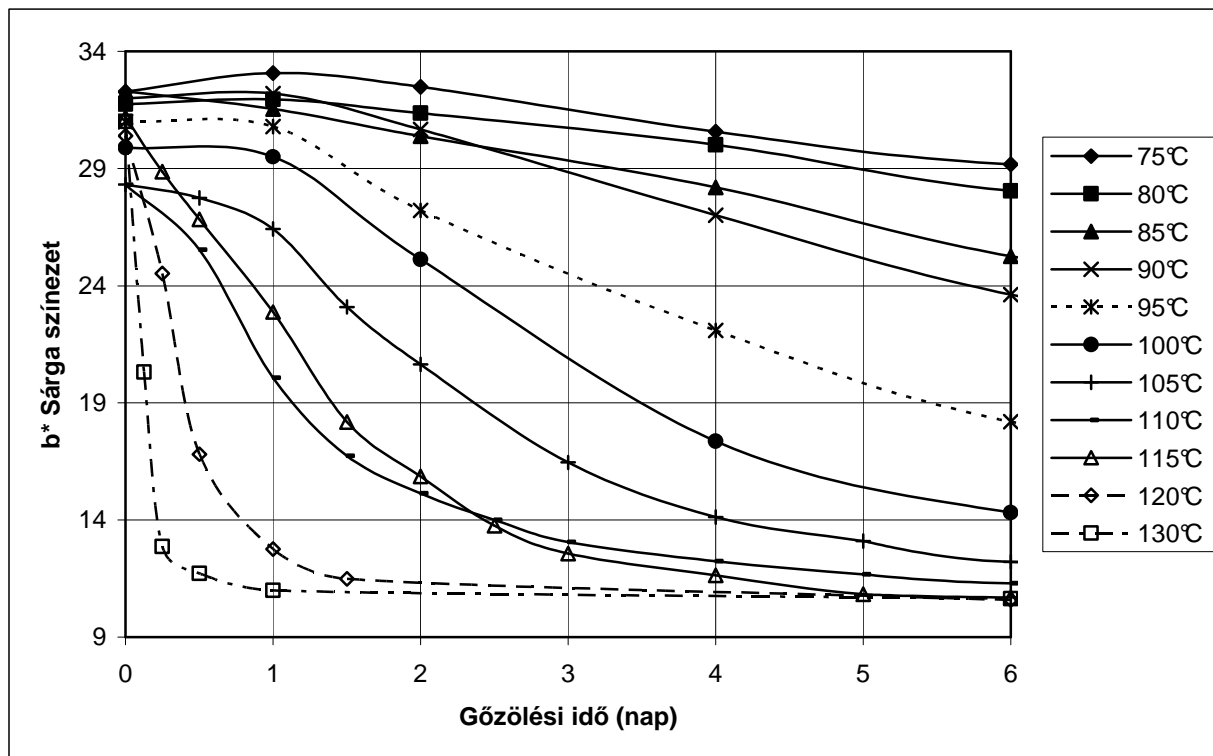
Megfigyelhető, hogy a világosságcsökkenés tendenciájában 95 °C-nál kismértékű változás következik be. A 95 °C alatti gőzölés görbéi közel azonos lefutásúak, és a meredekségük alig változik a gőzölési idő függvényében, míg 95 °C fölött a meredekség lényegesen nagyobb, és jelentősen függ a hőmérséklettől. Ez a 95 °C-nál lévő törés a másik két színkoordináta esetében még erőteljesebben mutatkozik.

A görbék telítődést mutatnak, ami a 110 °C fölötti görbéken az 1. ábrán is jól látható. Ez a telítődés a többi görbe esetében 6 napon túli gőzölési időnél következik be. A telítődési szakasz megjelenése azzal magyarázható, hogy a színváltozásért felelős kémiai változások döntő többsége már végbement az adott hőmérsék-

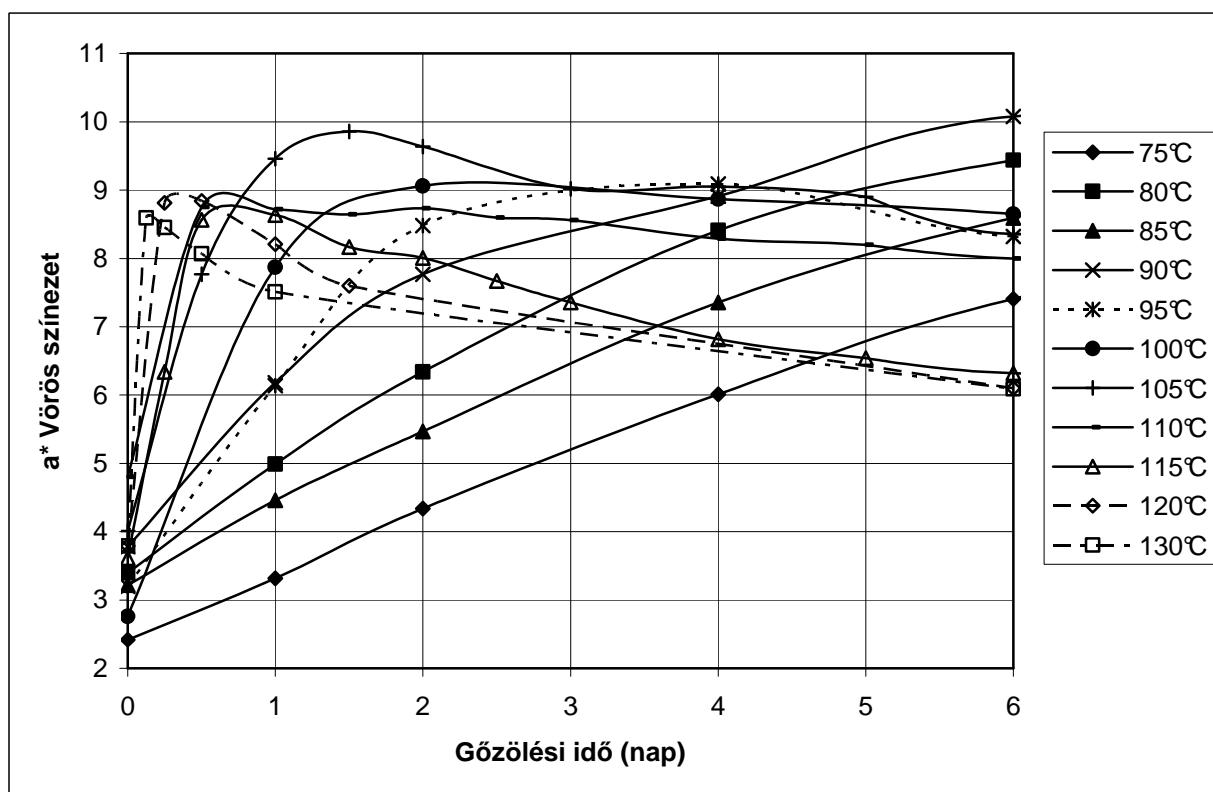
leten. Mivel ezek az átalakulások hőmérséklet-függőek, a telítődési szakasz a hőmérséklet növekedésével egyre hamarabb bekövetkezik.

A színezet változását a 2. és 3. ábra szemlélteti. Az akác faanyag színének nem kívánatos, sárga színezete (2. ábra) 90 °C alatti gőzöléskor alig csökken. Egészen 105 °C-ig nincs változás a sárga színezetben a gőzölés első napján. 110 °C fölött viszont azonnal megindul a sárga színezet csökkenése. A változás intenzitása a hőmérséklet emelkedésével növekszik és időben lerövidül. A jelenség hasonló a világosság változásához. Itt is megfigyelhető a lényeges eltérés a 95 °C alatti és fölötti változások között.

A színezet vörös tartalma (3. ábra) a sárga tartalommal ellentétesen változik. Itt is kivételt jelentenek a 95 °C alatti hőmérsékletek, hiszen a vörös irányú színeltolódás a vizsgált 22 nap alatt kicsit változó intenzitással folyamatos volt. A jelenségnek gyakorlati jelentősége is van, hiszen magasabb hőmérsékleteken nem érhető el azok a vöröses árnyalatok, melyek 80 °C környékén megvalósulnak. Így például 80 °C-on 22 napi gőzöléssel a vörös színezet 12 egységig felvihető. A 95 °C fölötti hőmérséklet



2. ábra – A sárga színezet változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében

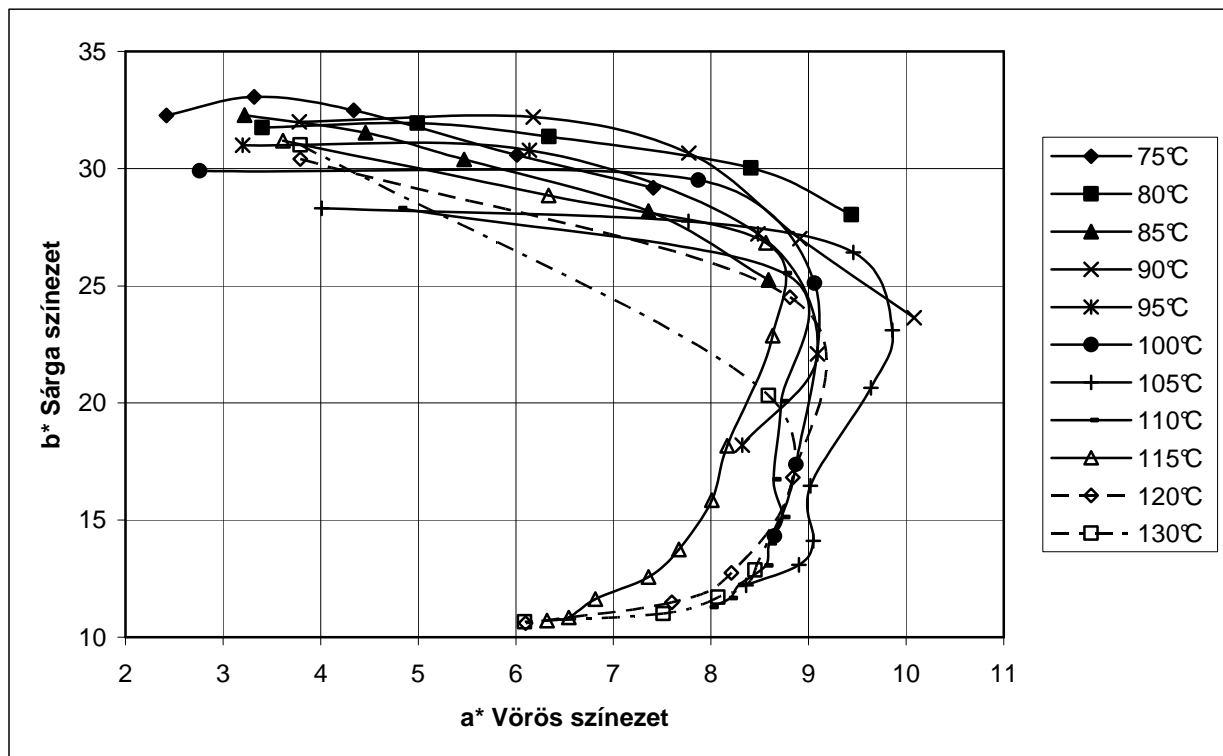


3. ábra - A vörös színezet változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében

tartományban a vörös színezet változása az első egy-két napra koncentrálódik, majd megkezdődik a csökkenése. A növekedési szakasz 110 °C-on már csak fél nap. A vörös színezet változására tekintettel fontos megállapítani, hogy az optimális gőzölési idő 95 °C fölött nagyon erősen függ a hőmérséklettől. E tekintetben a gőzölést a maximum elérése után nem érdemes folytatni. Ha viszont sötét árnyalat elérése a cél, akkor a világosság csökkenését is tekintetbe kell venni a gőzölési idő meghatározásakor. A fentiek alól kivételt képeznek a 95 °C alatti hőmérsékletek. Itt az elérni kívánt vörös árnyalathoz a megnövelt gőzölési idővel járó költségnövekedésre kell tekintettel lenni a gőzölési idő meghatározásakor.

A kísérletek eredményei jól mutatják, hogy míg a vörös színeltolódás döntő mértékben a gőzölés első napján történik, addig a sárga színezet változása az első napon gyakorlatilag nulla az egészen magas hőmérsékletek kivételével. A jelenséget azzal magyarázhatjuk, hogy a színváltozást okozó vegyületek összetett hidrolitikus, oxidatív és polimerizációs folyamatok eredményeként változnak (Németh 1997).

Az **1-3. ábrák** egyenkénti tanulmányozásából az a következtetés vonható le, hogy egy adott szín elérése több hőmérsékleten is megvalósítható, csak a gőzölési időt kell jól megválasztani. Ezt a kérdést a 3 dimenziós színváltozást reprezentáló görbék felrajzolásával lehetne pontosan megválaszolni. Mivel ez síkban nehezen valósítható meg, meg kell elégednünk a kétdimenziós ábrával, ahol az a^* , b^* értékeknek a síklapra eső vetületét lehet ábrázolni. A teljes színezetváltozást nyomon követhetjük, ha a színpontok vándorlását az a^* - b^* színsíkon ábrázoljuk (**4. ábra**). Az ábrán a bal felső sarokban található a kezeletlen minták színpontjai, ezek a görbék kezdőpontjai. Ezeket követik az egyre hosszabb idejű gőzölések színpontjai. (Az időbeli sorrend az **1-3. ábrák-ról** leolvasható.) A görbék nagyobbik része patkó alakot formáz. A gőzölési hőmérséklet csökkenésével a patkó alsó (időben későbbi) szára egyre rövidebb lesz, a vörös irányú eltolódás pedig növekszik. Alacsony hőmérsékleten, 95 °C alatt a 6 napos gőzölés kevésnek bizonyult a görbék visszafordulásához. 75 és 80 °C-on még 22 nap sem volt ehhez elegendő.



4. ábra – A színpontok vándorlása az a^* - b^* síkon a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében (A görbék bal felső kezdőpontjai a kezeletlen minták színezetét jelölik, a többi ponthoz tartozó növekvő gőzölési időt az 1-3. ábrák mutatják)

A görbék futásából megállapítható, hogy egy-azon szín előállítása különböző hőmérsékleteken csak 100 °C környékén valósítható meg. A lényegesen alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleteken a tendenciák jelentősen eltérnek. Hasonló eredményre jutnánk, ha az a*-L* koordináta rendszerben ábrázolnánk a színpontokat.

Összefoglalás

Széles hőmérséklettartományt megvizsgálva megállapítottuk, hogy a színváltozás erősen függ a hőmérséklettől és a gőzölés idejétől. Ezért a gőzölő berendezés hőmérsékletének konstans hőmérsékleten tartására nagy figyelmet kell fordítani.

A gőzölés során az akác faanyag kedvetlen zöldes-sárga színe esztétikus, barnás árnyalatúvá változik, és csökken a színbeli inhomogenitás is. Az akác alapszínétől egészen a csokoládébarna színig szinte valamennyi barnás árnyalat előállítható a gőzölési paraméterek megfelelő megválasztásával.

A sötétebb árnyalatok eléréséhez magasabb hőmérséklet javasolt; itt viszont a vörös árnyalatok egy része nem érhető el. A 95 °C alatti hőmérsékleten viszont szélesebb színezeti

skála valósítható meg mérsékelt színbeli sötétedés mellett, de hosszú gőzölési idővel.

A vizsgált hőmérséklet-tartományban 6 napnál tovább nem érdemes az akác faanyagot gőzölni. A hőmérséklet növekedésével ez az időtartam rövidül, 130 °C-on fél napra zsugorodik.

Irodalomjegyzék

1. Horváth-Szováti E. 2000. *A gőzölt akác világosság-változásának hőmérséklet- és időfüggése*. A Soproni Egyetem Tud. Közleményei 46:179-189. old.
2. Horváth-Szováti E., Varga D. 2000. *Az akác faanyag gőzölése során bekövetkező színváltozás vizsgálata*. Faipar 48(4):11-13.
3. Molnár S. 1976. *Akácfanemesítés Pusztavacson*. Az erdő 15(11):490-492.
4. Molnár, S. 1998. *Die technischen Eigenschaften und hydrothermische Behandlung des Robinienholzes*. In: S. Molnár ed. Die Robinie Rohstoff für die Zukunft. Stiftung für die Holzwissenschaft, Budapest 50-63. old.
5. Németh K. 1997. *Faanyagkémia*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Bp. 55-73. old.
6. Takáts P. 2000. *A faanyag gőzölése*. In: Molnár S. szerk. Faipari kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron 257-261. old.
7. Tolvaj, L., E. Horváth-Szováti, C. Safar 2000. *Colour modification of black locust by steaming*. Wood Research (Drevarsky Vyskum) 45(2):25-32.

Nondestructive Testing of Wood - A new course offered by the University of West Hungary, Sopron

Ferenc Divos ✧

Roncsolásmentes faanyagvizsgálat – új tantárgy a Nyugat-Magyarországi Egyetemen

A roncsolásmentes anyagvizsgálat egyre fontosabb szerepet kap a faiparon belül. Példaként említhetjük a szerkezeti faanyagok szilárdság szerinti osztályozását, a rönkosztályozást, a próbaterhelést, az ultrahangos furnérvizsgálatokat. A Nyugat-Magyarországi Egyetem hallgatói külön tantárgy keretein belül ismerkedhetnek a témakörrel. Mivel a roncsolásmentes vizsgálat igen gyakorlati dolog, a laboratóriumi gyakorlatok az oktatás fontos részét képezik. Cikkünkben ismertetjük néhány ilyen laboratóriumi kísérlet leírását is.

Key words: Nondestructive testing, Practical training, Vibration testing

Introduction

Nondestructive testing (NDT) plays a more and more important role in the forest products industry. A few examples are strength

grading of structural lumber, log sorting, proof loading, ultrasonic veneer grading and on-line ultrasonic particle board evaluation.

✧ Dr. Divós Ferenc CSc. egy. docens, NyME Roncsolásmentes Faanyagvizsgáló Laboratórium