

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1965 2 szám



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ

FAIPARI KUTATÁSOK

1965. 2. SZÁM

Szerkesztette
BARLAI ERVIN

©, Faipari Kutató Intézet, 1965

65-1832 - Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat. Budapest

Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, Budapest

Felelős kiadó a Mezőgazdasági Kiadó igazgatója

• Felelős szerkesztő Barlai Ervin

Műszaki szerkesztő Berkes László

Megjelent 500 példányban 27, 5 (A/5) ív terjedelemben

102 ábrával

Készült az MSZ 5601-59 és 5602-55 szabványok szerint

Rotaprint eljárással

MG-693-a-6600

FORGÁCSLAPOK HIGRÓSZKOPOSSÁGÁNAK MÉRSÉKLÉSE
MÉRETRESZABOTT ALKATRÉSZEK UTÓLAGOS VEGYSZERES
KEZELÉSÉVEL ÉS A FELHASZNÁLT NYERSANYAG HŐKEZELÉSÉVEL

Tomek Antalné

Munkatárs:

Bátfai Judit tud. munkatárs (PVC pasztás rész)

BEVEZETÉS

A természetes fa higroszkópos tulajdonságai, valamint a fizikai-mechanikai sajátságokra gyakorolt hatásuk és vonatkozó törvényszerűségeik ismeretese és számos irodalmi mű tárgyát képezik. Forgácslapoknál ezek a folyamatok és szabályok a lapgyártás speciális volta miatt módosulnak és a kérdés exakt értelmezése, valamint értékelése csak az előállítási körülmények összefüggéseinek ismeretében válik lehetővé. A forgácslapok vízfelvevő és dagadási képessége - eltekintve a különböző vízfelvételt csökkentő adalékoktól - függ a felhasznált fafajtától, az alkalmazott kötőanyag fajtáktól, felhordási körülményeitől, a lap szerkezeti felépítésétől, préselési paramétereitől stb. Kutatási témánkban ezért meghatározott konstans paraméterek mellett állítottuk elő a mintalapokat, hogy ezáltal a változás lehetőségeit minimálisra csökkentve az általunk vizsgált vízfelvevő, ill. dagadási tulajdonságokról, zavarótényezőktől mentes hű képet nyerjünk. A kérdés terjedelmessége miatt ez alkalommal nem foglalkozhattunk a hidrofóbizálás egészével, csak a cimben foglalt két részfeladat vizsgálatát végeztük el. A két altéma kivitelezési módját és alkalmazási területét tekintve eltérő, célját illetően azonban megegyező. Ennek megfelelően a megoldásra irányuló kísérleteket elhatároltuk egymástól és jelentésünkben is mint két önálló feladatot ismertetjük.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az általunk programozott forgács hidrofóbizáló eljárások - a kész lapok utólagos vegyi kezelése, ill. a forgács hőkezelése - jellegüket tekintve közel állnak, a természetes fa vízfelvételét, ill. méretstabilitását csökkentő ismert eljárásokhoz és feltételezett lehetőségeihez. Ezért irodalmi tájékozódásunk a forgácslapok hidrofóbizálásával foglalkozó dokumentációs anyag mellett kiterjedt a természetes fa higroszkóposságának mérséklésére vonatkozó általánosabb közlemények áttanulmányozására is.

A természetes fa higroszkóposságát csökkentő eljárások az esetek többségében komplex folyamatok, amelyek csoportosítása több szempont szerint lehetséges. Erre vezethetők vissza az egyes szerzők szerinti felosztások közötti különbségek.

A) Védőréteg kialakítása a fa külső felületén

A külső bevonatok hatásos védekezési módnak tekinthetők a nedvesség behatolásával szemben. Kollmann szerint felhasználásukkal 98%-os védettség is elérhető 2 heti 95-100%-os relatív páratartalmu térben való tárolás esetén.

A hagyományos lakkozási módszerek mellett mindinkább előtérbe kerülnek a különféle műanyag-alapu lakkok, bevonatok, valamint a hagyományos és szintetikus bevonóanyagok kombinációi. A módszer előnye: - a könnyű kivitelezési mód, javíthatóság, jó védőhatás stb. - mellett meg kell említeni, hogy könnyen sérülnek és a sérülés következtében védőhatásuk nagymértékben csökken, valamint, hogy a vízadszorpciót teljes egészében meggátolni nem képesek, hanem csak az adszorpció sebességét csökkentik.

B) Bevonat kialakítása a fa belső felületén

Az eljáráshoz olyan kismolekulasúlyú, vagy olyan nagy diszperzitásfokú anyagok használhatók fel, amelyek be tudnak hatolni a fa szubmikroszkopikus üregeibe, és a fa belső felületén hézagmentes réteget képesek kialakítani. A célra felhasználhatók műgyantalakkok, különböző viasz-, ill. paraffinféle-ségek, olvadék vagy oldat formájában. Az így elérhető védelem kezdetben 40-63% között változik, majd a kezeletlen fánál lassabb ütemben fokozatosan csökken. Paraffinos telítésnél a maximális vízfelvétel eléréséhez 3-4-szer annyi idő szükséges, mint kezeletlen fa esetében.

C) A micella-közök lezárása

Ide tartoznak a különféle telítési eljárások, amelyek során a kapilláris vizet helyettesítve, a micella-közöket szeretlen sókkal, cukorral, viasszal és különböző műgyantákkal töltik ki.

A csoporton belül különösen figyelmet érdemelnek azok az eljárások, amelyek során a cellulóz, ill. lignin OH-csoportjait kevésbé higroszkópos csoporttal helyettesítik.

Ezek az eljárások csak a hatásmechanizmusuk tekintetében sorolhatók fel ide, a létrejövő szerkezeti változások folytán ugyanis a kémiai átalakuláson alapszanak. Ide tartozik a cellulóz-ecetsavhidrid reakció, amely lényegében cellulóz-acetát képződésén alapszik. A lombos fák 18-20%-os, a fenyőfák 26-30%-os acetilezése 70-75%-kal csökkenti a zsugorodás mértékét. Az eljárás előnye, hogy a szilárdsági értékek emelkednek. Az ecetsavanhidriden kívüli meg kell említeni a krotonsavat, krotil-kloridot, butil-kloridot, amelyek allil-csoportok beépülését teszik lehetővé. Összetett eljárás az etilén-glikol-monoetiléter-es olajos, viaszos, majd gyantás impregnálás. Az az ún. cello-solve eljárás hosszadalmas és költséges, előnye, hogy védő hatása tartós és jó.

Hatásmechanizmusukat tekintve ide sorolhatók a telítési eljárások is. A leginkább alkalmazott telítőanyagok a fenol-formaldehid gyanták vizoldékony,

esetleg oldószeres formában. A gyanta specifikációját illetően alapfeltétel az alacsony kondenzációs fok, hogy a molekulák nagysága ne jelentősen akadályt a sejtfalakon való áthatolásnál.

D) A fa kémiai átalakítása

A fa kémiai szerkezetének módosítására az egyik legismertebb lehetőség a fa hőkezelése.

A fa termikus változásai általában a hőmérséklettől, a hőkezelés idejétől és az alkalmazott közegtől függenek. A különböző fafajok szerkezeti és kémiai felépítése más és más, ennek megfelelően a termikus kezelés alatti viselkedésük is eltérő. Ez főleg a fakomponensek nem azonos termikus stabilitására vezethető vissza. Míg a hemicellulózok bomláshőmérséklete 200-260°C, addig a cellulóz 240-350°C-on, a lignin pedig 280-500°C-on bomlik. Ezekben a hőmérséklet-tartományokon belül további finomítás lehetséges, pl. R. W. Mervit és A. N. White szerint a hemicellulózok közül először a pentozánok bomlanak.

A végbemenő reakciók szabályszerű energetikai viszonyaira jellemző, hogy jellegük ismeretében lehetőségessé vált az ún. "differenciál termoanalízis" (DTA) alkalmazása, melynek segítségével a fa és különböző szénhidrátfeleségek összetétele minőségileg és mennyiségileg meghatározható.

Érdekes W. A. Kargon és O. P. Golova megállapítása, amely szerint a cellulóz polimerizációs foka 300°C-on történő 8-10 perces melegítés mellett 200-ra száll le, ezután azonban hosszabb időn keresztül állandó marad. Hasonló eredményt kapott W. D. Major 170°C-os melegítés esetében a karbonil- és karboxil-csoport tartalmát, valamint a polimerizációs fokot a melegítési idő függvényében vizsgálva.

A két vizsgálati eredmény szerint a 300 és 170°C-os hőkezelés hatására a fa fő alkotórésze a cellulóz azonos módon viselkedik, így tehát a kezelés folyamán a hőmérséklet növelésének elvi akadálya nincs. A cellulóz mellett figyelemmel kell lenni a hemicellulózok és a lignin változásaira. Ezeknél a vegyületfeleségeknél elsősorban a kémiai változások alapján feltételezhető utólagos kondenzációs és polimerizációs folyamatok jelentősek. Ezeket a feltevéseket megerősíti az a megállapítás, amely szerint a lignin magashőmérsékletű bomlását megelőzi egy alacsonyabb hőmérsékleten végbemenő exoterm változás. Erre enged következtetni az a tapasztalati tény is, hogy a farostlemezek hőmérséklete az utólagos hőkezelés folyamán a környezet hőfoka fölé emelkedik.

A termikus bomlásfolyamatokat nagymértékben befolyásolja a kezelés alatt alkalmazott közeg. Így vízgőz atmoszférában hidrolizises bomlás megy végbe.

Oxigén jelenlétében a termikus bomlás mellett oxidációs folyamatok kerülnek előtérbe, a termék karbonil és karboxil tartalma növekedni fog. Inert közegben pl. nitrogénáramban, ezek a reakciók háttérbe szorulnak és jóformán csak tisztán termikus változások észlelhetők.

Összegezve: a fa hidrofób tulajdonságainak változását hőkezelés hatására feltehetően a fakomponensek aránya, szerkezeti változásai, valamint a degradációs, és az azt követő kevésbé tisztázott mechanizmusu kondenzációs és polimerizációs reakciók idézik elő.

A hőkezelés a hidrofóbítás növekedés mellett a szilárdsági értékekre is kihatással van.

Kollmann szerint a higroszkópos tulajdonságok 50%-os javulását a szilárdsági értékek 25-30%-os csökkenése követi. Ez azonban nem általánosítható, mert a kezelési idő és közeg befolyása jelentős tényezőként jelentkezik.

Az irodalom áttanulmányozása arra enged következtetni, hogy a fa termikus kezelését, az kémiai felépítése, az alkalmazott hőmérséklet és idő, valamint a közeg befolyásolja. Ezeket a tényezőket tehát, mint változókat dolgoztuk fel munkánkban. A kezelés felső hőfokhatárát a közegtől függően 250-300°C-ban állapíthatjuk meg, ugyanis a fa szerkezeti felépítésében a rövid ideig tartó 300°C-os hőmérséklet nem vagy kevésbé idéz elő olyan kedvezőtlen változást, amely a 170°C-os hőkezelésnél végbemenő átalakulásokat meghaladná.

A kész forgácslapok utólagos kezelését tekintve az előzőekben ismertetett A) és C) pontra, ill. azok kombinációjára kerestünk irodalmi utalásokat, amelyek szerint:

A forgácslapok felületi bevonására - a jelenlegi világviszonylatban alkalmazott eljárásokat figyelembe véve - a következő eljárások használhatók fel:

1. Műanyag bevonatok

- a) PVC fólia hengerléssel
- b) polietilén lángszórással
- c) PVAc + latex keverék szórásos felhordása
- d) Hőrekeményedő műgyanták présoros vagy fóliás megoldással.

2. Kaucsuk bevonat

ELMÉLETI RÉSZ

A) Forgácslapok higroszkópikus tulajdonságai

A forgácslapok higroszkópikus tulajdonságait - a forgácslapot alkotó két fő komponens - a fa és a ragasztóanyag nedvességgel szembeni viselkedése, ezek egymással való kapcsolata, valamint a lapok szerkezetéből adódó egyéb tényezők határozzák meg.

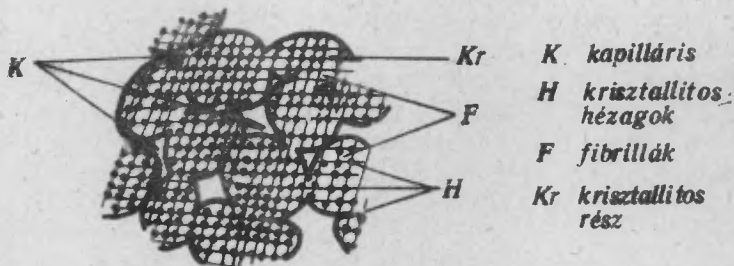
Hogy a részajátságokból kialakuló eredő tulajdonságra vonatkozóan helyes képet nyerjünk, szükséges az alkotók viselkedésének egyedi, majd komplex elemzése.

1. A természetes fa higroszkópos tulajdonságai

A fa nedvesség felvételekor és leadásakor változtatja méreteit; dagad, ill. zsugorodik. A dagadás és zsugorodás mértéke a fa szerkezeti felépítése folytán a három fő irányban eltérő. Longitudinális irányban minimális, tangenciális irányban a legnagyobb, radiális irányban kb. fele a tangenciális irányu dagadásnak.

A fa dagadási és zsugorodási tulajdonságának hordozói főleg a cellulózmolekulák. A cellulózmolekulák egymáshoz képest párhuzamosan helyezkednek el és rendezett kristályszerű, valamint rendezetlen részeket alkotnak.

A rendezett részekben a molekulák közel fekszenek egymáshoz és H-hidkötéseken keresztül közvetlen kapcsolatban állnak. A cellulóznyalábok krisztallitokat, majd mikrofibrillákat építenek fel. Ezeken belül helyezkednek el az interkrisztallitos hézagok 10 \AA -ig terjedő átmérővel. A mikrofibrillák között nagyobb átmérőjű ($50\text{-}130 \text{ \AA}$) kapillárisok vannak, amelyek az interkrisztallitos hézagokkal összefüggő csőrendszert képeznek (1. ábra).



1. ábra

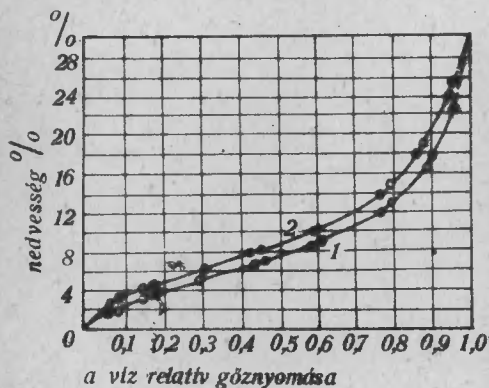
A cellulóz vázlatos belső szerkezete Frey-Wyssling szerint

A cellulózmolekulák hidroxilcsoportjainak kb. harmadrésze helyezkedik el a mikrofibrillákon belül, a többi részben mikrofibrillák érintkezési felületeinél, részben a rendezetlen részekben foglal helyet. A natív cellulóz micelláris felülete kb. $5000 \text{ m}^2/\text{g}$. Ez a nagy belső felület ad magyarázatot a cellulóz jó adszorpciós képességére. A víz kezdetben a kapillárisokba hatol be, majd a fibrillák felületén adszorbeálódik, ill. az interkrisztallitos hézagokba jut. A száraz cellulóz 3-6% vizet képes megkötni a hidroxilok adszorpciója révén. Fa esetében is, tehát ahol a kémiaiag kötött víz mennyiségét 5-6%-ban határozzák meg, lényegében a cellulóz és kisebb mennyiségben előforduló egyéb szénhidrát vegyületek adszorpciójáról beszélhetünk. A többi víz a kapillárisokban kötődik meg, ún. kapillár kondenzáció következtében. A kapillár kondenzáció jelensége általában igen kis átmérőjű (átmérő $< 0,1 \mu$) kapillárisokban lép fel az adszorbeált folyékony fázis fölötti gőznyomás csökkenés folytán. A fa pórusai eleget tesznek az előző kritériumnak és így lehe-

lővé válik - az adszorpcióval kapcsolódó víz mellett - további nedvesség mennyiség megkötése is. A kapillár kondenzáció lényegesen nagyobb mértékű - 20-25% - nedvesség megkötést eredményez, mint az adszorpció. A két folyamat között lényeges különbséget jelent, hogy az előző kémiai, az utóbbi fizikai kapcsolaton alapszik. Ennek jelentősége a nedvesség eltávolításánál nyilvánul meg, ahol a kémiailag kötött adszorpciós víz eltávolítása lényegesen több energiabefektetést igényel, mint a kapillár kondenzációval kötött víz. Időrendiség szempontjából bizonyos átfedések észlelhetők, ami azt jelenti, hogy a kapillár kondenzáció valamivel előbb indul meg, mint ahogy az adszorpció befejeződik. A kapillár kondenzációval kapcsolatban megjegyezzük, hogy a kapillár kondenzáció izotermái felhasználhatók különböző pórusrendszerek belső felületének meghatározására is.

A fa, ill. cellulóz nedvességfelvételét és leadását jellemző görbék a kapillár kondenzáció adszorpciós izotermáira emlékeztetnek. A görbék enyhén S alakúak, amelyeknél az adszorpciós és deszorpciós görbe lefutása megegyező, értékei között azonban eltolódás van. Meghatározott körülmények mellett az adszorpcióhoz, és deszorpcióhoz tartozó nedvességtartalom értékek között az adszorpció értékei alacsonyabbak, mint a deszorpcióé. Ezt a jelenséget, amikor két megegyező, de ellentétes irányú folyamat nem azonos uton megy végbe, hiszterézisnek nevezzük.

Megállapított tény, hogy a cellulóz száradás közben úgy rendeződik át, hogy közben higroszkóposága csökken. Az ismételt vízfelvétel az eredeti szerkezetet igyekszik helyreállítani úgy, hogy adszorpció közben az aktív csoportok száma megnő. A növekedés azonban kisebb mértékű, mint a száradás közbeni csökkenés, így hiszterézis áll elő. A hiszterézis mértéke az eredetileg alkalmazott szárítási módtól függ (2. ábra).

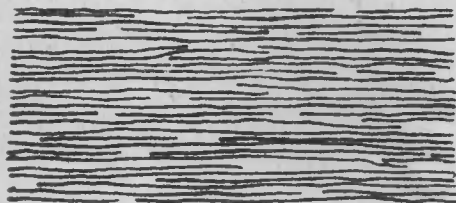


2. ábra

Víz adszorpciója (1) és deszorpciója (2) fehérített szulfit cellulózon, 20°C-on. A nedvesség az abszolút száraz cellulózra vonatkoztatott súly-%. (Nyikitin: A fa kémiája 25. oldal)

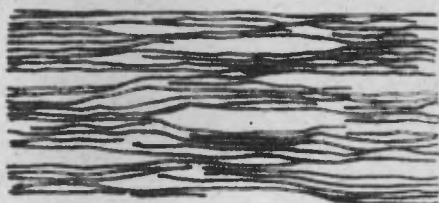
A cellulózban szorpciós erővel kötött víz vándorolni képes. Ilyenkor a dipólusos karakterű vízmolekulák a cellulóz alkoholos csoportjaihoz - amelyek szintén dipólusmomentummal rendelkeznek - kapcsolódnak és a kapilláris rendszerben kialakult viszonyoknak megfelelően el tudnak jutni a felületre.

Az alkoholos csoportok nemcsak a vizet, hanem egyéb nem dipólus folyadékokat is meg tudnak kötni, amelyek azonban már nem képesek vándorolni. Ilyenkor a szorpciótól eltérő inkluziós jelenséggel találkozunk, amelynél a cellulóz kapilláris rendszere egyszerű tapadással tart bezárva különféle dipólus nélküli molekulákat. Ennek a folyamatnak a jelentősége a cellulóz alapu anyagok impregnálásánál tűnik ki.



3. ábra

Cellulóz láncok elhelyezkedése
adszorpciónál



4. ábra

Cellulóz láncok elhelyezkedése
deszorpciónál

A fa nedvességfelvétele és leadása közben lényegében a cellulóz láncok egymástól való távolsága változik a beékelődő, ill. leváló vízmolekulák következtében. A folyamatot szemléletesen tesz ki L. Malenquist sematikus ábrái (3. és 4. ábra.).

A fa irányított adszorpciós képességére a magyarázatot a cellulóz faszervezetben belüli elhelyezkedése, valamint az ugyancsak szerkezetből adódó kapillárisok, bélsugarak - mint közvetítő lehetőségek - rendeződése adja meg.

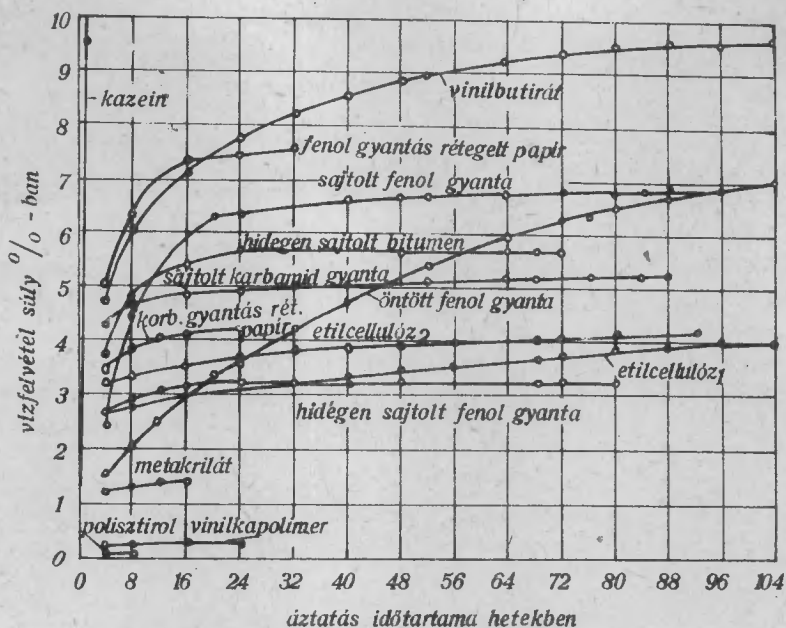
2. A forgácslapok kötőanyagaként használt mügyanták adszorpciós tulajdonságai

A forgácslapok előállításához hazai és külföldi vonatkozásban egyaránt, főleg karbamidgyantát használnak. Ezért a mügyanták általános adszorpciós tulajdonságának megvilágítása mellett a karbamidgyanták sajátosságairól adunk elsősorban tájékoztatást. A műanyagok vízfelvétele általában 2 nagyságrenddel kisebb mértékű, mint a fa vízfelvétele. A műanyagoknál észlelt eltérések oka is főleg a mügyantákhoz adagolt töltő, ill. vázanyagok minőségétől, mennyiségétől, impregnáltságától függ. Ehhez hozzájárul természetesen a mügyanta alapsajátsága, valamint a kialakult réteg fajlagos felületéből eredő befolyásoló tényező. Általános szabály, hogy teljes mértékben kikeményített gyanták kevesebb vizet vesznek fel, mint a rosszul kondenzáltak, valamint hogy az ásványi eredetű töltőanyagok kevésbé, a szerves eredetűek pedig nagyobb mértékben növelik a vízfelvételt.

A kísérleteinkhez felhasznált mügyanták (impregnáló gyantáink is) vízfelvétele az idő függvényében, Csürös: Műanyagok című könyv összefoglaló táblázata szerint a következő (1. táblázat):

1. táblázat

Anyag neve	24 órai		96 órai áztatás		30 napi alatt		90 napi	
	mg	tf. %	mg	tf. %	mg	tf. %	mg	tf. %
Fenolgyanta 50% fallszittel	25	0,14	65	0,36	250	1,39	-	-
Karbamidgyanta cellulóz rosttal	22	0,12	60	0,33	240	1,33	-	-
Polisztirol	0	0	5	0,02	20	0,11	22	0,12
Összehasonlításul: Tölgyfa			5400	30				



5. ábra

Műanyagok vízfelvétele súly %-ban (Csűrös: Műanyagok 620. oldal)

A vízfelvétel mérése 15 x 10 x 120 mm-es szabványos próbatestek felhasználásával történt.

Az 5. diagramot használtuk fel a forgácslapok mártásos uton való felületkezeléséhez alkalmazható műgyanták kiválasztásához.

3. A forgácslapok higroszkópos tulajdonsága

A forgácslapok vízzel szembeni viselkedését az előzőekben ismertetett két alapanyag közül a fa nagyobb mértékben befolyásolja. Ennek oka egyrészt az összetételi arányokban (műgyanta kb. 10%), másrészt az enyvezési technológia hiányosságaiban keresendő. Az enykeverés folyamán az egyes forgácsszemcsék teljes felületének egyenletes beenyvezése nem történik meg, így maradnak ragasztó nélküli szabad felfületek, ahol a nedvességfelvétel megindulhat. A forgácsrészecskék víz adszorpciója kettős jelentőségű:

a) A részecskék dagadása az egész lapra vonatkozóan összegeződik. A lapok szerkezeti felépítéséből következik, hogy az orientált dagadás forgácslapoknál módosul és a kismértékű, közel azonos hosszúsági és szélességi dagadást elhanyagolva lényegében a vastagsági dagadásra korlátozódik. A gyakorlatban ennek megfelelően a vastagsági dagadás mérése tartozik a forgácslapok szabványos vizsgálatai közé. A természetes fa 3 fő irány szerint válto-

zó higroszkópossága jelentkezik a forgácslapoknál is. Amennyiben az egymásra helyezkedő forgácsrészecskék lapsíkjára merőleges iránya megegyezik a fa valamelyik fő irányával, az arra érvényes dagadási viszonyok mérvadóak.

A tangenciális és radiális vastagsági irányítottaságu forgács arányát a lapok képzésénél jelenleg nem szabályozzák, a megoszlás 50-50%-ra becsülhető. Az aprítás precizizálásával azonban fennáll a kisebb méretváltozást mutató tangenciális irány beállításának lehetősége, és ezzel a lapok méretstabilitásának jelenlegihez mért mintegy 25%-os javítása külön hidrofóbizáló eljárás alkalmazása nélkül.

b) A részecskék dagadása folyamán fellépő nyomás olyan nagymértékű lehet, hogy feszítő ereje meghaladja a műgyanta ragasztó adhézióját és a forgácslapon belül repedések, elválások keletkeznek. A nedvesség behatása mellett figyelmet érdemel a fa és a ragasztó eltérő dilatációja. Ennek következtében is repedések jöhetnek létre a lapokban. A repedés veszélye annál kevésbé áll fenn, minél vékonyabb a kialakult műgyantafilm.

A forgácslapok hidrofóbizálására az előzőekben leírtak szerint a következő lehetőségek állnak fenn:

1. A felhasznált forgács módosítása:

a) A fa fizikai - kémiai szerkezetének megváltoztatásával adszorpciós képességének csökkentése.

b) Az aprítás folyamán a megfelelő irányítottaságu forgács kialakítása.

2. Műanyag hidrofób hatásának fokozása

a) A gyantatartalom fokozása

b) A gyanta eloszlás javítása

c) Nagyobb hidrofóbításu ragasztó alkalmazása.

3. A természetes fa hidrofóbizálásánál bevált impregnálási módszerek utóműveletkénti felhasználása.

Munkánk során a fenti csoportosítás 1/a és 3-as pontjával foglalkoztunk, azon belül is az utólagos vegyszeres kezeléssel és a cőkkützésnek megfelelő alapanyag hőkezeléssel.

B) Kész forgácslapok utólagos vegyi kezelésén alapuló hidrofóbizáló eljárások hatásmechanizmusa

A méretre szabott elemek utólagos vegyszeres kezelése a felületkezelés egyik válfajának fogható fel. Az eljárás lényege, hogy a kész leszabott forgácslap felületi és oldal részeit olyan bevonattal lássuk el, vagy azokon olyan kémiai változásokat idézzünk elő, amelyek a kezelt lapoknak a nedvszivással szemben hatásos védelmet nyújtanak. Az irodalmi részben ismertett

kimondottan vegyi átalakuláson alapuló eljárások - mint pl. az ecetsavanhidrid, krotonsav vagy egyéb allilcsoport beépítését biztosító eljárások - meglehetősen bonyolultak, beillesztésük a forgácslapgyártás technológiájába még utóműveletként sem látszik realizálhatónak. Ezért kísérleteinknél részben a felületi védőréteg kialakítását, részben a felületi forgácsréteg impregnálását, ill. a két lehetőség kombinációját alkalmaztuk. Ezek az eljárások ugyanis viszonylag egyszerűen, rövid idő alatt elvégezhetőek. Az eljárások műveletei a következők:

1. az impregnáló, ill. bevonóanyag felvitele a felületre (mártás, szórással, kenés útján)

2. a védőanyag stabilizálása a felületen, ill. az impregnált rétegben (száritás, reverzibilis vagy irreverzibilis formában, kondenzálás segítségével stb.).

Az egyes műveletek paramétereit meghatározó folyamatok fizika-kémiai természetűek és egymással szoros összefüggésben állnak. A gyakorlati kísérletek helyesirányú beállítása és lerövidítése érdekében, röviden foglalkozunk a felmerült elméleti kérdésekkel.

1. Az impregnáló, ill. a bevonóanyag felvitele a felületre

A felvitel módját illetően bármelyik lehetőséget nézzük, a védőanyag és a lap közötti viszonyt közel azonos tényezők határozzák meg. Az eljárás célját tekintve, már különbséget kell tennünk a bevonás és az impregnálás - mint két határeset - között. A két módszer között fennálló lényeges eltérés - felületi bevonó rétegnél kis diffúziós sebesség, egységes külső felületi film, impregnálásnál nagy diffúziós sebesség, belső felületi film, ill. póruskitöltés - mellett azonos szempontokkal is találkozunk.

a) Megegyező folyamatok összefoglalása. A nedvességfelvételt megakadályozó, ill. késleltető védőanyag-forgácslap kapcsolat kialakulásának első feltétele a lap felületének nedvesítése. A forgácslap műanyag és fa rendszer, amelynél az összetételi arányoknak, valamint a technológiai hiányosságokból származó egyenlőtlen gyantaeloszlásnak megfelelően a fasajtságok dominálnak. A fa kémiai felépítését tekintve nagyszámú poláris csoporttal (OH) rendelkezik, nedvesítése tehát csak poláros folyadékokkal, azaz liofil anyagokkal lehetséges.

A polaritás a nedvesítés mellett a kialakult védőrétegen belüli kohéziós, valamint a védőréteg és a forgácslap közötti adhéziós jelenségeknél játszik még szerepet. A korszerű impregnáló anyagok természetes vagy szintetikus úton nyert makromolekuláris anyagok. Kohéziós tulajdonságaikra vonatkozóan a molekulák általános törvényszerűségei érvényesek.

A védőanyag belső szerkezeti kapcsolódása mellett a védőhatás elengedhetetlen feltétele a kezelendő - és kezelőanyag közötti kötés biztosítása.

A két anyag között adhézió lép fel, mely a ragasztás elméletével megegyezően fajlagos és mechanikai adhézióra osztható fel.

A fajlagos adhézió kémiai tényezők (primér vagy szekunder erők) következménye.

A mechanikai adhézió a bevonandó felülettől, a bevonó-, ill. impregnáló réteg fizikai tulajdonságaitól, valamint a művelet egyes paramétereitől függő folyamat.

Altalános szabály, hogy megfelelő adhézió - amely legalább egyenértékű a kezelő vagy kezelendő anyag kohéziójával - csak azonos polaritású anyagok között jöhet létre.

A kohézió és adhézió jelenségének hatásai és megnyilvánulásai szigoruan véve a későbbi folyamatoknál és a kialakult védőrétegeknél (akár impregnált, akár felületi) jelentkeznek. Mint a nedvesítésnél is jelentős polarizációval szoros kapcsolatban álló jelenségeket azonban helyesebbnek tartottuk itt tárgyalni.

A jó bevonó, ill. impregnáló anyag közös tulajdonsága még, hogy a későbbiekben ismertetésére kerülő stabilizáló mechanizmusok folytán hidrofób tulajdonságúvá válhat a hidrofilsoportok lekötődése következtében.

b) A felviteli módtól és anyagtól függő változó specifikáltságú folyamatok, ill. paraméterek. Adszorpció - Diffúzió.

Adszorpció: A fával kölcsönhatásban kerülő anyagok és a fa közötti elsődleges kapcsolat az adszorpció. Az egyéb fizikai kémiai folyamatok csak az adszorpciót követve a környezet befolyásoló tényezőinek hatására mennek végbe. A fa adszorpciós folyamatai az adszorpció általános szabályait követik. Ennek megfelelően fenn áll a lehetőség a forgácslapok impregnálásánál is a fizikai és kémiai adszorpció kialakítására. A fizikai és kémiai adszorpció jelentősége és különbözősége impregnálás és bevonás vonatkozásában elsősorban a védőhatás élettartamában nyilvánul meg. Mivel a kemoszorpció lehetősége fa esetében a hidrofilsoportokkal rendelkező anyagoknál biztosított, a maradandó védőhatás csak olyan anyagoknál érhető el, amelyek a kapcsolódást követően utóművelet hatására válnak hidrofóbokká. Az eleve hidrofób anyagok bevitele a fa szerkezetébe, még a létrejövő inklúziós jelenségek folytán sem tekinthető állandó hidrofóbitást biztosító módszernek, a fennálló deszorpciós lehetőségek miatt.

Diffúzió: A forgácslapok impregnálásánál, ill. bevonásánál az alkalmazott védőszer behatolását a lapba diffúziós folyamatok irányítják. A tervezett eljárások helyes elméleti értelmezéséhez és a vizsgálandó kísérleti paraméterek kiválasztásához áttanulmányoztuk a diffúziós jelenségek alaptörvényeit.

A diffúzió sebességét Fick I. törvénye szerint az oldatok érintkezési felülete a diffúziós állandó és a koncentráció-gradiens szabja meg. A diffúzióállandó egyenlő azzal az anyagmennyiséggel, amely 1 cm^2 keresztmetsze-

ten 1 mp alatt átdiffundál, ha a koncentráció-gradiens $\frac{\delta c}{\delta x} = 1$.

A diffúzióállandó számszerűen fejezhető ki, közelítő képlet segítségével, ahol dimenzióját $m^2/\text{óra}$ -ban célszerű megválasztani, ugyanis folyadékoknál a cm^2/sec -os kifejezési mód rendkívül kis értékeket eredményez.

$$D = \frac{0,00278}{A \cdot B \cdot \sqrt{7} \left(V_A^{1/3} + V_B^{1/3} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \text{ m}^2/\text{óra}$$

ahol: A = diffundáló anyag korrekciós tényezője

B = oldószer korrekciós tényezője

M_A = diffundáló anyag molsúlya

M_B = oldószer molsúlya

V_A = diffundáló anyag moltérfogata

V_B = oldószer moltérfogata

= az oldószer viszkozitása cP-ban.

Mivel a diffúziós folyamatokat a fenti törvényszerűségek jellemzik az impregnálásos, ill. bevonási kísérleteink változó paramétereit, ezek figyelembevételével állítottuk össze. A laboratóriumi alapkísérletek során az összes tényezők vizsgálata nem volt lehetséges, ezért a fenti összefüggések alapján választottuk ki a variációs tényezőket. Tekintettel voltunk továbbá az egyszerűsítési lehetőségekre, így mivel a diffúziós állandó a viszkozitással és a hőmérséklettel közelítőleg arányos módon áll összefüggésben - a diffúziós állandó értéke hőmérséklet növelésével emelkedik fordított arányban a viszkozitás csökkenésével - a komplikáltabb viszkozitásmérés helyett hőmérsékletmérést alkalmaztunk.

Az impregnálás és bevonás diffúziós folyamatait befolyásoló általunk vizsgált tényezők a következők:

oldatkoncentráció
 oldott anyagok molekulásúlya
 hőmérséklet
 idő

A paraméterek értékeit tekintve különbséget kell tenni az impregnálás és bevonás között. Míg az előzőnél az impregnálás hatékonysága a diffúziós sebesség növekedésével fokozható, addig az utóbbinál csak olyan mértékű diffúzió szükséges, amely a felületi kapcsolódás lehetőségének megteremtéséhez szükséges.

A kiválasztott tényezők optimális értékeinek meghatározása kísérleti úton történt a vizsgálatok irányát azonban az elméleti megállapítások szerint jelöltük ki, hogy ezáltal a kísérleti idő lerövidíthető legyen.

A felviteli módra levonható következtetés. Az adszorpciós és diffúziós folyamatoknál tett megállapítások alapján kemoszorpció esetében elégséges a

kis diffúziós sebességet igénylő bevonat kialakítás, fizikai adszorpciónál viszont nagy mélységű impregnálás szükséges.

2. Védőanyag stabilizálása a felületen, ill. az impregnált rétegben

A védőanyag stabilizáció mind két esetben, tehát a felületen, ill. az impregnált rétegben azonos módon az alkalmazott anyagok, eljárások függvényében fizikai-kémiai uton, ill. a kétféle folyamat együttes eredményeképpen megy végbe.

A fizikai uton történő stabilizáció, a szárítással megegyező, reverzibilis folyamat, amelynél az oldószerben oldott makromolekulákból álló szilárd anyag az oldószer elpárologtatása után a felületen visszamarad. A bevonat molekulái közötti kapcsolat szekunder erők folytán jön létre. Az így kezelt anyagok védőhatása az oldószerrel való ismételt érintkezés után a kioldódással arányos mértékben csökken.

A kémiai stabilizáció összetett uton történik és lényegében a fizikai stabilizációt is magába foglalja. A végbemenő kémiai reakciók polimerizációs vagy kondenzációs folyamatok, amelyeket részben megelőz, részben követ az oldószer, ill. melléktermék elpárolgása. A stabilizáció folytán előálló változások irreverzibilisek, ennek következtében védőhatás csökkenés csak a bevonatok vagy impregnált rétegek megsértése, vagy nem helyes technikájú kiképzése folytán léphet fel. A stabilizálás módját illetően mindenkor az alkalmazott anyagok tulajdonságai irányadóak.

C) A fa termikus változásai

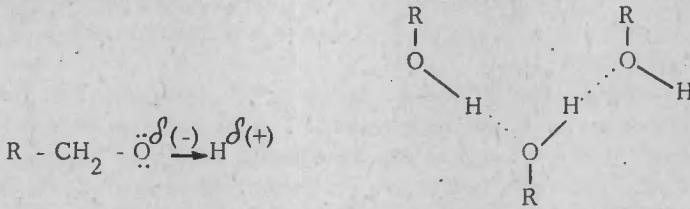
A forgács hőkezelésével elérhető hidrofób hatás elméleti magyarázata a fa alapkomonenseinek termikus változásain alapszik. Ezek a változások kémiai és fizikai jellegűek. A folyamat természetéből következik, hogy a kétfajta változás nem választható külön, hanem mint komplex hatásmechanizmus csak összevontan tárgyalható. A termikus változások részletes ismertetését a három fő faalkotónak megfelelően csoportosítjuk.

1. Cellulóz termikus változásai

A cellulóz (β -D-glukoz egységekből felépített poliszacharid, amely β -D-glükózid kötéssel a 4-es szénatomjain keresztül kapcsolódik hosszú láncmolekulává. Fizikai-kémiai mérések alapján megállapítást nyert, hogy a cellulózmolekula el nem ágazó szerkezetű, és molekulasulyu, valamint polimerizációs foka származásának (gyapot, fa stb.) megfelelően változik. Pl. a nyersgyapot molekulasulya kuprooxámban oldva 2 400 000, míg a fa (szulfít) cellulózé 700 000. A cellulóz x-sugaras vizsgálata kimutatta, hogy a cellulóz eltekintve bizonyos amorf részekről, kristályos szerkezeti felépítésű. A kristályrácsot elemi cellák alkotják, amelyek a lánc hosszanti irányában periodi-

kusan ismétlődnek. Az elemi cella hosszmérete 1,3 Å, amely megegyezik a cellobiózmolekula hosszúságával és így bizonyítja a cellulóz már említett szerkezeti felépítését.

Egy-egy cellulózlánc több elemi cellán keresztül terjed. A cellulózlán-cok párhuzamos elhelyezésük és nyalábokat un. rostokat alkotnak. A rostok keresztirányu stabilitása a legújabb felfogás szerint hidrogénhidkötéssel magyarázható. A hidrogénhid alakulását a cellulóz hidroxilcsoportjaiban levő oxigén szabad elektronpárja és az - O - H kötés polaritása teszi lehetővé. Ez a kötésfajta általában jellemző az alkoholokra, ill. az alkoholos hidroxil tartalmazó vegyületekre. A hidrogénhidkötésben a hidrogén mindkét oxigénatomhoz tartozik a polaritás következtében. A polarizációs töltés eltolódás, valamint az alkoholos hidroxilok között kialakuló hidrogénkötések a következő képekkel fejezhetők ki:



A cellulózlán-cok összekapcsolódását van der Waals-erőkkel magyarázó régi felfogással szemben pseudoionos kötés létesül a fenti töltésetolódásnak megfelelően.

A két kötéstípus különbözőségére jellemző a kötési energiájuk közötti eltérés. Míg a van der Waals-erő kötési energiája E. Treiber szerint a 8 kcal/mol, addig a hidrogénhidkötése 15 kcal/mol. Ez a tény magyarázatot ad a rostok viszonylag nagyfokú stabilitására. Ezek a kötéstípusok azonban nem állandó jellegűek, hőközlés hatására pl. a forrpon fölötti hőfokon a hidrogénhidak felbomlanak. Ez kimutatható az alkohol, ill. az alkoholgőzök infravörös adszorpciós spektrumainak segítségével, ahol a hidrogénhidakat elmosódott, széles sávok, a szabad hidroxilcsoportokat pedig élesebb, keskenyebb sávok jellemzik. A cellulóz 100°C fölötti hőmérsékleten bomlik. A bomlás mértékét a hevítési hőmérséklet, időtartam, közeg és a cellulóz anyagi jellemzői határozzák meg. Az egyes tényezők szorosan kapcsolódnak egymáshoz és hatásuk összevontan nyilvánul meg. Az előálló változások részben a cellulóz polimerizációs fokának csökkentésében és az ezt követő jellemző sajátságok megváltozásában, részben súlyvesztésében (szerkezeti víz részleges leadása és dekonponálás) jutnak kifejezésre. A kezelési idő és hőmérséklet befolyása nem választható külön, ugyanis a rövidebb ideig tartó, magasabb hőfoku (250-300°C) hőhatás kisebb mértékű változásokat idéz elő, mint a hosszú időn keresztül tartó, alacsonyabb (150-180°C) hőhatás. A kezelés során alkalmazott közeg a végbemenő reakciók jellegét szabja meg. Levegőben a jelenlevő O₂ hatására a termikus változások mellett oxidatív reakciók is fellépnek. A nedvességtartalom a hidrolitos bomlási reakciókat segíti elő. Tisztán termikus változások lényegében csak inert közegben (pl. N₂ atmoszférában) figyelhetők

meg. A cellulóz előzőekben ismertetett kristályszerű szerkezeti váza a hőhatásokkal szemben meglehetősen stabilitást mutat. X-sugaras vizsgálatokkal ugyanis bebizonyítható, hogy 10 órás 185 - 257°C közötti hőkezelés után az észlelhető elszénesezés ellenére a cellulóz megtartja orientált szerkezetét. Ez a megállapítás következtetni enged arra, hogy a cellulóz termikus változásai az exoterm lefutású végleges dekomponálódás előtt, főleg a láncok közötti szorosabb kapcsolatok módosulásában nyilvánulnak meg, amely a láncok szorosabb kapcsolódása esetén az ismételt vízfelvételt megnehezíti.

2. Hemicellulóz változásai

A hemicellulózok a cellulózhoz hasonló kisebb lánchosszuságú poliszaharidok. Főleg 5-6 szénatomos tagjai jelentősek. Bomlási hőmérséklete a cellulózé alatt van, 200-260°C hőmérsékletű határok között. Így ennél az alkotórésznél azonos hőkezelés hatására nagyobb mértékű átalakulás megy végbe, mint a cellulóznál. Az átalakulási folyamat azonban kevésbé tanulmányozott.

3. Lignin termikus változásai

Termikus stabilitás szempontjából a három fő komponens közül a lignin áll a legmagasabb értéken. Bomlás hőmérséklete 280-500°C között változik. Ezt a magas hőmérséklettartományt azonban megelőzi egy alacsonyabb hőmérsékletű exoterm lefutású ligninreakció.

A hőkezelő közeg befolyásoló hatása a ligninnél is nagymértékben érvényesül. A lignin egyes csoportjai ugyanis oxigénre érzékenyek, és így a hőközvetítő gáz a lignin kémiai felépítésében még a tulajdonképpeni bomlási hőfoktartományt megelőzően is változásokat okozhat. Így meg kell említeni a metoxicsoportokat, amelyek oxigén jelenlétében történő hőkezelés esetében oxidálódnak. A kialakuló karbonil- és karboxilcsoportok elősegítik a vízfelvételt így a hőkezelés lefolytatásánál lehetőleg meg kell akadályozni ezeket a reakciókat.

Hidrofóbítás kialakításánál a kondenzációs és polimerizációs reakciók jöhetnek elsősorban számításba. A kondenzációs reakciók főleg egyéb komponensek bomlástermékeivel, így pl. a hemicellulózokból keletkező furfurollal mehetnek végbe.

KISÉRLETI RÉSZ

A) Méretre szabott alkatrészek utólagos vegyszeres kezelésére vonatkozó kísérletek és eredmények

A méretre szabott alkatrészek vegyszeres kezelési kísérleteihez azonos fafaj felhasználásával azonos technológiai körülmények mellett készített forgácslapokat használtunk fel. A lapok jellemzőit később közöljük.

Felhasznált fafaj: csertölgy (*Quercus cerris*).

Kísérleteinkhez azért választottunk alapanyagul cserfát, mert a magyar forgácslapipar tervezett nyersanyag bázisának legnagyobb hányada cserfa.

Felhasznált ragasztóanyag:

saját készítésű karbamid-formaldehid típusú ragasztó.

Gyanta specifikáció: szárazanyagtartalom 48-50%

viszkozitás 20°C-on: 95 cP

bekötési idő 100°C-on: 53 mp

Fa: 1,198 g/cm³

A gyanta ellenőrző vizsgálatait MSZ 7757 sz. szabvány szerint végeztük.

A készített lapok tulajdonságai:

Méret: hosszúság 2000 mm

szélesség 1000 mm

vastagság 19 mm

Az utólagos vegyszeres kezelési kísérletekhez felhasznált forgácslapok minőségi jellemzői (kontroll értékek n = 9). (2. táblázat!).

2. táblázat

Az utólagos vegyszeres kezelési kísérletekhez felhasznált forgácslapok minőségi jellemzői (kontroll értékek n = 9)

Megnevezés	\bar{x}	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%
Térf. súly. kg/m ³	653	73,2	24,4	11,2	3,75
Haj. sz. kg/cm ²	120,7	16,23	6,65	13,44	5,51
Vizfelv. %.	75,6	9,17	3,76	12,12	4,97
Dagadás %	23,5	2,64	1,08	11,23	4,59

A kapott értékeknél észlelt nagyfokú szórás miatt a különböző vegyi eljárásokat a térf. súly alapján beazonosított lapok felhasználásával végeztük el.

20 mm vastag 50 x 50 mm-es próbatesteket alakítottunk ki, amelyeket a kezelés elvégzése után közvetlenül alávetettünk az előírt vizsgálatoknak. A vizsgálatokat a vonatkozó MSZ, ill. TGL szabvány szerint végeztük. A kísérleti sorozatok mérési száma 9 volt. A kiértékelés az előkísérletektől és az egész alacsony vízfelvételi és dagadási értékektől eltekintve matematikai statisztika felhasználásával történt.

1. Polisztirolos felületkezelés

A polisztirol általános tulajdonságai közül kiemelkedik kedvező vegyi anyagállósága. Megállapítható továbbá, hogy poláros csoportok hiányában fához való tapadóképesége csekély. A kedvező, nedvességfelvételt csökkentő sajátságok hasznosítása a forgácslapok utókezeléseként tehát csak megfelelő impregnálási forma kidolgozásával történhet.

Kísérleteket végeztünk polisztirol emulzió és benzolos oldat felhasználásával. Mivel az emulziós megoldás eredményt nem adott, csak az oldatos impregnálás összefoglaló megállapításait közöljük.

A polisztirol oldat formájában való alkalmazásánál célunk egy könnyen elvégezhető eljárás kidolgozása volt, amely a fa mikrostrukturális hézagait kitöltve, mintegy mechanikailag megakadályozza a nedvesség behatolását a forgácsrészekébe. A felületi bevonat helyett tehát impregnált védőréteget alakítottunk ki. Mivel a polisztirololdat adhéziója a fához nem kielégítő, az oldatot meglehetősen nagy (több mm) mélységig kellett bejuttatni a fába, hogy így a mechanikai adhézió folytán biztosítható legyen a polisztirol lekötése a fában. A réteg vastagsága mellett a hézag kitöltésmértéke játszott még szerepet. Az optimális tulajdonságokat a két tényező egybehangolásával 5-10%-os benzolos polisztirololdattal, 2% nedvességtartalmu forgácslapok alkalmazásával, és 3 perces kezelési idővel értük el. Az előző paraméterek szerint impregnált lapok dagadása 24 órás vizes áztatás után a kezeltelen lapokéhoz viszonyítva 70-75%-kal csökkent.

2. PVC-pasztás felületkezelés

A PVC faipari, nevezetesen forgácslapipari alkalmazhatóságát a PVC tulajdonságai, az előállított paszta összetétele, valamint a forgácslap felülete és a PVC-paszta közötti adhéziós kapcsolatok határozzák meg. A felület kialakításánál tehát lényegében e két tényezőt, vagyis a PVC-pasztát, annak optimális előállítási paramétereit és a fa és PVC közötti viszonyt vizsgáltuk, a következő csoportosításnak megfelelően: zselatinálási idő, lágyító minősége és arányai, tapadás növelés lehetőségei, töltőanyag fajta és mennyiség.

Végleges PVC-paszta recept. A lefolytatott kísérletek és irodalmi adatok alapján kidolgozott paszta készítési receptura:

50 sr PVC-por
50 sr dibutil-ftalát
25% titándioxid: cinkoxid, 1:1 arányu keveréke
2% rezorcín gyanta
5% ólomstearát

Az előállítás paramétereit:

Keverési idő: 15-20 perc
Pihentetési idő: 2-3 óra

Zselatinálási hőfok: 170°C

Zselatinálási idő: 15 perc

Késztermék vizsgálata. A PVC-vel bevont lapok higroszkópikus tulajdonságait a vastagsági dagadás % és vízfelvétel % meghatározásával vizsgáltuk felül. A próbatestek teljes felületén alakítottuk ki a pvc-bevonatot (3. táblázat).

3. táblázat

PVC-vel bevont forgácslapok vízfelvétele és dagadása (n = 9)

	\bar{x}	+s	Vízfelvétel %		
			m	v%	p%
Kontroll	53,4	5,78	1,92	10,82	3,59
Kezelt	2,24	0,12	0,092	5,35	4,1
			vastagsági dagadás %		
Kontroll	12,6	0,93	0,3	7,15	2,38
Kezelt	1,04	0,06	0,046	6,77	4,4

A vastagsági dagadás a kontroll lappal szemben a PVC-bevonattal rendelkező lapoknál minimális értéket mutat. Ugyanezt tapasztaljuk a vízfelvételeli súly %-nál is, így gyakorlatilag vízfelvétel nem jön számításba.

PVC-pasztás kísérletek összefoglaló megállapításai:

a) A kidolgozott receptura alkalmassá teszi a PVC-t forgácslapipari termékek közvetlen bevonására.

b) Az alkalmazástechnikai kérdések azonban sem laboratóriumi szinten, sem üzemi vonatkozásban nem tekinthetők megoldottnak és a jelenlegi gépésítés mellett megoldhatónak.

c) A PVC-s hidrofóbizálás helyett a butoripari feldolgozásra alkalmas kemény PVC-lemezzel borított forgácslapok kialakítását látjuk reális alkalmazási területnek. Ezért javasoljuk a PVC-pasztás bevonási kísérleteket ebben az irányban továbbfejleszteni.

3. Fenolgyantás impregnálás

Felhasznált gyanta: Dorolac VII márkanévű fenol-formaldehid alapú, folyékony rezolgyanta. A gyanta viszkozitása denaturált szesszel a kívánt értékre beállítható. Keményítése melegen vagy hidegen, savas edzővel történik.

A gyanta minőségi jellemzői:

Szárazanyagtartalom: 81%

Keményedési idő: 60°C-on 5% 2 : 1 sulyarányu alkohol tömény kénsav keverékkel max. 10 perc.

Viszkozitás: 50°C-on 2600 cP

A kísérletekhez felhasznált gyantaoldat elkészítése. Előkísérletekkel tisztáztuk az impregnálásra leginkább alkalmas gyantaoldat koncentrációt, valamint a gyanta kikeményedéséhez szükséges optimális edzőmennyiséget és szárítási paramétereket. A kiértékelést a lapok 24 órás vízfelvétele és dagadása alapján végeztük.

Az előkísérleteket viszonylag kevés mérésszámmal (3) folytattuk le, az így kapott eredmények azonban elégséges utmutatást adtak a kiindulási receptura összeállításához (4. táblázat).

4. táblázat

Oldat koncentráció és a higroszkópikus tulajdonságok közötti összefüggés (n = 3)

Forg. lap. térf. suly g/cm ³	Oldat konc. %	Felvett gyanta menny.g/m ²	Vizfelv. %	Dagadás %
0,700-0,740	50	609	55,0	16,0
"	60	620	43,9	13,0
"	70	570	20,1	5,1

A 4. táblázat adatai alapján a tervezett kísérleteket 70%-os oldattal végeztük el. Megállapítható, hogy ilyen magas koncentráció esetében csak kismértékű védőanyag felszivódás megy végbe, és felületi bevonat szolgáltatja a nedvességgel szembeni védelmet.

Az edző - alkohol: tömény kénsav = 2:1 arányu keveréke - mennyiségét 70% szárazanyagtartalmu gyantaoldatra vonatkoztatva 5%-ban állapítottuk meg. Így lehetővé vált a kialakult vékony fenolgyanta réteg 50-60°C-on való 5-10 perces szárítása, ill. kondenzálása.

A szárazanyagtartalom vagy koncentráció a diffúziós sebességet közvetlenül befolyásolja, számítására matematikai módszerek ismeretesek. Ennek ellenére az optimális koncentráció meghatározását gyakorlati uton végeztük, ugyanis a számításokhoz több olyan tényező ismerete és betartása lett volna szükséges, amely az általunk használt meglehetősen változó tulajdonságu gyantánál nem volt lehetséges.

A gyanta felvitelét követő kikeményítésnél a forró, meleg és hideg eljárás közötti választás, a meleg eljárásra esett a következő megfontolások alapján.

A hideg keményítés nem gépigényes, de ugyanakkor nagyméretű tárolóhelyet igényel és az átfutási időt lassítja.

A forró keményítés 135-155°C-on történik. Ez a hőmérséklet a forgácslap higroszkópos egyensúlyát megbontja, és ezáltal méretváltozásokhoz vezet, valamint a felületre gőzbuborékok formájában kivándorló nedvesség az impregnáló réteg külső egységét megbontva szabad lehetőségeket támaszt a nedvesség behatolásához, és így csökkenti a védettséget. A meleg ragasztás alsó hőmérsékleti határán 50-60°C-on megfelelő mennyiségű katalizátor adagolással gyors és a lapok szempontjából is kedvező paramétereket dolgoztunk ki.

Az előkísérletek alapján összeállított vizsgált kísérleti paraméterek: forgácslap térfogatsúlya, impregnálási idő, az impregnálás és szárítás közötti ún. pihentetési idő. A kiválasztott paraméterek változtatásával előálló higroszkóposági különbségeket a mintalapok vízfelvételének és dagadásának meghatározásán keresztül értékeltük ki.

A kapott vízfelvételi és dagadási értékek sokszorosán kisebbek voltak, mint a kezelés nélküli forgácslapoknál mért adatok. Azonos nagyságú abszolút hiba esetében ennek megfelelően a relatív hiba többszörösét kaptuk, ezeknél az alacsonyabb értékeknél. A helytelen következtetések elkerülése végett ezért a matematikai statisztikai értékelés helyett csak a számtani átlagokat és a maximális és minimális értékeket adjuk meg, az 5-7. táblázatban.

5. táblázat

Forgácslapok térf. súlyának hatása a fenolgyantával bevont lapok vízfelvételére és dagadására (n=9)

Konstans paraméterek:

forgácslap nedv. tartalom %: 8-10. Impregnálási idő, perc: 3. Szárítási idő 50-60°C-on perc: 7.

sor meg- nev.	Térfogatsúly g/cm ³	Felszívott gyanta mennyiség/m ²			Vízfelvétel %			Dagadás %		
		átl.	max.	min.	átl.	max.	min.	átl.	max.	min.
1.	0,628-0,643	566	589	505	9,20	10,20	8,40	4,96	8,00	2,58
2.	0,728-0,739	515	605	480	3,92	5,15	1,72	2,19	4,05	0,64
3.	0,773-0,776	445	464	399	2,90	3,80	1,90	1,89	2,80	0,70

Megállapítások az 5. táblázathoz:

a) A térfogatsúly növekedésével csökken a felszívott gyantamennyiség, valamint a vízfelvételi és dagadási értékek.

b) A kapott eredmények közül még a maximális értékek is lényegesen alacsonyabbak, mint a kiindulási forgácslap vonatkozó adatai.

c) 8-10% forgácslap nedvességtartalom esetében is eredményesen végezhető el az impregnálás. A polisztirolos impregnálással szemben itt ugyan is felületi bevonat kialakulása következik be, ahol nagyfokú diffúzióra nincs szükség, mert elégséges a fenolgyanta és a fa közötti adhéziós kapcsolat.

6. táblázat

Impregnálási idő befolyása a lapok higroszkópikus tulajdonságaira - vízfelvétel, dagadás (n=9)

Konstans paraméterek:

Forgácslap nedv. tart. %: 8-10. Forgácslap térf. súly g/cm^3 : 0,750-0,800, szárítás: 50-60°C-on, perc:7.

sor meg-nev.	Impr. idő p.	Felszívott gyan-tamennyiség g/m^2			Vízfelvétel %			Dagadás %		
		átl.	max.	min.	átl.	max.	min.	átl.	max.	min.
4	1	361	440	334	9,10	15,00	2,50	4,80	7,20	3,40
3	3	445	464	399	2,90	3,80	1,90	1,89	2,80	0,70
5	5	451	478	412	4,20	6,70	2,30	2,80	2,70	1,70

Megállapítások a 6. táblázathoz:

a) Az optimális tulajdonságokat a 3 perces impregnálás biztosítja.

b) Az 1 perces impregnálással elért higroszkóposág csökkenése is ki-elegető védettséget jelent. A max. és minimális értékek közötti különbség azonban nagy, ez a rövid impregnálási idő alatti egyenlőtlen felszívódással magyarázható.

c) Az 5 perces impregnálási idő mellett tapasztalt higroszkóposág-növekedés a 3 perces kezeléshez viszonyítva, a felület inhomogenitására vezethető vissza. A két kezelés anyagigénye és egyéb tényezői között olyan mértékű különbség nem áll fenn, hogy erre a tapasztalati adatra magyarázatot adna.

Meg kell említeni még a maximális és minimális értékek közötti nagy-fokú eltérést, amely bizonyos fokú átfedést is feltételezhetővé tesz.

Megállapítások a 7. táblázathoz:

a) A pihentetési idő növekedésével a kialakult bevonat higroszkópikus hatásokkal szembeni ellenállóképessége romlik. A felületről az idő növekedésével mind több bevonóoldat diffundál a lap belsejébe és visszamaradó oldat már nem képes egységes film kialakítására. E mellett érvényre juthat a fá-ban levő nedvesség gyantakicsapó hatása, amely szintén ron'ja a képződő film minőségét.

Pihentetési idő és a kialakuló higroszkópikus sajátságok
közötti összefüggés

Konstans paraméterek:

Forgácslap térf. súly $g/cm^3 = 0,0750-0,800$

Forgácslap nedv. tartalom %: 8-10. Impregn. idő, perc: 3,

száritási idő 50-60°C-on: 7 perc.

sor. meg- nev.	Pihen- tetés idő, perc	Felszívott gyanta - mennyiség g/m^2			Vizfelvétel %			Dagadás %		
		átl.	max.	min.	átl.	max.	min.	átl.	max.	min.
3	-	445	464	399	2,90	3,80	1,90	1,89	2,80	0,70
6	30	421	480	361	8,71	17,80	3,44	4,3	7,40	2,07
7	60	423	530	398	14,07	22,5	4,4	5,05	8,70	2,30

b) A 6. és 7-es sorozat dagadási és vízfelvételi értékénél észlelt nagyfokú szórás a kezelt lapok felületi inhomogenitásával magyarázható, amelyet a felszívott anyag mennyiség maximális és minimális értéke közötti nagyfokú különbség támaszt alá. A lapok strukturális hatását fokozta még a pihentetési idő, amely alatt az eredetileg is egyenlőtlen oldatfelvétel tovább módosulhatott. Így végül a kialakult bevonóréteg eltérő mértékű védettséget hozott létre.

Fenolgyantás impregnálási kísérletek összefoglaló megállapításai:

Az elvégzett és kiértékelt kísérletek eredményesek. A fenolgyantás impregnálás, ill. bevonás 70%-os gyantaoldattal 3 perces impregnálási idő és 50-60°C-os 7 perces száritás mellett olyan bevonatot eredményez, melynek higroszkópikus behatásokra történő változásai olyan csekélyek - a 24 órás vizes áztatás után vízfelvétele és dagadása 90-95%-kal csökken a kezelt lapok vonatkozó értékeihez viszonyítva -, hogy a lapok külső felhasználásra is alkalmasak.

Véleményünk szerint a lapok a metodikai terv szerinti zsáuzófa és külső elemek készítésénél felhasználhatók lesznek. Az eljárásra vonatkozó félüzemi kísérletek elvégzését javasoljuk.

B) A forgácslapok készítéséhez felhasznált forgács
higroszkóposságának mérséklésére irányuló
termikus kezelés kísérletei és eredményei

1. Kísérletek alapanyaga, azok specifikációja,
kísérleti anyag mennyisége, kísérletek száma

Kísérleteink alapanyaga az utólagos vegyszeres kezelésnél körülhatárolt cserforgács volt. A forgács kezelés előtti nedvességtartalmát a forgácslapgyártás alapanyagának kiindulási nedvességtartalmával megegyező módon 40 + 5%-ban állapítottuk meg. A kezelés utáni nedvességtartalom mindenkor a kezelés paramétereivel változott.

A hőkezelőberendezés méretei és a viszonylag vékony rétegben elhelyezett forgács folytán egy-egy kezelési ciklus alatt 150 g nedves forgácsot vetettünk alá hőkezelésnek. Az egyes kísérleti programokat 15-ször ismételtük meg. A forgács program szerinti levizsgálására 15 minta homogenizált átlagát használtuk fel.

2. Hőkezelés füstgázzal létesített O_2 -szegény gázáramban

a) Kísérleti berendezés leírása. A hőkezelő berendezés szigetelt csőrendszer, melyben a füstgáz be- és elvezetésére szolgáló csővezetékek kapcsolódnak. A hőkezelő tér a csőrendszer vízszintes szakaszán helyezkedik el, felnyitható szigetelt tetőrésszel, és a minta elhelyezésére alkalmas lábazatokkal van ellátva. A berendezést a be- és kivezető nyílásnál szelepek (bevezető B, kiszedő K) valamint a bevezető szelep és a kezelőtér között ventilátor egészíti ki. A minta elhelyezése fémkeretre kifeszített, azbeszthálón történik, amely tálcaszerűen van kiképezve, és a kezelőtér lábaira könnyűszerrel felhelyezhető. Füstgáz forrásul Intézetünk széntüzelésű kazánja szolgált. A füstgáz levétel a kazán tulhevívő- és füstcsövei közötti részéről történt, $700^{\circ}C$ -os környezetből. A kezelőtér hőmérsékletének mérése $1^{\circ}C$ -os beosztású higanyos hőmérőkkel történt. A hőmérők 20 cm-es közönként voltak elhelyezhetőek. A higanyos hőmérők érzékenységnél fogva a legkisebb hőfokingadozást azonnal jelezték.

b) A berendezés működése, a hőkezelés műveletei

Technológiai vázlat:

A hőkezelő berendezés
előmelegítése
 $200-300^{\circ}C$ -ra

Forgácsminta elhelyezése
a mintatartó tálcára,
egyenletes $0,04 \text{ g/cm}^2$ -es
terheléssel.

\ felszört minta el-
helyezése a kezelő-
térbe.

A kezelési tér felme-
legítése a kísérleti
hőmérsékletre
(230-300°C)

Hőkezelési szakasz.
A hőmérséklet és idő
kísérleti program sze-
rinti beállítása.

Kezelő tér lehűtése
200-220°C-ra.

Minta kivétel

c) Ellenőrző mérések, vizsgálatok.

Hőmérséklet, idő: A kísérlet egész időtartama alatt a hőmérséklet el-
lenőrzése és értékeinek rögzítése az idő függvényében.

Méréseink alapján 240-300°C-os hőfoktartományban a hőfok-gradiens a füstgáz áramlásával ellentétes irányban 0, 20-0, 25°C/cm. Ennek megfelelően a kísérleteket tervezett konkrét kezelési hőfok helyett 230 és 300°C között 10°C-ként emelkedő 8-10°C terjedelmű hőmérsékleti fokozatokon 1, 2, 4 és 8 perces kezelési idő mellett végeztük el. A kísérletek lefolytatásánál a mérés-szám csökkentése érdekében először a szélső paramétereket alkalmaztuk, amelyeknél a kezelési hőmérséklet és idő beállítása fordított arányosság sze-
rint történt. A kísérletek másik fontos tényezője a felfűtési sebesség volt. A forgácsminta ugyanis már a felfűtési szakaszban hőhatás alatt áll, és így a ke-
zelési idő mintegy megnövekszik a felfűtési idő bizonyos korrigált hányadával. Ennek jelentősége nem csupán a forgácsra gyakorolt megnövekedett termikus hatásban, hanem - mivel a hőközvetítő közeg áramló füstgáz - a 100°C-ot meghaladó felfűtési szakaszban előálló nedvesség eltávolításában, és az ezt köve-
tő száradásban nyilvánul meg.

A felfűtési sebességet előmérések alapján határoztuk meg úgy, hogy mértük a kísérleti hőmérséklet eléréséhez szükséges időt. Az így kapott átlagos 1, 5 perces hőkezelés egyéb paramétereitől függetlenül egységesen igyekeztünk beállítani a kísérletek folyamán. Mint a következőkben ismertetésre kerülő táblázatunkból kitűnik, ennek a paraméternek pontos beállítása különösen a kísérletek első időszakában nem minden esetben sikerült.

Füstgáz-összetétel: Mint az irodalmi és elméleti részből ismeretes, az O₂-szegény hőkezelő közegben végrehajtott kísérletek alkalmasak a mellékfo-
lyamatoktól mentes, tisztán termikus változások előidézésére. A füstgáz-at-
moszféra, az általunk kidolgozott megoldás szerint, részben ennek a feltétel-

nek tett eleget, részben mint magas hőmérséklet biztosítására alkalmas olcsó fűtőközeg jött számításba.

A kísérleteknél használt füstgáz összetételét Orsat-féle gázelemző készülékkel vizsgáltuk. Kapott eredményeinket l. a 8. táblázatban.

8. táblázat

Hőkezelés alatti füstgáz összetétel

Megnevezés	Átlagos	Max. O ₂ -re	Min. O ₂ -re
CO ₂ térf. %	7	5	8
O ₂ térf. %	13	16	12
CO térf. %	1	0	0,6

Az eredményekből kitűnik, hogy a kísérleti berendezés fűtési adottságai mellett optimális esetben is csak 42% O₂-csökkenést tudunk elérni a levegő O₂-tartalmának tf %-hoz viszonyítva. Így a O₂-szegény atmoszféra kritériumai csak részben voltak biztosítva.

Megállapítható továbbá, hogy a maximális és minimális O₂-tartalom közötti meglehetősen nagy különbség (25%) a kazán fűtési szakaszai közti eltérésekből ered, és lényegében a fűtési folyamattal periodikusan változik. Ezek a megállapítások érvényesek továbbá a felfűtési sebességre is. Az előző körülmények zavaró hatása a hőkezelés és a fűtési folyamat megfelelő szakaszának egybehangelésével, és a rendszeren áthaladó füstgáz mennyiség szabályozásával volt csökkenthető.

Nedvességtartalom: Az előírányzott 40% kiindulási forgács-nedvesség-tartalom ellenőrzésére az egyes vizsgálati sorozatok előtt meghatároztuk a felhasznált forgács kezdeti és kezelés utáni nedvességtartalmát. A mérést infralámpás és szárítószekrényes módszerrel végeztük. Kapott mérési adatainkat 9. táblázatban szemlélteti.

Súlyváltozás. A hőkezelés alatt a forgács elveszti a nedvességtartalmának jelentős részét és a hőmérséklet függvényében súlycsökkenéssel járó kémiai bomlást szenved. Az előálló változások megállapítására az előző fejezet szerint mértük a forgács kiindulási és kezelés utáni nedvességtartalmát, valamint a magasabb hőmérsékleti szakaszban - ahol kémiai bomlás is feltételezhető volt - a kezelés előtti és utáni súlyt. Az így nyert adatok alapján a kezelés előtti és utáni minta abszolút szárazsúlyának összehasonlításával meghatároztuk a súlycsökkenés nedvességvesztéséből és bomlásából eredő hányadát.

Hőkezelési kísérletek paramétereinek és vizsgált tényezőinek összefoglalása (n = 15)

	Kezelési		Kezelés előtti forgács			Kezelés utáni forgács			Ténylegesen forgács súlycsökkenés	
	Hőfok °C	Idő perc	súly g	Nedv. tart. %	Atro súly g.	súly g	nedv. tart. %	Atro súly g.	g-ban	%-ban
1	230-240	4	150	38	-	-	5,40	-	-	-
2	230-240	8	150	42	-	-	5,53	-	-	-
3	240-250	1	150	43	-	-	4,80	-	-	-
4	240-250	4	150	43	-	-	3,74	-	-	-
5	240-250	6	150	40	-	-	3,25	-	-	-
6	240-250	8	150	38	108,6	108,6	2,80	105,65	2,95	2,71
7	250-260	1	150	41	106,2	109,0	3,36	105,44	0,76	0,72
8	250-260	4	150	41	106,2	109,0	3,66	105,15	1,05	0,99
9	260-270	1	150	41	107,9	107,0	3,92	102,83	5,07	4,70
10	260-270	4	150	39	107,9	107,0	3,39	102,50	5,40	5,05
11	270-280	1	150	39	106,8	105,0	3,60	101,35	5,45	5,20
12	290-300	1	150	40	103,4	100,0	3,40	96,67	6,73	6,72

A hőkezelés során mért tényezők alapján közvetlenül megállapítható következtetések:

- ad.1. A hőkezelés után minden egyes esetben a szárításnál előírt forgácsnedvességtartalomnál alacsonyabb nedvességtartalmu forgácsot kapunk. A hőkezeléssel tehát a szárítás helyettesíthető.
- ad.2. Azonos kezdési hőmérsékleten a kezelési idő növelésével fokozódik a bomlás mértéke.
- ad.3. Gyakorlati szempontokat figyelembe véve - ahol a gazdaságosság lényeges feltétel - a hőkezelés felső határa az általunk alkalmazott megoldás mellett - 250-260°C-on 1-4 perc. Az így előálló súlycsökkenés 1% alatt van, tehát a kezelés alatti anyagmennyiség csökkenés olyan minimális, hogy véleményünk szerint gazdasági szempontból is megengedhető.

3. A hőkezelt forgács feldolgozása lapokká és alapok fiziko-mechanikai vizsgálatai

a) Mintalapok elkészítése

Felhasznált kísérleti anyagok:

Forgács: hőkezelés nélküli és hőkezelt cserforgács.

A forgács kialakítási körülményei és méretei megegyeznek az üzemi lapok készítéséhez felhasznált forgácsra vonatkozóan közöltekkel.

Műgyanta: az üzemi lapok készítésénél ismertetett specifikációjú karbamidgyanta.

Készítési technológia:

Lapok méretei

A kísérleti lapokat azonos körülmények mellett két méretben 300 x 360 és 140 x 250 mm felületű 10 mm vastagságban készítettük el. Az előzőek az MSZ és TGL szabvány szerinti kontroll próbatestek, az utóbbiak a TGL szabvány szerinti kisebb hőkezelt próbatestek készítéséhez voltak szükségesek. A kisebb lapméret kialakítását azért alkalmaztuk, mert a hőkezelés során kis mennyiségű kísérleti anyag gyűlt össze, és a szokásos méretű kísérleti lemezekből csak esetleg két lap készítése vált volna lehetővé. Helyesebbnek tartottuk - a lapok készítésénél előállható hibák és zavaró tényezők kiegyenlítése érdekében - a készített lapok számát magasabban megállapítani.

Ezért a hőkezelt lapokat a TGL szabvány szerinti próbatestek kivételéhez szükséges minimális lapméretnek megfelelően készítettük el.

Lapösszetétel

Mivel a lapok készítése két méretben történt, a bemérési súlyok helyett a %-os összetételt és az összetételt befolyásoló tényezőket adjuk meg.

Forgács nedvességtartalom: 6%

Gyantatartalom: 10% atro/atro₃

Lap térfogatsúlya: 0,600 g/cm³

Lap felépítése: egy rétegű, homogén.

Gyanta bekeverés

Hat lapátos két szórófejes kísérleti keverő gépen végeztük el a kötőanyag felhordását.

A gyanta szórási paramétereit: porlasztási nyomás: 6 atm.
porlasztási idő: 0,7-0,8 perc
utánkeverési idő: 3,0 perc.

Préstényezők

Hőmérséklet 160°C
Idő (összes) 7 perc
Nyomás max. 23 kp/cm^2

Az egyes vizsgálati sorozatokhoz kontroll lapokból 10-10 db-ot, hőkezelt lapokból 5-5 db-ot készítettünk.

b) Vizsgálatok

A készített lapok fiziko-mechanikai tulajdonságai közül a téma célkitűzésének megfelelően a higroszkóposságot jellemző vastagsági dagadást vizsgáltuk, a változó paraméterek függvényében, és mértük a lapok hajlítószilárdságát. A méréseket kontroll lapoknál MSZ és TGL szabvány alapján, a hőkezelt lapoknál csak TGL szabvány szerint végeztük.

A kontroll lapoknál a két szabvány szerint elvégzett vizsgálatok lehetővé tették a két szabvány közötti eltérés felmérését és a hőkezelt lapok TGL szerinti adatainak régebbi, intézetünknel lefolytatott kísérletek adataival való összehasonlítását.

A mérési szám kontroll esetében hajlítószilárdságnál és vastagsági dagadásnál egyaránt 10 volt, hőkezelt lapoknál a hajlítószilárdságnál 5-10 között, vastagsági dagadásnál 10-15 között változott. A próbatesteket a legyártott kisméretű lapok különböző helyéről vettük ki, hogy az eredmények a lapok felépítésétől független adatok alapján legyenek megállapíthatók.

A dagadást a lapok előállítását követően azonnal és 30-60 napos állási idő után határoztuk meg. Ennek alapján a hőkezelt forgácsból készített lapok higroszkópos tulajdonságainak állandóságára vonatkozóan vontunk le következtetéseket. A mérési adatokat matematikai statisztika segítségével értékeltük ki. A vizsgált tulajdonság mellett a lapok térfogatsúlyát, mint a sajátságokat erősen befolyásoló tényezőt is megadtuk (10. táblázat).

Megállapítások a 10. táblázathoz:

- ad.1. A kétféle szabvány felhasználásával nyert dagadási értékek között szignifikáns eltérés nincs. Az adatok tehát egyenértékűek.
- ad.2. Az állásidővel arányosan bizonyos foku dagadás-csökkenés észlelhető, amely feltehetően a ragasztó utókondenzációjának a következménye.

Kontroll lapok higroszkópikus tulajdonságai. (n=10)

		sor sz.	Térfogatsúly			Dagadás		
			\bar{x}	v%	p%	\bar{x}	v%	p%
MSZ szabvány szerint	Azonnal készítve,	1.	622	4,25	1,33	29,0	8,44	2,65
		2.	618	2,92	0,92	32,8	12,83	4,05
	30 nap után	1.	615	3,63	1,62	29,7	8,69	3,87
	60 nap után	1.	578	2,38	1,06	26,6	12,9	5,75
TGL szabvány szerint	Azonnal készítve	1.	627	7,74	2,45	29,3	14,5	4,67
		2.	619	7,36	1,16	31,4	15,15	2,39
	30 nap után	1.	619	6,06	2,08	31,4	10,2	3,2
		2.	602	6,62	1,48	25,1	11,63	2,58
	60 nap után	1.	617	7,24	2,29	28,9	5,57	1,79
		2.	589	7,75	1,73	25,4	17,60	3,94

Kontroll lapok hajlítószilárdsága (n=10)

		sor sz.	Térfogatsúly			Hajlítószilárdság		
			\bar{x}	v%	p%	\bar{x}	v%	p%
MSZ szabvány szerinti	1.	0,600	3,4	1,13	137	10,59	3,53	
	2.	0,606	2,62	0,93	124	17,98	6,37	
TGL szabvány szerint	1.	0,635	1,39	0,80	151	11,33	6,54	
	2.	0,650	4,26	1,74	175	8,26	3,38	

Megállapítások a 11. táblázathoz:

- ad.1. A TGL szabvány szerint vizsgált hajlítószilárdsági értékek 18-20%-kal magasabbak, mint az azonos lapból kivett minták MSZ szabvány szerinti értékei.
- ad.2. A fenti átszámítási lehetőség csak közelítő értékelésekre alkalmazható a mindkét szabvány szerint mért adatoknál észlelt nagyfokú szórás miatt.

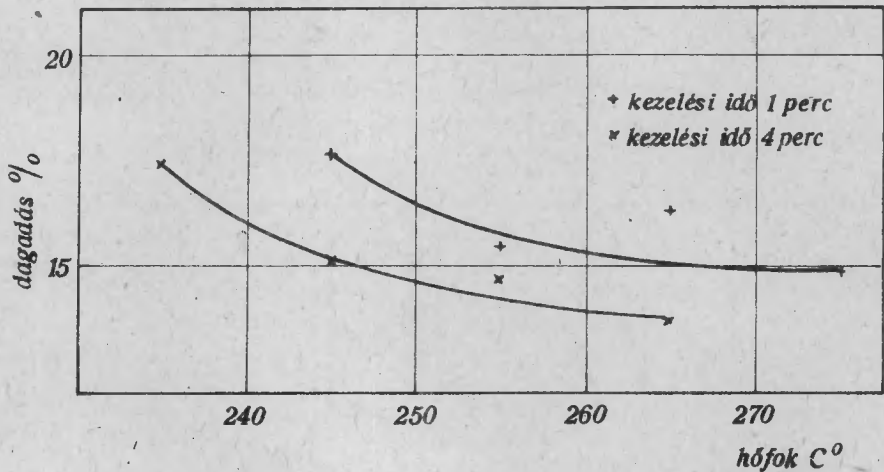
- ad.3. A TGL szabvány szerint mért lapok magasabb hajlítoszilárdsága kis-mértékben a próbatetek nagyobb térf. súlyától ($0,050 \text{ g/cm}^3$ -rel magasabb) is függött, ez azonban csak mintegy 5%-os növekedésre ad magyarázatot, a többi a két mérés közötti eltérésekből ered.
- ad.4. A kapott hajlítoszilárdsági értékek az I.oszt. lapokra MSZ szabvány szerint előírt 180 kg/cm^2 -es hajlítoszilárdsági érték alatt vannak és csak a II.o. lapok 100 kg/cm^2 -os alsó határát érik el.

Hőkezelt forgácsból készített lapok vizsgálatai

A hőkezelt forgácsból kialakított lapok vizsgálatainál a főszólat a dagadási értékek kezelési paraméterrel történő változásai képviselték. A vizsgált összefüggések adatait az összesítő táblázat tartalmazza. Az ábrák értékeit mindenkor az eredeti 30 és 60napos állási idő után a tfs. szerint korrigált átlag képezte. Erre alapot a 30 és 60 napos pihentetés után mért adatok eredetitől való minimális eltérése, ill. szórásnak minősíthető, szabályok felállítására alkalmatlan különbözőségei adtak.

1. Kezelési hőfok - dagadás %

Konstans paraméterek: hőkezelési idő 1 és 4 perc
vizsgált lapok tfs. ($0,600 \text{ g/cm}^3$)
lapkészítési technológia paraméterei.



6. ábra

Kezelési hőfok és dagadás-% közötti összefüggés egyrétegu cserfából készített 10 mm vastag forgácslapokon

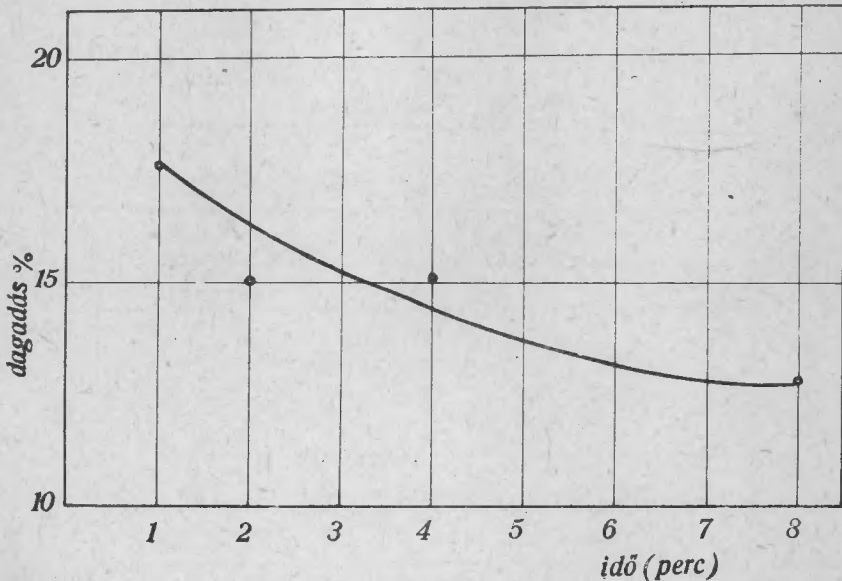
Megállapítások a 6. ábrához:

- ad.1. Az 1 és 4 perces kezelési időt jellemző kezelési hőfokdagadás % görbék jellege azonos.
- ad.2. A kezelési hőfok növekedésével a lapok dagadás %-a csökken.
- ad.3. A 4 perces hőkezelés azonos hőfokon alacsonyabb dagadási értékeket szolgáltat, mint az 1 perces.
- ad.4. Az 1 és 4 perces kezelési idő okozta dagadás % különbség a hőfok növekedésével csökken.

2. Kezelési idő - dagadás %

A kezelési idő és dagadás % közötti összefüggés 240-250°C közötti hőmérsékleten változó időtartam mellett hőkezelt forgácsból készített lapokon tanulmányoztuk. A 240-250°C hőfoktartománnyal egy olyan közbülső hőfok-intervallumot választottunk ki, ahol a kezelési idő a minták begyulladására nélkül fokozható volt.

Konstans paraméterek, hőkezelési hőfok: 240-250°C
térfogatsulya: 0,600 g/cm²
Lapképzési technológia paraméterei.



7. ábra

Hőkezelési idő - dagadási % közötti összefüggés egyrétegű cserfából készített 10 mm vastag forgácslapokon

Megállapítások a 7. ábrához:

1. Azonos kezelési hőfokon az időtartam fokozásával a hőkezelt forgácsból készített lapok dagadás % -a csökken.

2. A kezelési idő fokozásával elérhető a rövidebb ideig magasabb hőfokon kezelt forgács dagadás csökkenése.

3. Térfogatsúly - dagadás %.

A hőkezelt forgácsból készített lapok térfogatsúlya és dagadási %-a közötti összefüggést a 230-240°C-on 4 és 8 percig, valamint a 250-260°C-on 4 és 8 percig hőkezelt forgácsból készített lapokon vizsgáltuk.

Konstans paraméterek egy-egy görbére vonatkozóan:

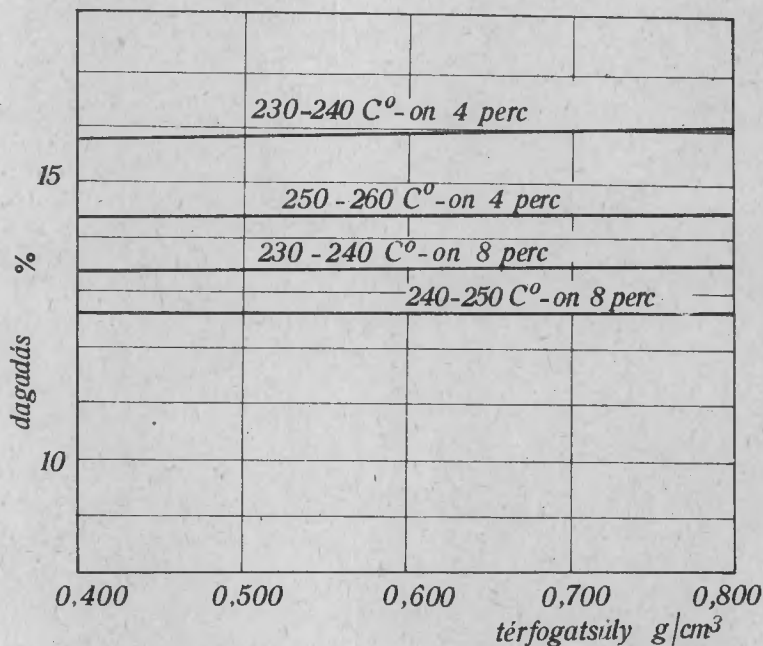
kezelési hőfok

kezelési idő

lapképzési technológia paraméterei.

Megállapítások a 8. ábrához:

ad.1. A dagadás %-ok a térf. súly növekedésével arányosan növekszenek.



8. ábra

Hőkezelt cserfából készített 10 mm vastagságú egyrétegű lapok térfogatsúly és dagadási %-a közötti összefüggés

- ad.2. A görbék iránytangense annál kisebb, minél kisebb dagadási értékekhez tartozó görbét jellemez.
- ad.3. Az egyes görbék az előző vizsgálatoknál tett megállapításoknak megfelelően követik egymást a kezelés hatékonyságát jellemző dagadási tartományban.
- ad.4. A kezelési hőfok - hajlítószilárdság - kezelési idő.

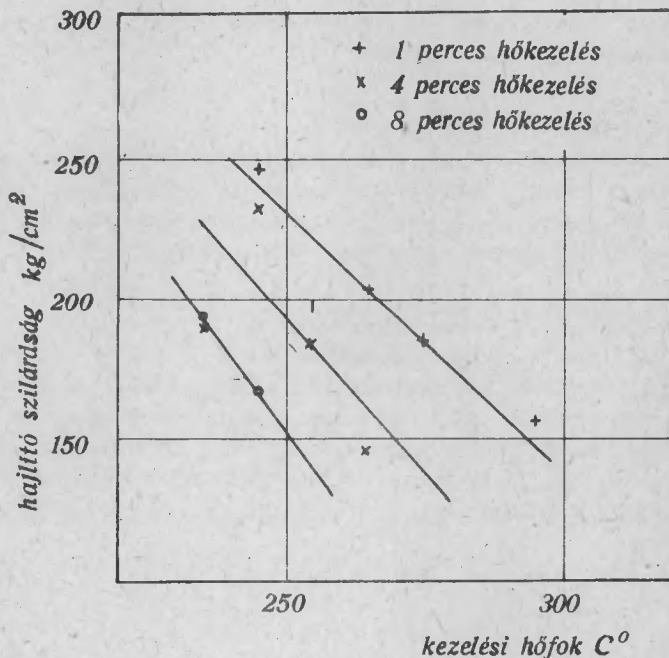
A kezelési hőfok és idő hajlítószilárdságra gyakorolt hatását - az egyes kísérleti sorozatokhoz tartozó szilárdsági értékek és a két változó paraméter feltüntetésével - összevontan a 15. ábrán szemléltetjük, a vonatkozó értékeket az összesítő táblázatban adjuk meg.

Konstans paraméterek: Térfogatsúly g/cm^3 650

Lapképzési technológia paraméterei.

Megállapítások a 9. ábrához:

- ad.1. A dagadási szempontból már kedvező eredményeket adó hőkezelt forgácshoz tartozó hajlítószilárdsági értékek kb. 20%-kal magasabbak, mint a kontroll lapok vonatkozó értékei.



9. ábra

Kezelési hőfok és idő hajlító szilárdság közötti összefüggés egyrétegű cserfából készített 10 mm vastag forgácslapokon

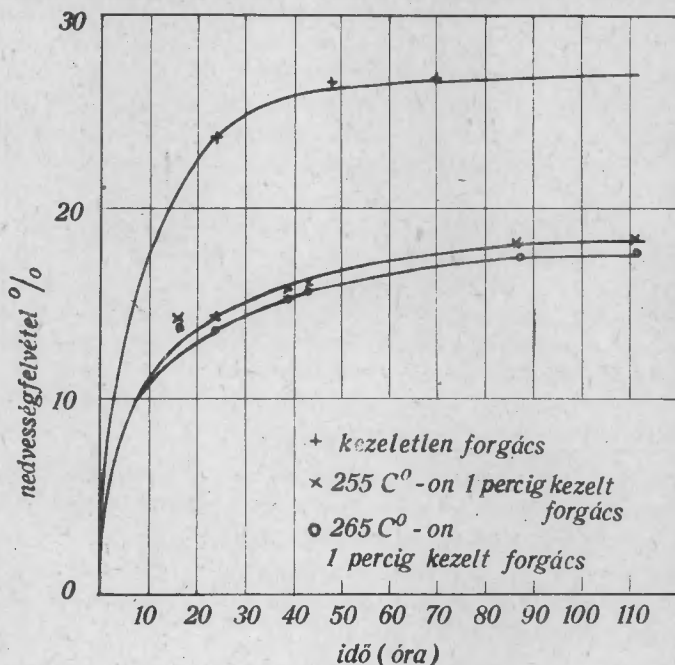
- ad.2. Azonos kezelési idő mellett a szilárdsági értékek a kezelési hőfokkal arányosan csökkennek.
- ad.3. Azonos kezelési hőfokhoz tartozó változó kezelési időtartam az idő növekedésének megfelelően csökkenő hajlítószilárdságot eredményez.
- ad.4. A hőkezelés hatása a forgács adszorpciós képességére.

A forgács higroszkópos tulajdonságai a forgács adszorpciós képességével közvetlen kapcsolatban állnak. Ezáltal a hőkezelés okozta higroszkópos változások a forgácsok adszorpciós képességével jellemezhetők.

Az adszorpciós képesség meghatározását kezeletlen, és a $250-260^{\circ}\text{C}$ -on 1 percig és $260-270^{\circ}\text{C}$ -on 1 percig hőkezelt forgács vonatkozásában végeztük el.

A mérés lefolytatása.

Becsiszolt fedelű mérőedénykébe analitikai mérleggen $\pm 0,1$ mg pontossággal bemértünk 2 g absz. száraz forgácsot. A forgácsot előzetesen $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ -os szárító szekrényben súlyállandóságig szárítottuk. A műveleteket szabványos módon végeztük el. Majd a forgácsot tartalmazó mérőedényeket 20°C -ra és 95% relatív nedvességtartalomra beállított klímasekrénybe helyeztük. 3, 6, 24, 48 és 96 h után mértük a forgács súlynövekedését. A mérési edényke nyitása és zárása a klímasekrényben történt.



10. ábra

Kezeletlen és hőkezelt cserforgács adszorpciós izotermái

A nyert eredményeket diagramban rögzítve jellegzetes adszorpciós zotermákat kaptunk.

Megállapítások a 10. ábrához:

- ad.1. A kezeletlen és hőkezelt forgács nedvességadszorpciója azonos jellegű; görbék lefutása megegyező.
- ad.2. A hőkezelt forgács adszorpciós képessége, ill. nedvességfelvétele a kezeletlen fához viszonyítva csökken.
- ad.3. Az adszorpciós képesség csökkenés azonos időtartamu hőkezelés mellett a hőmérséklet emelkedésével fokozódik, 250 - 260^oC-on 1 percig kezelt forgács adszorpciós csökkenése a kezeletlen lap adszorpciójához viszonyítva: 33% 260-270^oC-on 1 percig kezelt forgács adszorpciós csökkenése a kezeletlen lap adszorpciójához viszonyítva: 36%.
- ad.4. 90 - 100 órás klimatizálásnál a forgács által adszorbeált nedvességmennyiség gyakorlatilag megegyező. Tehát a 100 órás klimatizálás után mért értékek maximálisnak tekinthetők.

5. Hőkezelt forgács kémiai vizsgálatai

A kémiai vizsgálatok az elméleti résszel megegyezően elsősorban a 3 fő fakomponens (cellulóz, lignin, pentozánok) meghatározására terjedtek ki. Ezek együttes mennyisége kiegészítve a pentozánok melletti egyéb hemicellulóz alkotókkal, a fajtától függően az absz. száraz fához viszonyítva 90-95%. Méréseink során az alapvizsgálatok mellett végeztünk olyan meghatározásokat is, amelyek az elméleti rész megerősítéséhez és a gyakorlati megállapítások helyes értékeléséhez szükségesek voltak. Ezek kivitelezési módjáról és eredményeiről is ebben a fejezetben az alapvizsgálatok ismertetése után számolunk be.

A vizsgálatok pontosságát nagymértékben befolyásolja, hogy a fa fajon belüli kémiai összetétele sem állandó, hanem különböző tényezőktől - életkor, termőhely, farész - függően változik. Az ezekből eredő hibalehetőségeket részben az azonos termőhelyről származó kísérleti anyag kiválasztásával, részben a forgács mintavételt megelőző alapos összekeveréssel és szabványos mintavétellel igyekeztünk minimálisra csökkenteni.

A kémiai vizsgálatok anyaga és előkészítésmódja:

A vizsgálatokhoz kezeletlen cserforgácsot, és a 250-260^oC-on 4 percig hőkezelt cserforgácsot használtuk fel. Így a két szélső eset szembeállításával lehetővé vált a létrejövő kismértékű kémiai változások észlelése is.

A kémiai analízist megelőzően a forgácsot megőröltük és vizsgálati anyagnaként a szitálás során az 1,0 mm-es nyílású szitán áteső, 0,5 mm-es fennmaradó aprítékfrakciót használtuk fel.

Cellulózmeghatározás:

A cellulózmeghatározási módszerek a lignin és a hemicellulózok eltávolításán alapszanak. Erre lehetőséget a lignin oxidációra hajlamos csoportjai és a hemicellulózok cellulóznál nagyobb hidrolizációs készsége ad. Alkalmazott módszer: Kürschner-Hoffer-féle salétromsavas eljárás.

A méréseket két különböző időpontban végrehajtott hőkezelés előtt és után vett forgácsminta felhasználásával végeztük el, mintánkénti átlagos 5 mérésszámmal.

13. táblázat

Kezeletlen és 250-260^oC-on 4 percig hőkezelt
cserforgács cellulóztartalma

Megnevezés	Átlag cellulóz tart. %	
	kezeletlen	kezelt
1	42,5	41,6
2	44,48	44,8

Ligninmeghatározás:

A fa lignintartalmának meghatározására szolgáló módszerek a fa szénhidrát részét hidrolizáló és oldható állapotban hozó ásványi savas kezeléssel alapszanak. Az alkalmazott sav töménységét mindenkor úgy kell megválasztani, hogy a hidrolizáció teljes egészében végbemehessen, de ugyanakkor a keletkező monoszacharidok további bomlása - amely csapadékképződéssel jár - még ne következzen be. Az optimális savtöménység általában fafajonként változik; értéke kísérleti úton a változó savkoncentráció mellett nyert lignintartalomból és a lignin metoxiszámából határozható meg.

Alkalmazott módszer: Halse szerinti eljárás.

Az eljárás lefolytatása: MSZ 8234-33 szerint.

A lignin meghatározásához a cellulózhhoz hasonlóan kivett mintapárokat használtunk. Az első két mintát a cellulózzal egy időben vettük ki. Mivel eltérést észleltünk, a kezeletlen és kezelt forgács lignintartalma között, a méréseket három mintán ismételtük meg, a harmadik mintát külön vettük. A kapott adatokat matematikai statisztika segítségével értékeltük ki, és korrelációs kapcsolatát is vizsgáltuk.

A vizsgálatok alatt nyert eredmények statisztikai értékelése az egyegy vizsgálathoz tartozó összes adat alapján:

A két mért sorozat között szignifikáns eltérés van, tehát a lignintartalom-növekedés matematikailag is igazolt megállapítás, amely megerősíti az elméleti rész feltevéseit. A kezeletlen forgács lignintartalmát alapul véve a lignintartalom-növekedés 6,7%.

Kezeletlen és 250-260°C-on 4 percig hőkezelt
cserforgács lignintartalma

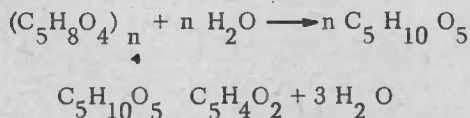
Megnevezés	Átlagos lignintartalom %	
	kezeletlen	kezelt
1.	24,6	25,9
2.	24,3	25,7
3.	25,0	26,5

Kezeletlen és hőkezelt cserforgács lignintartalmának
statistikus értékelése

Megnevezés	\bar{x}	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%
Kezeletlen forgács	24,35	0,99	0,28	4,06	1,14
Kezelt forgács	25,97	1,17	0,33	4,50	1,27

Pentozántartalom - meghatározás:

A fában levő pentozánok mérése közvetett uton a pentozánok hidrolizációja, majd hidratációja során keletkező furfurool mennyiségének meghatározása alapján történik. A képződési folyamat a következő reakcióegyenletekkel fejezhető ki:



A furfuroolképződés Tollens szerint savas desztillációval idézhető elő. Mivel az átalakulási reakciók, valamint a keletkezett furfurool bomlása nagymértékben függenek a mérések körülményeitől, a desztillációt meghatározott, pontosan méretezett készülékkel azonos paraméterek mellett kell lefolytatni. A nyert furfurool meghatározása gravimetriás és titrálásos módszerek segítségével történhet. A vizsgálat eredménye a furfuroolra vonatkozik, amelyből a módszernek megfelelő faktor alkalmazásával a pentozántartalom kiszámítható.

Alkalmazott módszer: Tollens szerinti sósavas desztilláció és bromid-bromátos mennyiségi meghatározás.

Az eljárás lefolytatása: MSZ. 8230-53 szerint.

A szabvány lombosfára vonatkozó átszámítást nem ad meg, ezért az átszámítási faktort irodalmi adatok alapján állapítottuk meg. Ezek szerint a fur-

fürol 1,88-as empirikus szorzótényező segítségével számolható át pentozánná. A méréseket a cellulóz és ligninnel vett forgácsmintán végeztük el.

16. táblázat

Kezeletlen és 250-260°C-on 4 percig hőkezelt cserforgács pentozántartalma

Megnevezés	Átlagos pentozántartalom %	
	kezeletlen	kezelt
1	27,39	26,84
2	26,84	26,49
3	26,91	26,83

A vizsgálatok alatt nyert eredmények statisztikai értékelése az egyes vizsgálatokhoz tartozó összes adat alapján:

17. táblázat

Kezeletlen és hőkezelt cserforgács pentozántartalmának statisztikus értékelése

Megnevezés	Pentozántartalom %				
	x	+s	+m	v%	p%
kezeletlen forgács.	27,05	0,27	0,11	1,00	0,41
kezelt forg.	26,75	0,49	0,17	1,83	0,64

Az eredmények között szignifikáns eltérés nem áll fenn, tehát a hőkezelt és kezeletlen forgács pentozántartalmában lényeges különbség nincs.

Extraktanyag-tartalom meghatározása:

A hőkezelés alkoholos extraktra gyakorolt módosító hatását MSZ 8233-53 szabvány szerint vizsgáltuk. Kezeletlen forgács extraktanyag-tartalma: 0,73%. 250-260°C-on 4 percig hőkezelt forgács extraktanyag-tartalma: 1,28%.

A mennyiségi eltérések mellett az extrakt anyagok közötti minőségi különbség is megállapítható volt. A minőségi vizsgálat bár csak érzékszervi volt, lehetővé tette vanilin és egyéb ligninből származtatható termék jellegzetes fűszeres szagának felismerését. E mellett meg kell említeni még az extraháló oldat színét is, amely a kezeletlen forgácsnál kevésbé sötétedett el, mint hőkezelt forgács esetén.

Kezeletlen és hőkezelt forgács összetétele (cser)

	Cellulóz	lignin	pentozán	összes
Kezeletlen	43,49	24,35	27,05	94,89
Hőkezelt	43,2	25,97	26,75	95,92

A kémiai összetételben változások álltak elő, a lignintartalom, valamint ennek megfelelően a vizsgált komponensek összesített mennyisége megnövekedett, míg a cellulóz és a hemicellulóz tartalom változatlan maradt. Ha figyelembe vesszük, hogy a kezelt forgácsmintát a közelítőleg 1% sulycsökkenést szenvedett forgács képezte, nyilvánvalóvá válik, hogy a kezelt forgácsnál változatlan mennyiségben megállapított komponensek %-os arányuknak megfelelő mértékben szenvedtek bomlást, míg a megnövekedett mennyiségű lignin kevésbé bomlott el és a bomlástermékekkel, vagy egyéb pentozán melletti hemicellulóz komponenssel való kondenzációs reakciók révén mennyisége növekedett. A lignin bomlására vonatkozó feltevéseinket igazolni látszanak az extrakt anyagoknál észlelt minőségi és mennyiségi eltérések. Tehát a lignintartalom növekedést lényegében utólagos kondenzáció idézhette elő, míg a hőhatás kezdeti szakaszában kismértékű bomlási reakciók mentek végbe.

Ezt a teoriát megerősíti a lignin kémiai szerkezete is. Erős szénkötései ugyanis a kísérletek hőfoktartományában inkább felépítés jellegű, mintsem bomlási reakciókra engednek következtetni, amelyet elősegítenek a lignin erős és gyengén reakcióképes atomjai és atomcsoportjai. Így elsősorban a hidroxilcsoportok jelentősek, amelyek polaritásuk folytán kondenzációs reakciókra és hidrogénhidkötések kialakítására egyaránt képesek. Előfordulnak viszonylag nagy számban a kapcsolódó benzolgyűrűkben orto- és meta-irányítottaságú szénatomok is, amelyek szubsztitúciós és egyéb reakciófajták végbemenetelét teszik lehetővé. A lignin kondenzációs partnereiként meg kell említeni a pentozánok melletti egyéb hemicellulóz-féleségeket, amelyek mennyisége az összegképletnek megfelelően csökkent. Ez a körülmény azért érdemel említést, mert a hemicellulózoknak ez a része nedvességfelvétel szempontjából különösen jelentős. A faforgács hőkezelésénél és a kezelés folytán kialakuló hidrofobitásnál fontos szerepet játszik a cellulóz és a cellulózzal rokon egyéb poliszacharidok hidroxilcsoportjainak, ill. a hidrogénhidkötéseinek módosulása. Erre vonatkozóan közvetlen mérési adataink nincsenek, az előálló higroszkópikus változásokból és a cellulózszerkezet módosulási lehetőségeiből tudunk csak bizonyos feltételezéseket tenni. A cellulóz szerkezetváltozási lehetőségeit elemezve, az alábbi következtetések vonhatók le.

a) A magas hőmérséklet hatására a cellulóz-cellulóz és cellulóz-víz közötti hidrogénhidak felszakadnak.

b) A felszabadult víz a közölt energia hatására elpárolog a rendszerből.

c) A szabaddá vált hidroxilcsoportok vagy további vízvesztéssel, oxigénkapcsolódást alakítanak ki, vagy a víz kiiktatásával hidrogénkötések formájában lépnek kapcsolatba. Feltehetően az így kialakuló hidrogénkötések energetikailag stabilabbak, mint az eredeti hidrogénkötések voltak, és így ismételt felhasadás, ill. a víz hidratációs megkötése nem, vagy igen kicsi mértékben mehet végbe.

Erre az utóbbi feltevésre szolgáltat alapot az a tény, hogy a hidrogénkötéseknek több típusa van, amelyeknél a 0...0 távolság más és más. Az 0...0 távolság általában jellemző a kialakult kötés erősségére, amely a kötés-típus energiájában jut kifejezésre. A következő hidrogénkötések ismereteseek:

1. Hosszu hidrogénkötés, 0...0 távolság 2,65-2,9 Å kötési energia 4-6 kcal/mol.

2. Rövid hidrogénkötés 0...0 távolság 2,44-2,65 Å.

3. Szimmetrikus hidrogénkötés, amely lényegében a rezonancia jelenségre jellemző. Ilyen hidrogénhidak alakulnak ki pl. fluor esetében, ahol a F...F távolság 2,26 Å a kötési energia pedig 27 kcal/mol.

Az elméleti részben ismertetett Treiber szerinti 15 kcal/molos kötési energia alapján megállapítható, hogy a cellulóz hidrogénhidkötései a fenti típusoknak megfelelően közbülső helyet foglalnak el és mintegy a rövid hidrogénkötésnek felelnek meg.

A hidrogénhidkötések és oxigénkapcsolódások által stabilizálódott cellulózzrostoknál a víz behatolása csak a sejtüregekbe lehetséges és a rostok közötti asszociáció hiányában a láncokhoz való kötődés nem mehet végbe, és így dagadási jelenségek nem, vagy csak igen kicsi mértékben jelentkezhetnek.

A fenti folyamatok egzakt tanulmányozása csak olyan közegben volt lehetséges, amely a termikus változásokat nem vagy kevéssé befolyásolja. Az ideális eset így a nitrogén atmoszférában lefolytatott termikus kezelés. A kísérletek kivitelezésénél azonban nem ezt a módszert alkalmaztuk, mert ipari létesítményeknél nitrogéngáz-atmoszféra biztosítása magas költségei miatt és a berendezés körülményes előállítási lehetőségei miatt kevéssé valósítható meg.

Ezért a füstgáz hőközvetítő közeget választottuk, amely nagymértékben megközelíti a nitrogén-atmoszféra inert jellegét, ugyanakkor nagyipari megvalósításra is alkalmas.

Az inert közeg alkalmazása cellulóznál azért lényeges, mert a cellulóz periodikusan tartalmaz a β D-glükóz mellett kismennyiségű egyéb csoportokat is, amelyek oxigén hatására könnyen bomlanak és így a cellulóz depolimerizációját katalizálják, és a magas hőmérséklettel komplex módon hatva a cellulóz polimerizációs fokát olyan mértékben csökkenthetik, hogy a forgács szilárdságát szempontból lapképzésre alkalmatlanná válhat. Röviden összegez-

ve a három fő fakomponens termikus viselkedését, a kísérleteiknél alkalmazott 230-300°C-os intervallumban a következőképpen jellemezhetjük:

a) A cellulóz a végbemenő szerkezeti változások következtében úgy módosul, hogy a rostok vízadszorpciója minimálisra csökken.

b) A hemicellulózok bomlás és átalakulás folytán részben a cellulózhoz hasonlóan megváltoztatják szerkezetüket, részben pedig polimerizációs monomereket vagy kondenzációs alappartnerként számításba jöhető vegyületeket képeznek, amelyek a későbbiekben vagy egymással, vagy a ligninszármazékokkal egyesülnek.

c) A lignin az alapvegyület szerkezeti vázának megtartásával szintén polimerizálódik, vagy a hemicellulózból keletkező alapvegyületekkel kondenzálódik.

Ezek a megállapítások kémiai vizsgálatainkkal csak részben voltak bizonyíthatók, nagyrészt tehát csak reálisnak látszó következtetések, melyek igazolása további kutatást igényel.

A hőkezelési kísérletek végső kiértékelése az elvégzett vizsgálatok alapján:

Megállapítások:

1. A forgács termikus kezelésének hatására a hőkezelt forgácsból készített lapok vastagsági dagadási értékei 45-50-nel csökkennek.

2. A fenti lapok hajlítószilárdsági értékei kb. 20%-kal növekszenek.

3. Az 1. és 2. pont eredményei a forgács megváltozott adszorpció képességének a következményei.

4. A kémiai vizsgálatok az elméleti feltételezéseket - hemicellulóz, ligninváltozás - igazolni látszanak.

5. A hőkezelés lehetővé teszi a cserforgács butoripari felhasználást szolgáló 0,650 g/cm³ térf. sulyu lapokká történő feldolgozását.

GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉS

A gazdasági számítások elvégzésénél részben a hidrofobizáló eljárás termékegységre vetített önköltségnövekedését, részben az eljárás alkalmazása folytán helyettesíthető termék költségeit, ill. árát vettük alapul. A pontos kiértékelést megnehezítette, hogy a vizsgált módszerek üzemi műveletei, gépesítettsége, általában alkalmazástechnikai kérdései még nem megoldottak. Így esetenként feltételezésekre kellett támaszkodnunk, amely biztonsági szempontból maga után vont a maximális költségű technológiai műveletek figyelembevételének szükségességét. Ezért a nyert adatok csak tájékoztató jellegűek, amelyek összehasonlítási alapul felhasználhatók ugyan, konkrét értékelés azonban csak a félüzemi kísérletek szerint korrigált adatok alapján válik

lehetővé. Az előző szempontok szerint a kidolgozott módszerek önköltségének alakulására gyakorolt hatás, valamint meghatározott felhasználási területnél a helyettesítésből eredő megtakarítás becsült értékei a következők:

1. Polisztirollal impregnált lapok.

Önköltség-növekedés: 23,6%.

Az impregnálás költsége a teljes önköltségen belül: 19,5%.

Felhasználási terület nem meghatározott.

2. Fenolgyantával impregnált lapok.

Önköltség-növekedés: 29,4%.

Az impregnálás költsége a teljes önköltségen belül: 23,2%.

Felhasználási terület: zsaluzódeszka, ill. zsaluzótábla.

Zsaluzódeszkához viszonyított évi megtakarítás: 21 500 mFt.

Zsaluzótáblához viszonyított évi megtakarítás: 5500 mFt.

3. PVC pasztás felületkezelésű lapok.

A feldolgozási körülmények ismeretének teljes hiányában csak az anyag költségeiből számítható önköltség - növekedés adható meg; számszerűen 20,01 Ft/m².

4. Hőkezeléssel hidrofóbizált forgácslapok.

Az eljárás pozitív eredményeket idéz elő a forgácslapok tartós nedvességátalása és szilárdsági értékeinek növekedése terén és ezáltal növeli a lapok használati értékét. Alkalmazása tehát akkor is gazdaságos, ha az önköltségben semmiféle megtakarítás sem mutatkozik, vagy ha az önköltség a használati érték növekedésénél nem nagyobb mértékben növekszik. Az új eljárás a tervezett magashőmérsékletű füstgáz szárító felhasználásával - külföldön üzemelő, hasonló típusú berendezések adatait alapul véve - a forgács alapanyag szárítási költségeit - amely a hőkezelési költségeket is magába foglalja - kb. felére csökkenti.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elvégzett munka kiértékelő megállapításai:

1. Polisztirollos impregnálás. Az eljárás alkalmas nagyfokú nedveség hatásnak kitett forgácslap elemek impregnálására. Az elért higroszkóposág csökkenés a vízfelvétellel és dagadással jellemezve a kezelés nélküli termék vonatkozó értékeihez viszonyítva 75%, ill. 70%.

Az eljárás gazdaságosságát tekintve, az impregnálás jelentősen növeli a forgácslapok önköltségét (impregnálás önköltsége 654 Ft/m³, 52 m², 19 mm vastag lap esetén). Az eljárás félüzemi kísérleteinek elvégzését nem javasoljuk, ugyanis műszaki sajátosságai és költségei butoripari termékeknél túlméretezettek, egyéb felhasználási területe viszont jelenleg nincs.

2. A PVC-s felületvédelem. A kidolgozott eljárás padlóburkoló lapok előállítását teszi lehetővé. A megadott árkalkuláció szerint a termék gazdaságos. Alkalmazástechnikai szempontból az eljárás kivitelezését nem látjuk biztosítottnak. Az elvégzett PVC-paszttás laboratóriumi kísérletek félézemi folytatását ezért nem javasoljuk. Butoripari feldolgozásra alkalmas kemény PVC-lemezzel borított forgácslapok kialakítására vonatkozó kísérletek elvégzését javasoljuk, PVC előállításával foglalkozó vegyi üzem bevonásával.

3. Fenolgyantás impregnálás. A fenolgyantás impregnálású lapok - a felhasználási terület, mint zsaluzótáblák megjelölve - műszaki és gazdasági szempontból megfelelőek. A kezeletlen lapokhoz képest elérhető vízfelvétel % és dagadás % csökkenés 90-95%. A magyar viszonyoknak megfelelően felállított felhasználási területen elérhető megtakarítás zsaluzódeszkához viszonyítva 21 500 /mFt/év, zsaluzótáblához viszonyítva 5500 /mFt/év.

Az előzők alapján a félézemi kísérletek elvégzését javasoljuk, amely során feladat az építőipar által megjelölt méretekben impregnált lapok készítése, és azok természetes kipróbálása az ismételt felhasználhatóság megállapítására.

4. A cserforgács termikus kezelése lecsökkenti a forgács adszorpciós képességét, amelyet részben a hőkezelt forgácsból készített lapok vastagsági dagadásának 45-50%-os csökkenése, részben a hajlítózsilárdsági értékek 20-25%-os emelkedése kísér. Ez az utóbbi eredmény különösen jelentős, ugyanis a hőkezeléssel cserforgácsból olyan forgács-alapanyag készíthető, amely butoripari célokra alkalmas forgácslapok (tfs: 0,650 g/cm³) előállítását teszi lehetővé. Az eljárás félézemi kísérleteinek elvégzését javasoljuk.

IRODALOM

1. Bjeszkov Sz.D.: Ipari fizikai-kémiai számítások, 1952.
2. Csűrös Zoltán: Műanyagok. 1956.
3. Erdey-Grúz Tibor és Schay Géza: Elméleti fizikai kémia, 1952.
4. Emil Heuser: Cellulóz-vegyészet. XII. fejezet.
5. Dr. Fodor Gábor: Szerves kémia I. 1960.
6. R.D. Freemann: Bevezetés a faanalízisbe. Wood Chemistry, 1946.
7. Kardasov: Szinteticeszközök I. Izdatelsztvo Kémia, Moszkva, 1964. 382 ol.
8. Kovács Lajos: Műanyag zsebkönyv. 1956.
9. Dr. Kovács Lajos: Lakk és festék zsebkönyv, 1962.
10. Franz Kollmann: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. I. II.
11. N.I. Nyikitin: A fa kémiája. 1955.
12. Paulik Ferenc és Paulik Jenő: Termoanalízis. 1963.
13. Szabó Dénes: Faipari kézikönyv. 1963.
14. W. Sander mann: Grundlagen der Chemie und chemischen Technologie des Holzes. 1956.
15. Winnacker-Küchler: Kémiai technológia. II: 1963.
16. Wise L.E. Jahn E.C.: Wood Chemistry I. II. 1952.

17. A. Ketsall: PVC - paszta direktprézelése. Journal of the British Bod and Shoe Inst. Northamson. 1963. Jul.
18. K. Eisner, M. Kolejak: Forgácslapok hidrofobizálása, dagadáscsökkentése. Drevo. 1960. 12.
19. H. H. Fickler: Hidrofobphierung von Spanplatten mit Kationaktiv Dispersione. Holz als Roh- und Werkst. 1962. 7.
20. W. Sandermann; H. Augustin: Chemische Untersuchungen über die thermische Zersetzung von Holz. II. Teil. Holz als Roh- und Werkstoff, 1963. 8.
21. W. Sandermann, H. Augustin: Die thermische Zersetzung von Holz. I. Teil. Holz als Roh- und Werkstoff 1963. 7.
22. O. Suchsland: Az enyv behatolásáról faenyvezéseknél és a behatolási mélység jelentőségéről a fugaszilárdság szempontjából. Holz als Roh- und Werkstoff, 1958. 3.
23. Penn W. S.: A kereskedelemben kapható tartósítók a PVC-hez és azok kiválasztása. Rubber and Plastics Weekly Vol 141. No. 5. 6. London, 1961. jul. 29, aug. 5.
24. Penn W. S.: Legáltalánosabban használt monomer lágyítók PVC-hez. Rubber and Plastics Weekly Vol. 141. No 13. London, 1961. szept. 23.
25. Granlund, F., Skjelmerund H.: fűrészpor lebegtetős szárítása füstgáz-száritóban. Papper och Trä, 1957. 3.
26. Merkweld, K.: Vizgálatok és tapasztalatok a füstgázos fűrészporszárításnál. Papper och Trä. 1959. 6.
27. L. Sofelniov: Vizálló gyaluforgácslapok. Drevarksy Vyskum. 1961. 3.
28. Buschbeck, L., Kehr E.: Vizgálatok a forgácslapok viztaszító szereklle való kezelésére vonatkozólag. Holzind. 1961. 8.
29. K. Kratzl: Probleme der Holzchemie. Holzchemie. Holzforschung und Holzverwertung. 1963. 2.
30. Eljárás a textil és PVC rendszerek kialakítására. Magyar Szabvány. 147. 527. sz. 1960.
31. Kísérletek Schilde-rendszerű forgó fuvókás forgács szárítókra vonatkozóan. Holz als Roh- und Werkstoff. 1964. 4.

Hőkezelt forgácsból készített lapok összesítő táblázata

2. táblázat

sor- szám	Fafaj	Kezelési hőfok °C	Kezelési idő, perc	Mérési szám	Térfogatsúly dagadási próbatesteknél g/cm ³						Mérési szám(n)	Térfogatsúly hajlító szil. próbatesteknél g/cm ³			Hajlítószilárdság kp/cm ²			
					x̄		v%		p%			x̄		v%		p%		
					x̄	v%	p%	x̄	v%	p%		x̄	v%	p%				
1	Cser	a	230-240	4	12	0,631	7,42	2,14	17,8	7,97	2,3	6	0,650	2,58	1,06	191	16,37	6,70
		b	230-240	4	12	0,593	8,26	2,38	17,4	6,55	1,83							
		c	230-240	4	12	0,640	11,25	3,25	17,3	9,63	2,77							
2	Cser	a	230-240	8	10	0,651	2,57	0,81	15,7	0,12	3,18	5	0,660	1,56	0,72	194	10,72	5,03
		b	230-240	8	10	0,633	4,04	1,28	14,3	4,54	1,39							
		c	230-240	8	10	0,602	4,60	1,45	13,5	13,40	4,22							
3	Cser	a	240-250	1	4	0,669	11,0	5,5	23,3	16,1	8,28	4	0,658	0,53	0,31	245	16,85	6,68
		b	240-250	1														
		c	240-250	1														
4	Cser	a	240-250	4	8	0,728	9,35	2,33	16,04	7,73	1,93	8	0,685	5,98	2,45	232	14,27	6,19
		b	240-250	4	8	0,565	18,99	6,73	17,8	16,91	5,95							
		c	240-250	4	8	0,631	5,12	2,56	15,3	14,50	7,25							
5	Cser	a	240-250	6		0,597	3,44	0,99	17,6	7,21	2,10							
		b																
		c																
6	Cser	a	240-250	8	10	0,686	7,25	2,29	14,6	1,55	0,49	5	0,646	1,89	0,94	167	12,61	6,30
		b	240-250	8	10	0,670	8,08	2,65	12,5	1,42	0,44							
		c	240-250	8	10	0,668	5,63	1,78	11,8	1,38	0,43							
7	Cser	a	250-260	1	10	0,584	7,25	2,29	14,0	1,63	0,51	5	0,644	0,96	0,45	197	8,86	4,18
		b	250-260	1	5	0,647	6,71	2,99	14,9	1,55	0,69							
		c	250-260	1	5	0,591	5,22	1,51	16,0	1,37	0,40							
8	Cser	a	250-260	4	10	0,629	6,97	2,20	14,4	10,76	3,4	5	0,652	2,17	0,97	183	8,69	3,87
		b	250-260	4	10	0,639	4,74	1,49	16,00	7,5	2,31							
		c	250-260	4	10	0,658	10,28	3,25	14,80	18,58	5,87							
9	Cser	a	260-270	1	10	0,690	8,69	2,75	16,80	14,4	4,59	5	0,645	2,58	1,00	219	11,04	4,52
		b	260-270	1	5	0,613	3,11	0,90	18,2	9,65	2,59							
		c	260-270	1	5	0,647	7,25	2,73	17,8	9,7	3,50							
10	Cser	a	260-270	4	10	0,619	6,42	1,94	18,7	10,08	3,12	5	0,632	1,90	0,84	145	7,71	3,44
		b	260-270	4														
		c	260-270	4	5	0,598	6,61	2,95	12,7	9,44	4,17							
11	Cser	a	270-280	1	10	0,592	7,19	2,27	15,9	11,88	3,77	5	0,644	3,24	1,64	185	6,09	3,04
		b	270-280	1	10	0,576	4,62	1,46	14,4	12,84	4,02							
		c	270-280	1	10	0,582	10,26	3,24	14,0	8,00	2,50							
12	Cser	a	290-300	1	8	0,624	6,00	2,12	15,8	9,64	2,35	4	0,626	3,70	2,00	156	12,02	6,63
		b																
		c																
13	Cser Kont- roll	a			20	0,624	7,50	1,80	30,3	14,82	5,53	10	0,642	2,82	1,27	163	9,79	4,69
		b			20	0,610	6,34	1,78	28,2	10,91	2,89							
		c			20	0,603	7,50	2,01	27,1	11,53	2,86							

Jelzés: a = azonnal mérve, b = 30 napos állás után mérve, c = 60 napos állás után mérve

ИССЛЕДОВАНИЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ И УПОТРЕБЛЯЕМОСТИ СВЯЗУЮЩИХ И
ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Томек Анталне

Результаты исследования.

1. Импрегнирование полистирольом

Этот метод годный для импрегнирования элементов древесно-стружечных плит, которые подвергаются большому влиянию влаги. В сравнении с относительной величиной необлагороженных продуктов, уменьшение достигнутой водопоглащаемости характеризуемой с водопоглащаемостью и с набуханием плит, является 75 т.е. 70 %. Из точки зрения экономичности, импрегнация значительно увеличивает себестоимость древесно - волокнистых плит /в случае 19 мм толщины и 52 м², себестоимость импрегнирования 654 форинтов/м³/. У продуктов мебельной промышленности передимензионированы технические свойства и стоимость этих методов. Назначение новой территории употребления не обосновано из--за недостаточного обеспечения снружечными плитами.

2. Защита поверхности с ПВЦ

Разработанный метод дает возможность на изгоновление плиток для настилки пола. По калькуляции стоимости этот продукт является экономичным. Из точки зрения технического употребления, мы не находим гарантированным исполнения этого метода.

3. Импрегнирование феноловой смолой

Территория употребления плит - палубный щит -, импрегнированных феноловой смолой, является удовлетворимим, из точки зрения техники и экономичности. В сравнении с необлагороженными плитами, уменьшение водопоглащаемости и набухания 90-95 %-овое. Экономичность горобын в венгерских отношениях, на территории употребления - 21500 форинтов/г., а палубных щитов - 5500 форинтов/год.

4. Импрегнирование раствором битумен

Употребляемые плиты, импрегнированные раствором битумен, только из точки зрения техники удовлетворяют запланированную территорию употребления.

В сравнении с необлагороженными плитами с 75-80 % ами уменьшается величина водопоглощаемости и набухания. Этот метод не годен для практического употребления, из-за эстетики и сокращения территории употребления в строительной промышленности.

5. При термической обработке уменьшается адсорбция стружек из чернильного дуба, вместе с этим уменьшается набухание по толщине, на 45-50 %-ов, и увеличивается прочность на изгиб, на 20-25 %-ов. Последний результат является особенно ценным, из-за того, что из термообработанных стружек, /из чернильного дуба/ можем изготовить такой основной материал для стружек, который дает возможность производить стружечные плиты /объемный вес 0,650 гр/см³/, годные для мебельной промышленности.

THE MODERATION OF THE HYGROSCOPICITY OF THE
CHIPBOARDS, THROUGH THE SUBSEQUENT CHEMICAL TREATMENT
OF THE SIZED COMPONENTS AND THROUGH THE HEAT TREATMENT
OF THE UTILIZED RAW MATERIAL

Mrs. Antal Tomek
research worker

The results of the research are the followings

1. Impregnation with polystyrene

The method is suitable for the impregnation of chipboard units, exposed to a high degree of humidity. The achieved diminution of the hygroscopicity - in comparison with the unimpregnated units - in view of the moisture absorption and swelling is 75% respectively 70%. The process of the impregnation is expensive, it increases the production costs of the chipboard substantially.

2. Impregnation with phenolplast

The chipboards, impregnated with phenolplast, are suitable - both from technical and economic point of view. In relation to the unimpregnated boards the gained reduction, in view of the moisture adsorption and swelling 90-95%.

3. Impregnation with bitumen

The chipboards - impregnated with bitumen - satisfy only the technical requirements, but are not suitable from the point of view of aesthetics. The diminution of the parameters of the adsorption and swelling is 75-80%.

4. The thermal processing of the oakchip (*Quercus cerris*) reduces the adsorptive capacity of the chip. So, this process enables the production of chipboard from oakchip for utilization in the furniture industry.

UNTERSUCHUNG DER VERWENDUNG UND DER VERWENDBARKEIT DER BINDE -UND HIDROPHOBISIERENDEN MITTEL

Frau Antal Tomek
Chemieingenieur wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsergebnisse

1. Imprägnierung mit Polystyrol

Das Verfahren ist geeignet zur Imprägnierung der Spanplatten die einer grössen Feuchtigkeitsauswirkung ausgesetzt sind. Die erreichte Hygroskopizitätsverminderung ist 75 bzw. 70% vergleichend mit den relativen Werten des Produkts ohne Behandlung, charakterisiert mit der Wasseraufnahme und der Quellung. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens vermehrt die Imprägnierung in bedeutendem Masse die Selbstkosten der Spanplatten (die Selbstkosten der Imprägnierung sind 654. -forint/m³, 52 m², wenn die Dicke der Spanplatte 19 mm ist). Die technischen Eigenschaften und Kosten des Verfahrens sind bei den möbelindustriellen Erzeugnissen überdimensioniert, die Bezeichnung eines anderen Verwendungsgebietes erachten wir als unbegründet neben der gegenwärtigen Versorgung mit Spanplatten.

2. Oberflächenschutz mit PVC

Das ausgearbeitete Verfahren ermöglicht die Herstellung der Bodenbelagplatten. Gemäss der gegebenen Preiskalkulation ist das Erzeugnis wirtschaftlich. Vom verwendungstechnischen Gesichtspunkte halten wir die Ausführung des Verfahrens nicht für gesichert.

3. Imprägnierung mit Phenolharz

Die Platten imprägniert mit Phenolharz sind entsprechend von technischem und wirtschaftlichem Gesichtspunkte, das Verwendungsgebiet ist als Verschalungsplatte bezeichnet. Vergleichend mit den unbehandelten Platten sind die Wasseraufnahme- und die Quellungsverminderung 90-95%.

Die erreichbare Ersparung ist auf einem den ungarischen Verhältnissen entsprechenden Verwendungsgebiete im Verhältnis zum Verschalungsbrett 21 500 Forint/Jahr, im Verhältnis zur Verschalungsplatte 5 500 Forint/Jahr.

4. Imprägnierung mit Bitumenlösung

Die mit Bitumen imprägnierten Platten befriedigen die Anforderungen des vorgesehenen Verwendungsgebietes nur in technischer Beziehung. Die Wasseraufnahme- und Quellungswerte vermindern sich um 75-80% vergleichend mit den unbehandelten Platten. Wegen ästhetischer Gesichtspunkte und infolge der Verminderung des durch uns bezeichneten baindustriellen Gebietes ist das Verfahren zur praktischen Verwendung ungeeignet.

5. Die thermische Behandlung der Zerreichenspäne vermindert die Adsorptionsfähigkeit der Späne und das ist mit der 45-50 prozentualen Verminderung der Dickenquellung der aus den wärmebehandelten Spänen verfertigten Platten und teils mit der 20-25 prozentualen Erhöhung der Biegefestigkeitswerte verbunden. Das letztere Ergebnis ist besonders bedeutend, man kann nämlich aus Zerreichenspänen mit Wärmebehandlung einen Spänegrundstoff herstellen, der die Herstellung der zur Möbelproduktion geeigneten Spanplatten ermöglicht (Gewichtraum: $0,650 \text{ g/cm}^3$).

FAIPARI SZÁRÍTÓBERENDEZÉSEK PARAMÉTERMÉRÉSÉNEK ÉS
ÖNMŰKÖDŐ PARAMÉTERSZABÁLYOZÁSÁNAK ALAPJAI, KÜLÖNÖS
TEKINTETTEL AZ ELEKTROMOS MÉRŐ- ÉS
SZABÁLYOZÓRENDSZEREKRE^x

Dr. Ruska László
okl. műszermérnök

BEVEZETÉS

A mindennemű munkaanyag feldolgozását megelőző kezelési eljárás elsőrendű fontosságának tényét ma már egyre több és több iparágban ismerik fel. E tekintetben a vezető szerep minden kétséget kizáróan a fémes és néhány nem fémes anyagot felhasználó iparágé, de faipari vonatkozásban is születtek hasznos kezdeményezések. Ennek ellenére a fa, mint nyersanyag, még mindig meglehetősen hiányos, sok esetben nem a legmegfelelőbb előkezelésben részesül. Kétségtelen, hogy itt a szóban forgó eljárásra vonatkozó állásfoglalás egyértelműségének kialakítását megnehezíti a munkaanyag higroszkópos tulajdonsága, melynek következményeként a későbbiek során felhasználásra kerülő termék nedvességtartalma - ezen állapotjelzőnek a mindenkori klimatikus viszonyokkal definiálható értékváltozása miatt - nem határozható meg általános érvénnyel. A fa előkezelését illetően tehát mindenek előtt ismerni kell a munkaanyag felhasználási területét - butor, épület, jármű stb. -, vagyis kategorizálhatóvá kell tenni az előkezelés módozatait annak érdekében, hogy a munkaanyag oly értelmű higroszkópikus egyensúlyi állapotra legyen előkészíthető, mely az adott klimatikus viszonyok között a késztermékben bekövetkező későbbi jelentősebb alakváltozások feltételeit eleve kizárja.

A munkaanyag fenti célzattal történő előkészítését szolgálja a fa természetes vagy mesterséges uton végrehajtott szárítása.

A két előkezelési mód egymásnak kiegészítője ugyan, de - mint a vonatkozó tapasztalatok messzemenően igazolták - az utóbbi eljárás mind a nemesítés, mind a farontógombák és rovarok életfeltételeinek megszüntetése tekintetében kedvezőbb feltételeket biztosít. Részben ennek tulajdonítható, hogy a faanyag előkezelési műveletének lebonyolítása során ma már a legtöbb esetben a mesterséges szárításhoz folyamodnak. Nem hagyható természetesen figyelmen kívül, hogy csupán a hőlégszáritás képes megoldani az egyre növekvő mennyiségi és minőségi igények kielégítését, másrésztől, hogy a hőlégszáritás technológiai folyamata automatizálható, mely körülmény a természetes szárítási módszerhez viszonyítva határozott előnyként jelentkezik.

Az értekezés kizárólag a mesterséges szárítással kapcsolatos kérdésekkel kíván foglalkozni, közelebbről: a szárítási tér folyamatos paramétermérésének, és önműködő paraméterszabályozásának elméleti és gyakorlati problémáival. Mellőzi a technológiai folyamatok részletezését, valamint a kü-

^x Doktori disszertáció

lönböző berendezések szerkezeti felépítésének leírását. Az utóbbiakra mint ismert objektumokra támaszkodik és azok működésének helyességét eleve feltételezi.

Az értekezés első része kissé mélyebben fogja elemezni a különböző paramétermérési eljárásokat - nagyobb részletességgel a kevésbé általánosnak tulajdonítható elektromos mérési metódusokat -, minthogy ezeknek ismerete egyrésztől feltárja a legfontosabb méréstechnikai igényként jelentkező folyamatos ellenőrzés lehetőségeit, másrésztől alapot nyújt a második részben kidolgozásra kerülő szabályozástechnikai kérdések tudományos mélységű analiziséhez.

Első rész

A FAANYAG MESTERSÉGES SZÁRÍTÁSÁNÁL ALKALMAZOTT PARAMÉTERMÉRÉSI ELJÁRÁSOK ÉS MÉRŐBERENDEZÉSEK

I. 1.

Alapelvek

A mesterséges faanyagszáritás a gyakorlatban csak akkor jár teljes eredménnyel, ha a szárítóberendezésekre, a szárítani kívánt anyagra, valamint a szárító kezelőszemélyzetének tapasztalataira vonatkozóan az alábbi feltételek teljesülnek:

1. A hő- és gőztermelésnek, illetve a szárítókamra hőellátásának és szellőztetésének ki kell elégítenie a mindenkori követelményeket.

2. A szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának pontos mérése, illetőleg a mért adatok alapján az egyes paraméterek egyértelmű korrigálhatóságának biztosítása a legalapvetőbb feltételeket képezik.

3. A faanyag nedvességtartalmának kielégítő pontossággal történő megállapítása a szárítás megkezdése előtt és befejezése után elsőrendű követelmény.

4. Alkalmos mérőberendezéseknek kell rendelkezésre állniok a száradó faanyag nedvességtartalmának folyamatos ellenőrzésére.

5. A szárító kezelőszemélyzetének elegendő tapasztalattal és ismeretekkel kell rendelkeznie a legcélszerűbb üzemszabályozási programmal kapcsolatosan.

A 2., 3. és 4. pontokban foglaltakból megállapítható, hogy a mesterséges szárítás levezetése során a legfontosabb mérendő paraméterek:

- a) a szárítási tér hőmérséklete,
- b) a szárítási tér relatív páratartalma,
- c) a szárított faanyag nedvességtartalma.

Nem tartozik ugyan szorosan a témakörhöz a szárítási tér szellőzési viszonyainak vizsgálata - a légmozgási kritériumok optimalitása ugyanis eleve feltételezett -, a teljesség kedvéért azonban néhány szóval a légsebesség-mérés technikai kérdéseit is érinteni fogom.

I.2.

A szárítási tér hőmérsékletének mérési eljárásai és mérőberendezései

A hőmérsékletnek, mint valamely közeg makroszkópikus állapothatározójának mérésére sokféle eljárás ismeretes. Ezen mérési metódusok legfőbb jellemzőik szerint két fő csoportra bonthatók, um.:

1. A hőmérsékletnek, mint nem villamos mennyiségnek nem villamos mérése.
2. A hőmérsékletnek, mint nem villamos mennyiségnek villamos mérése.

Az értekezés alapvető célkitűzésének megfelelően itt csupán a villamos hőmérsékletmérés elvi és néhány gyakorlati kérdésével kívánok foglalkozni.

Faipari vonatkozásban - különös tekintettel a mesterséges szárítással kapcsolatos méréstechnikai problémákra - elsősorban

- a) a termoellenállásokkal,
- b) a termisztorokkal

történő villamos hőmérsékletmérési eljárások jöhetnek számításba, melynek részletes analizisét egy-egy önálló fejezetben fogom elvégezni.

I.2.1.

Hőmérsékletmérés termoellenállásokkal

Az anyagoknak azt a fizikai tulajdonságát, hogy a hőmérséklet hatására elektromos vezetőképességüket megváltoztatják, hőmérsékletmérésre lehet felhasználni. Ha ugyanis egy anyag villamos vezetőképességének, illetőleg ellenállásának változása a hőmérséklet függvényeként ismert, úgy azt hőmérő készítésére lehet felhasználni.

Legmegfelelőbb anyag ilyen szempontból a 0,39, ill. 0,675%^oC hőmérsékleti tényezővel rendelkező platina és nikkell. Mindkét fém elektromos ellenállása és hőmérséklete közötti összefüggés -20-tól +120^oC-ig lineáris, mely kapcsolat általános érvényű leírására az

$$R_t = R_o (1 + K_2 t) \quad (1)$$

egyenlet szolgálhat, ahol R_t a fém t hőmérsékleten, R_0 a 0°C -on mért ellenállása. A képletben szereplő K_1 az egyenlet állandója, meghatározása ismert hőmérsékletnél a mért R_t ellenállásértékből történik.

A jelzett fémeket rendszerint huzal formában használják fel oly módon, hogy a huzalt alkalmasan kiképzett üveg vagy porcelán testre csévélik, majd a csatlakozó pontokkal ellátott tekercset védőtokba helyezik. Az így kialakított termoellenállásos mérőátalakítót egy megfelelő mérőkörhöz csatlakoztatva, bármely közeg hőmérsékletének villamos mérésére fel lehet használni.

A mérőköröket illetően sokféle kapcsolás van használatban. Ezek közül a leggyakoribbak: a kompenzációs, a Wheatstone- és Thomsonhidas, a differenciál-galvanométeres, továbbá a keresztáramkörös kapcsolások.

A legutóbbiak - különösen az ipari vonatkozású műszerezési problémákban - rendkívül kedvező technikai megoldásokat tesznek lehetővé, ezért kívánatos a jelölt mérési metódus közelebbi vizsgálata.

A kapcsolat alapeleme egy kereszttekerceses deprez-műszer (logométer), mely annyiban tér el a lengőtekerceses deprez-rendszerektől, hogy itt mind a kitérítő, mind a visszatérítő nyomatékot egy-egy tekercs biztosítja. A két tekercs egymásra merőlegesen van felcsévéelve, s azok közös tengelyen csapágyazva, mágneses térben mozoghatnak.

Az alaplóméter elrendezését az 1. ábra szemlélteti.

Ha az 1 jelű tekercsen I_1 , a 2 jelűn I_2 áram folyik keresztül, akkor az 1 tekercs nyomatéka:

$$M_1 = K_2 I_1 B \sin \alpha \quad (2)$$

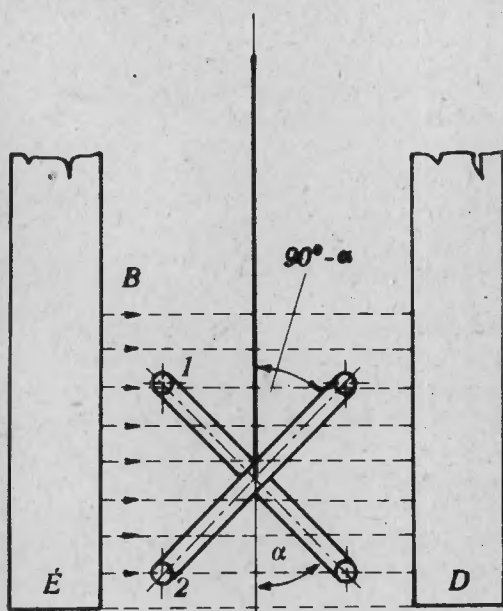
ahol M_1 a nyomaték, K_2 a tekercs mechanikai felépítésétől függő állandó, B a mágneses indukció, α az 1 tekercs síkjának az erővonalakra merőleges egyenessel bezárt hajlásszöge.

A 2 jelű tekercs nyomatéka:

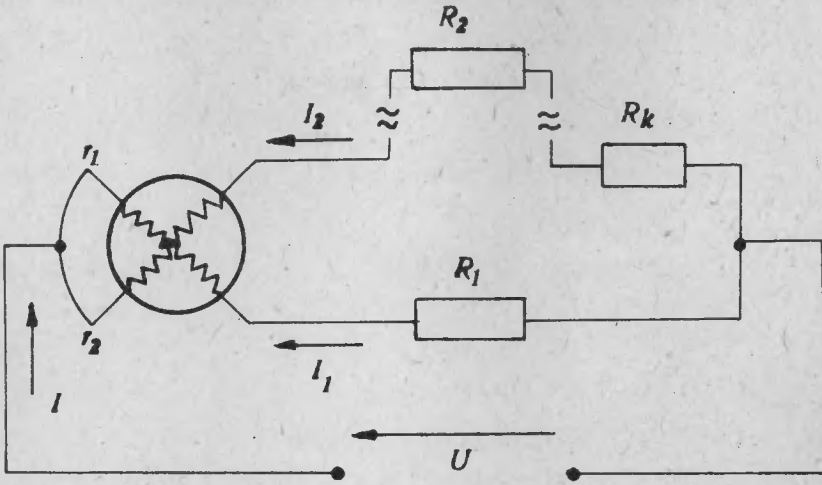
$$\begin{aligned} M_2 &= -K_3 I_2 B \sin(90^\circ - \alpha) = \\ &= -K_3 I_2 B \cos \alpha \quad (3) \end{aligned}$$

Az egyensúly feltételéből ($M_1 + M_2 = 0$):

$$\frac{I_2}{I_1} = K_4 \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$



1. ábra



2. ábra

Innen

$$\alpha = \arctan \frac{1}{K_4} \frac{I_2}{I_1} = \arctan K_5 \frac{I_2}{I_1} \quad (5)$$

A keresztáramkörökbe R_1 , ill. $(R_2 + R_k)$ ellenállásokat kapcsolva (lásd 2. ábra):

$$I_2 = \frac{U}{r_1 + R_1} \quad (6)$$

$$I_1 = \frac{U}{r_2 + R_2 + R_k} \quad (7)$$

ahol r_1 és r_2 a tekercsek ellenállása.

(6) és (7) egyenleteket helyettesítve (5)-be:

$$\alpha = \arctan K_5 \frac{r_2 + R_2 + R_k}{r_1 + R_1} \quad (8)$$

Amennyiben r_1 , r_2 , R_1 , R_k állandó, úgy:

$$\alpha = \arctan (K_6 + K_7 R_2) \quad (9)$$

Ha az utóbbi képletben R_2 ellenállás és a hőmérséklet közötti összefüggés az (1) egyenlet szerint írható fel:

$$R_2 = R_0 (1 + K_1 t) \quad (1a)$$

akkor a logométer a hőmérséklet elektromos uton történő mérésére alkalmas. (1a) egyenletet ugyanis (9)-be helyettesítve (figyelembe véve R_0 állandóságát is):

$$\alpha = \text{arc tg} (K_8 + K_9 t) \quad (10)$$

A képletben szereplő K_8 és K_9 a logométer felépítésétől, illetőleg a kapcsolástól függő állandók. K_8 konstans magában foglalja a hozzávezető kábelek ellenállásának kikompenzálására hivatott R_k értékét is.

(10) egyenletből megállapítható, hogy a logométer mutatójának kitérése nem függ az áramkört tápláló feszültségtől, s ezen előnyös tulajdonság következtében a keresztáramkörös villamos hőmérsékletmérési eljárások egyre több és több területen kerülnek alkalmazásra.

Az eljárás előnyeként említhető meg az alapelv szerint felépíthető kapcsolat rendkívül egyszerűsége, továbbá az a tény, hogy a leggyakrabban felmerülő távmérési igények könnyűszerrel elégíthetők ki.

A mérési módszer kedvező feltételeket biztosít a faipari szárítók hőmérsékletmérésénél is. Itt általában több berendezés üzemel egyidejűleg és azok hőmérsékletviszonyainak állandó ismerete - pl. egy központi mérőtábláról való leolvasás útján - elsőrendű követelmény. Ezen mérés technikai feladat a szárítási térben elhelyezett termoellenállásoknak a 2. ábrával szemléltetett mérőkörhöz való galvanikus csatlakoztatásával megoldható. Egyértelmű, hogy ilyen esetben annyi mérőkör és leolvasó műszer szükséges, ahány mérőelem nyert elhelyezést a szárítókamrában.

A logométeres hőfokleolvasók bizonyos típusai egy mérőkört és egy alaplmszert tartalmaznak, s az egyes mérőhelyek "letapogatását" önműködő átkapcsoló végzi el. Ezzel egyidejűleg alkalmas mechanizmus gondoskodik arról, hogy az egyes mérési adatok megfelelő diagrapapíron - általában lineárisan skálázott lefutószalagon - rögzítésre is kerüljenek. A komplex mérőberendezést elektromos hőmérsékletpontszinirő, röviden pontográf néven hozzák forgalomba a különböző hazai és külföldi műszervállalatok.

Az előzőek közül említésre méltó az Elektromos Készülékek és Mérőműszerek Gyára által készített pontszinirő.

A logométer és a mérőkör a skálás rész mögött helyezkedik el. Az előbbi alatt van a lefutószalag, illetőleg a szalagelőtoló szinkronmechanizmus. A műszer érzékelő eleme egy alumínium tokba burkolt, $0,675\%/^{\circ}\text{C}$ hőfoktényezővel rendelkező nikkel ellenállás.

A komplexum jellemzőbb adatai: mérőhelyszám: 1...6; méréshatár: $-20...120^{\circ}\text{C}$; pontosság: $\pm 1,5\%$.

Hőmérsékletmérés termisztorokkal

A termisztor különböző fém-oxidok (Fe_2O_2 , NiO_1 , MnO_2 stb.) és bizonyos inaktív kötőanyagok (agyag, titánxid stb.) őrléssel történő keverésével, majd az őrlemény sajtolásával előállítható félvezető. Nagy negatív hőmérsékleti tényezője miatt - amely egyébként a legtöbb tiszta fém pozitív előjelű hőmérsékleti tényezőjénél kb. ötször-tizenkétszer nagyobb - hőmérsékletmérésre, s bizonyos körülmények között hőmérsékletszabályozásra használják. A termisztor elektromos vezetőképessége követi a környezeti hőmérsékletváltozásokat, azoknak megfelelő ellenállásingadozásokat állít elő, s e tulajdonság alkalmas mérőkörök segítségével a jelölt funkciók végrehajtására használható fel.

A termisztorok elektromos jellemzői melegeedés közben másképpen változnak, mint ahogyan a fémeknél tapasztalható. Amíg az utóbbiak hőmérséklete és elektromos ellenállása közötti kapcsolatot leíró matematikai összefüggés lineáris (lásd az /1/, ill. /1a/ egyenleteket), addig a termisztorok ellenállása exponenciálisan függ a hőmérséklettől. Közelítő képlettel:

$$R_T = R_o \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right) \right] \quad (11)$$

ahol R_o a termisztor T_o K^o-on mért ellenállása, B a termisztor szerkezeti felépítésétől függő állandó.

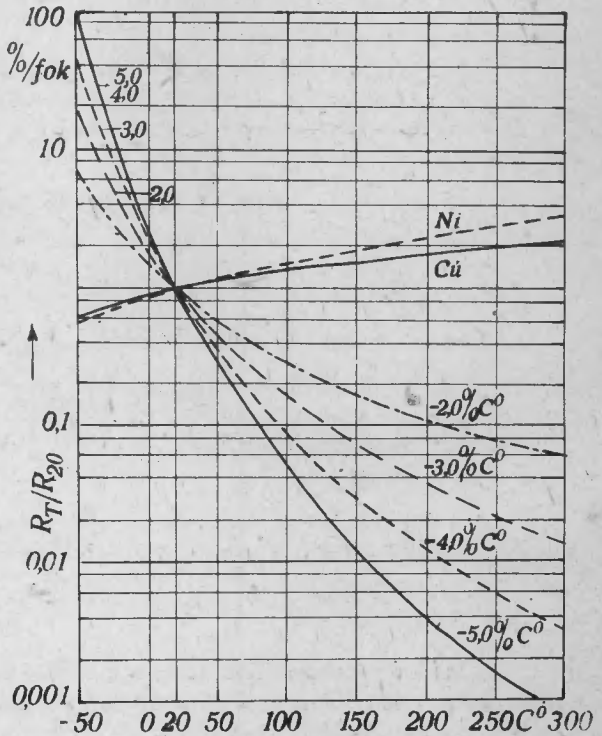
Tekintve, hogy a T Kelvin fokon mért hőmérsékleti tényező

$$\alpha_T = - \frac{B}{T^2} \quad (12)$$

továbbá, hogy

$$\vartheta = T - T_o \quad (13)$$

átalakítással és helyettesítéssel:



3. ábra

$$R_T = R_0 \exp \left(\alpha_T \frac{T}{T_0} \right) \quad (14)$$

Kiindulási hőmérsékletként 20°C -ot (293 K° -ot) választva, és az így kapott R_T értékre vonatkoztatva a különböző T hőmérséklettel számított ellenállásértékeket, majd az R_T/R_{20} viszonynak a hőmérséklet függvényében történő felhordásával a 3. ábrával bemutatott görbesereg nyerhető, amely a termisztor legjellemzőbb karakterisztikáinak egyikét képezi.

A könnyebb áttekinthetőség céljából a diagram hőmérsékletskálája $^\circ\text{C}$ beosztású, míg az R_T/R_{20} viszony ábrázolása logaritmikus léptékben történt.

A nomogram paraméteréül a 20°C -ra vonatkoztatott hőmérsékleti tényező szerepel, $-2 \dots 5\%/^\circ\text{C}$ számértékkel.

Összehasonlíthatóság céljából az ábra az $R_T/R_{20} = f/t/$ függvénykapcsolatot két fémes anyag, nikkell és réz esetére is tartalmazza.

A megadott termisztor-karakterisztikák közelebbi tanulmányozásával mérés technikai szempontból az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A termisztor $R_t = f/t/$ függvénygörbéinek meredeksége lényegesen nagyobb, mint fémek esetén.

A félvezető ezen sajátossága nagy érzékenységu hőmérsékletmérő műszerek szerkesztését teszi lehetővé, mely körülmény azonkívül, hogy elősegíti a tudományos kutatómunkák elmélyítését, ipari vonatkozásban is nagy jelentőséggel bír.

2. A termisztor bizonyos típusainak üzemi ohmos ellenállása még 100°C hőmérsékleten is, a 10^3 nagyságrendbe esik.

A sok hibaforrást magában rejtő hozzávezetések kikompenzálására szolgáló kiegyenlítő ellenállás tehát elhagyható.

3. A termisztor $R_t = f/t/$ karakterisztikái nem lineárisak.

Bár a félvezető ezen tulajdonsága nem jelent különösebb megkötéseket, mérés technikai szempontból - elsősorban a mérőkörhöz kapcsolódó mutatós műszer egyenlőtlen skálaosztása miatt - feltétlenül hátrányos.

Egyéb jellemzők:

1. A termisztorok nagysága néhány négyzetmilliméter, a védőburokkal alkotott össztömegük a gramm nagyságrendjébe esik.

2. A termisztorok hőtehetetlensége lényegesen kisebb a termoellenállásokénál.

A félvezetőrendszeres hőmérsékletmérési eljárás korántsem tekint vissza olyan multra, mint pl. a különféle termoellenállásos mérési módszerek. Az egyre növekvő pontossági igények azonban előbb-utóbb feltétlenül szükségessé teszik a termisztorok által nyújtott ilyen és egyéb értelmű előnyök messzemenő kihasználását.

A faipari szárítók műszerezésénél a termisztoros hőmérsékletmérési eljárásnak különös jelentőséget lehet tulajdonítani.

Ismeretes, hogy a pszichrometrikus hőmérsékletkülönbségnek olykor tized foknyi pontossággal történő megállapítása nem ritka követelmény. A legtöbb kamránál jelenleg alkalmazásban levő műszerek - beleértve az üveg-hőmérőket is - korántsem képesek ezen követelménynek eleget tenni. Ezzel szemben a termisztorok akár század foknyi leolvasási pontosságot is biztosítani tudnak.

A termisztorok méretbeli tulajdonságai az adott témakörben is előnyösen hasznosíthatók. Egy félvezetőkből felépített pszichrométer például teljes egészében elhelyezhető a szárítókamra bármely részén - akár a rakatban bárhol kijelölt helyen - anélkül, hogy a folyamatot a legcsekélyebb mértékben is zavarná.

A méretviszonyokkal együtt járó, olykor elenyészőnek mondható hőterheltség lehetővé teszi a faanyag felületi - de alkalmas beütőrendszerrel annak belső - hőmérsékletének gyors mérését, továbbá a szárítási folyamat alatt bizonyos próbadarabok hőmérsékleteloszlásának műszeres vizsgálatát.

Végül a termisztor megoldhatja a fa nedvességtartalmának anyaghőmérséklettől függetlenített elektromos mérését a hőmérsékletváltozásból adódó ellenállásváltozás automatikus kikompenzálása útján.

I.3.

A szárítási tér relatív páratartalmának mérési eljárásai és mérőberendezései

A relatív páratartalom a nedves levegő egyik legfontosabb fizikai jellemzője. Definiálására a

$$\varphi = \frac{\gamma_g}{\gamma_t} \quad (15)$$

összefüggés szolgálhat, s kifejezi, hogy a levegő 1 m^3 -ében ténylegesen jelenlevő vízgőz sulya (γ_g) hányadrésze az ugyanazon hőmérsékleten, ugyanazon térfogatban foglalt, telített állapotban levő gőzrész (γ_t) sulyának.

Az ideális gáztörvények alkalmazásával:

$$\varphi = \frac{p_g}{p_{gt}} \quad (16)$$

mely nem más, mint a nedves levegő gőzrészének tényleges (p_g) és telített (p_{gt}) nyomásértékeinek hányadosa.

(15) és (16) kifejezések helyett rendszerint azoknak százszorosát használják, miáltal a relatív páratartalom %-ban adódik.

Szárítástechnológiai vonatkozásban gyakori fogalom a szárítási potenciál:

$$\xi = t_{sz} - t_n \quad (17)$$

ahol t_{sz} a száraz, t_n az adiabatikus telítettségi, röviden nedves hőmérséklet, amely éppen olyan termodinamikai paraméter, mint a relatív páratartalom.

A két mennyiség közötti funkció a

$$\varphi = f(\xi, t_{sz}) = f\left[(t_{sz} - t_n), t_{sz}\right] \quad (18)$$

egyenlettel írható le. Innen megállapítható, hogy a relatív páratartalom a szárítási potenciálon kívül a térhőmérsékletnek is függvénye.

(18) egyenletből mindenestre kitűnik, hogy a száraz és nedves, konkrétan a száraz hőmérséklet és a pszichrometriális különbszet ismeretében a relatív páratartalom egyértelműen definiálható. Ennek alapján szerkeszthetők a különböző pszichroméertípusok, melyek lehetővé teszik a jelzett paraméter közvetett, bizonyos esetekben közvetlen módon történő műszeres megállapítását.

A relatív páratartalom mérési módszereit illetően itt is célszerű két csoportot megkülönböztetni, aszerint, hogy a mérés lebonyolítása nem villamos vagy villamos uton történik.

A nem villamos csoportba sorolhatók:

1. Nem villamos mérőelemekkel történő pszichrometrikus páramérő eljárások.

2. Kémiai indikátorral történő páramérő eljárások.

3. Higrometrikus páramérő eljárások.

A villamos mérések csoportját alkotják:

1. Villamos mérőelemekkel történő pszichrometrikus páramérő eljárások.

2. Elektrokémiai elemekkel történő páramérő eljárások.

A továbbiakban az elméleti részleteiben kevésbé ismert elektro-pszichrometrikus mérési eljárások tanulmányozására szorítkozom.

1.3.1.

A relatív páratartalom pszichrometrikus mérése villamos mérőelemekkel

Az 1.2.1. fejezetben ismertetett pontszinirő a szárítási tér hőmérsékletének termoellenállással történő elektromos távregisztrálására alkal-

mas. Egyértelmű, hogy az alapelv az adiabatikus telítettségi hőmérséklet mérésére is felhasználható, anélkül, hogy a mérőkör bármiféle átalakítást igényelne.

Említést tettem a logométeres pontszinírók azon típusairól is, amelyek egyidejűleg több helyről képesek rögzíteni a termoellenállások jelproduktumait. A szárítási térben elhelyezett mérőátalakító-pár egyikének állandó nedvesítésével tehát megoldható a száraz és nedves hőmérséklet egy időben történő villamos távregisztrálása.

A száraz és nedves ellenálláshőmérőket - hasonlóan a higanyhőmérős pszichrométerekhez - itt is egymás mellé telepítik, s azok a nedvesítőrendszerrel egy önálló egységet alkotnak.

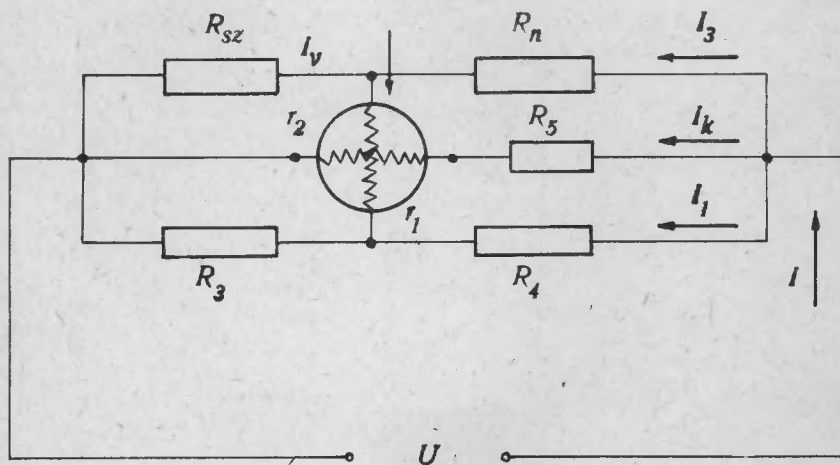
A legtöbb pszichrométerrel a mindenkori relatív páratartalom közvetett módon, nomogramok, táblázatok segítségével határozható meg. Indokolt méréstechnikai igény azonban ezen paraméter egyszerűbb megállapíthatóságának biztosítása, pl. valamely mutatóműszer skálaosztásának közvetlen leolvasása útján.

A logométeres mérőkörök bizonyos kapcsolásai ezen követelmény ki-elégítésére is lehetőséget nyújtanak.

Vegyük pl. a 4. ábrán látható Wheatstone-hidas elrendezést, ahol a két egymás melletti ág az R_{sz} és R_N termoellenállásokat foglalja magában. A diagonálist a logométer r_1 ellenállású tekercse köti össze, míg a rá merőleges r_2 ellenállású kereszttekercs R_5 -tel sorbakapcsolva zárja az U feszültségű áramforrást.

A kitérő nyomatéki áram az

$$I_K = \frac{U}{r_2 + R_5} \quad (19)$$



4. ábra

összefüggésből számolható. I_K stabilizált egyenfeszültség esetén értelemszerűen állandó.

A számítások továbbvitele szempontjából tételezzük fel az alábbiakat:

$$R_3 = R_4 \quad (20)$$

$$R_{sz} = R_N \quad (21)$$

$$R_3 + R_4 > R_{sz} + R_N \quad (22)$$

Ily módon a visszatérítő nyomatékú áram (I_V) a jelölt irányban fog folyni, a kitérítő nyomatékot adó áramiránnyal ellentétesen.

(22) egyenlőtlenség helyes megválasztásával elérhető, hogy a logómeter kereszttekercsének szögelfordulása maximális legyen, vagyis, hogy a műszermutató végkitérést adjon.

A visszatérő nyomatékot ilyen módon meghatározó áramminimum a kiegyenlített W-híd diagonáláé:

$$I_{vmin} = U \frac{R_{sz} R_4 - R_{Nmax} R_3}{N_1} \quad (23)$$

ahol R_{Nmax} a nedvesített érzékelő legnagyobb lehetséges ellenállása. (Amikor tehát $\varphi = 100\%$, s így $R_{Nmax} = R_{sz}$.)

A képletben szereplő N_1 az alábbi kifejezés:

$$N_1 = r_1 (R_{sz} + R_{Nmax}) (R_3 + R_4) + R_{sz} R_{Nmax} R_3 + \\ + R_{Nmax} R_3 R_4 + R_3 R_4 R_{sz} R_{Nmax}$$

ahol r_1 a kereszttekercs ellenállása.

A maximális szögelfordulás (5) egyenlet felhasználásával:

$$\alpha_{max} = \arctg K_5 \frac{I_K}{I_{vmin}}$$

vagyis

$$\alpha_{max} = \arctg \frac{K_5 N_1}{(r_2 + R_5) (R_{sz} R_4 - R_{Nmax} R_3)} \quad (24)$$

A maximális visszatérő nyomatéki áram a diagonálisban akkor folyik, amikor a relatív páratartalom nullával egyenlő. Hasonlóan a (24) egyenlettel kapottakhoz:

$$\alpha_{\min} = \arctg \frac{K_5 N_2}{(r_2 + R_5) (R_{sz} R_4 - R_{N\min} R_3)} \quad (25)$$

Illetőleg egy tetszőleges szögelfordulásra:

$$\alpha_x = \arctg \frac{K_5 N_x}{(r_2 + R_5) (R_{sz} R_4 - R_{NX} R_3)} \quad (26)$$

A (25) és (26) képletekben N_2 , ill. N_x formailag N_1 -gyel megegyezik, $R_{N\max}$ helyett azonban $R_{N\min}$, ill. R_{NX} értendő.

(26) egyenletbe az

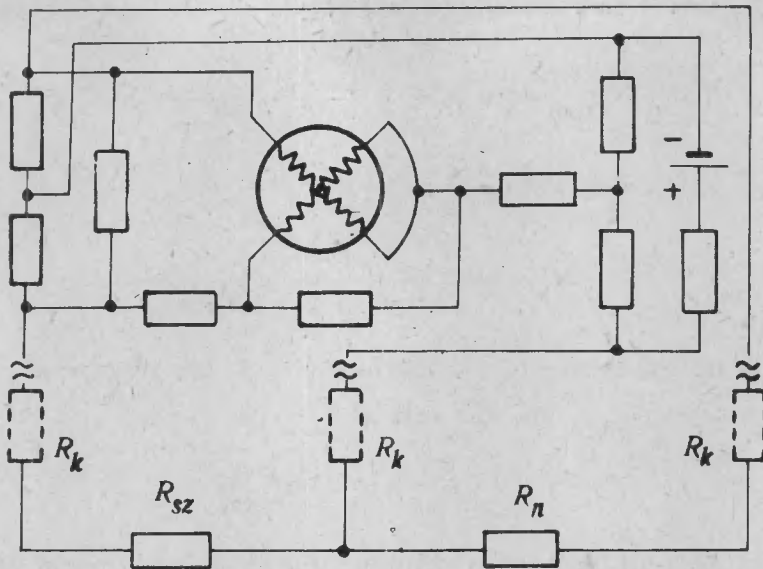
$$R_{NX} = R_0 (1 + K_{1NX}) \quad (1b)$$

ismert összefüggést helyettesítve kitűnik, hogy a logométer mutatójának α_x kitérése az adiabatikus telítettségi hőmérséklettel arányos. Ha R_{sz} állandó, úgy α_x a pszichrometrikus hőmérsékletkülönbséggel fejezhető ki, vagyis a (18) funkció alapján a logométer skálája mindjárt a relatív páratartalom százalékában kalibrálható.

A száraz érzékelő ellenállásának állandóságára vonatkozó megkötés a levezetett matematikai utmutatók segítségével szerkeszthető mérőműszer használhatóságát meglehetősen szűk határok közé szorítaná. Ezért az ismertetett alapelv megtartásával általában olyan hidkapcsolásokhoz folyamodnak, amelyek a hőmérsékletváltozásból eredő zavarójel-kompenzációt bizonyos értékhatárok között önműködően hajtják végre. Egy ilyen kapcsolat látható az 5. ábrán (a matematikai analízist itt mellőzöm), mely a szóban forgó paraméter közvetlen leolvasással történő mérését $30^\circ\text{C} \dots 90^\circ\text{C}$ értékhatárok között teszi lehetővé.

A kivitelezett elektromos relatív páramérő műszerek rendszerint regisztrálóművel is rendelkeznek. Egyik változatát a Hartmann-Braun műszer-gyártó vállalat hozza forgalomba, a következő tartozékelemekkel: a mérőkört tápláló egyenfeszültségforrás, a száraz és nedves termoellenállások, a nedvesítőtartály, valamint a szellőzést biztosító ventilátort magában foglaló adóberendezés.

A fontosabb műszaki adatok: mérőhelyszám: 1; méréshatár: $10 \dots 100\%$; pontosság: $\pm 2 \dots 3\%$.



5. ábra

I.4.

A fa nedvességtartalmának mérési eljárásai és mérőberendezései

A faanyag nedvességtartalmának a szárítás megkezdése előtti, az alatti, valamint a szárítás befejezése utáni ismerete az előkezelési művelet végrehajtása, illetve ellenőrzése szempontjából a nélkülözhetetlen mérés technikai követelmények egyikét képezi.

A vonatkozó mérési eljárások legjellemzőbb tulajdonságait alapul véve, célszerű három csoportot megkülönböztetni, úgy mint:

1. A fa nedvességtartalmának nem villamos mérése.
2. A fa nedvességtartalmának villamos mérése.
3. A fa nedvességtartalmának izotopikus mérése.

I.4.1.

A fa nedvességtartalmának nem villamos mérése

A címszóval megnevezett mérési eljárások csoportját az alábbiak alkotják:

- a) Kiszáritásos mérési módszerek.
- b) Higrometrikus mérési módszerek.
- c) Desztillációs mérési módszerek.
- d) Kémiai indikátoros mérési módszerek.
- e) Extrakciós mérési módszerek.

Az egyes mérési metódusok közelebbi leírásának mellőzésével a továbbiakban csupán az a) pontban jellemzett eljárás pontosságát analizisét fogom elvégezni.

Valamely próbatest nedvességtartalma kiszáritásos módszerrel az

$$U = \frac{G' - G''}{G''} \cdot 100 \quad (27)$$

egyenletből számítással eszközölhető a nedvesen (G') és abszolút szárazon (G'') mért súlyadatok helyettesítése után. Feladat az így adódó mérési pontatlanság meghatározása, amennyiben a súlymérő eszköz toleranciája $\pm x \%$. (Itt szükséges megemlíteni, hogy a mérőeszközök műszaki jellemzőjeként használt pontosság elnevezés nem a legszerencsésebb fogalom. Nagyobb pontosságnak ugyanis kisebb szám felel meg és fordítva. Ezzel szemben nagyobb toleranciához nagyobb szám tartozik, ezért helyesebb az utóbbi kifejezés használata.)

A számításokat két lépcsőben célszerű elvégezni, először a (27) kifejezés számlálójának különbségi-, majd a törtkifejezés eredő hányadostoleranciájának képzése után. Ennek megfelelően legyen

$$G' - G'' = G \quad (28)$$

illetőleg

$$U' = \frac{G}{G''} \quad (29)$$

(A 100-as szorzó a rész- és eredőhiba szempontjából közömbös.)

A számláló toleranciája (28) egyenletből:

$$Z_1 = \pm \frac{\Delta G}{G} \cdot 100 = \pm \frac{(G' + G' \frac{x}{100}) - (G'' - G'' \frac{x}{100}) - (G' - G'')}{G' - G''} \cdot 100 \quad (30)$$

A kijelölt műveletek elvégzésével, majd G'' -vel történő osztással, x kiemelésével:

$$Z_1 = \pm x \frac{\frac{G'}{G''} + 1}{\frac{G'}{G''} - 1} = \pm x H_1 \quad (31)$$

A törtkifejezés eredő toleranciája (29) egyenletből:

$$Z_2 = \pm \frac{\Delta U'}{U'} 100 = \pm \frac{\Delta U}{U} 100 = \pm \frac{G + G \frac{Z_1}{100}}{G'' + G'' \frac{x}{100}} - \frac{G}{G''} 100 \quad (32)$$

A műveletek elvégzésével és Z_1 kiemelésével:

$$Z_2 = \pm Z_1 \frac{1 + \frac{x}{Z_1}}{1 + \frac{x}{100}} = \pm Z_1 H_2 \quad (33)$$

Ha x kis érték ($\leq 5\%$), úgy

$$H_2 \approx 1 + \frac{x}{Z_1} \quad (34)$$

vagyis

$$Z_2 \approx \pm (Z_1 + x) \quad (35)$$

(35) egyenletbe helyettesítve (31)-et:

$$Z_2 \approx \pm \frac{\Delta U}{U} 100 = \pm x (H_1 + 1) \quad (36)$$

ahol

$$H_1 = \frac{\frac{G'}{G''} + 1}{\frac{G'}{G''} - 1} \quad (36a)$$

A levezetés során feltételezést nyert, hogy az anyag nedves és abszolút száraz állapotban való súlymérése egy-ugyanazon mérleggel történt. Ennek tulajdonítható, hogy a (30); (32) összefüggésben egyféle toleranciaérték, $\pm x$ szerepel, mely végső soron a (36) egyenlet egyváltozós jellegéhez vezetett.

A (36) hibaegyenlet közelebbi vizsgálatával az alábbi fontos következtetések vonhatók le:

1. Mindenekelőtt megállapítható, hogy a mérés relatív hibája a mérőeszköz toleranciaértékének függvénye. Ez a tulajdonság jut kifejezésre az egyszerűsített növelt hibaállandó $(H_1 + 1)$ szorzótényezőjével.

2. A hibaállandó számszerű értékét a nedvesen és abszolút szárazon mért mintadarab súlyviszonya határozza meg. $G' / G'' = 1$ esetén H_1 végtelenen egyenlő, vagyis a kiszáritásos mérési módszer megbízhatósága a 0% nedvességtartalom közvetlen környezetében gyakorlatilag zérus.

A különböző irodalmi utmutatók egy része kategorikusan kijelenti, hogy a szóban forgó mérési eljárásnál a súlymérést legalább $\pm 0,05$ g pontossággal kell végrehajtani. Másik része a pontossági követelményeket a vizsgálandó anyag súlyadatai szerint osztályozza. (Pl. 50 g alatt $\pm 0,01$ g, 50 g felett $\pm 0,01$ g pontosság.) A (36) összefüggésből azonban egyértelműen következik, hogy a legalkalmasabb mérlegtípus kiválasztásánál elsősorban a G' / G'' viszonyra, közelebről a vizsgált próbatest nedvességtartalmára kell tekintettel lenni.

A fenti állítás bizonyítására szolgáljanak az alábbi példák:

1. Legyen

$$G' = 70,00 \text{ g}$$

$$G'' = 68,00 \text{ g}$$

vagyis
$$U = 2,95\%$$

Ha a toleranciát $\pm 0,1$ g-mal vesszük figyelembe, tehát $x = \pm 0,14\%$,

$$H_1 = 67,70$$

$$Z_2 = \pm 9,85\%$$

értékre adódik. Ugyanezen minta nedvességtartalmának csökkenésével a hiba-állandó, ugy szintén a mérési hiba növekszik. Pl. $U = 1,45\%$ esetén

$$H_1 = 139,50$$

$$Z_2 = \pm 20,10\%$$

2. Legyen

$$G' = 20,00 \text{ g}$$

$$G'' = 12,00 \text{ g}$$

vagyis
$$U = 66,60\%$$

A próbadarab 50 g-nál könnyebb, ennek megfelelően vegyük a megengedett súlymérési toleranciát $\pm 0,01$ g-mal, illetőleg $\pm 0,05\%$ -kal figyelembe.

Helyettesítésekkel

$$H_1 = 4,00$$

$$Z_2 = \pm 0,25\%$$

Ugyanezen minta nedvességtartalmának növekedésével H_1 és Z_2 értéke csökken, pl. $U = 100\%$ esetén:

$$H_1 = 3,00$$

$$Z_2 = \pm 0,20\%$$

Az 1. példából látható, hogy a mérési pontosság fokozása érdekében célszerű a javasoltnál legalább 1 osztállyal kisebb toleranciájú mérőeszközöt használni.

A 2. példa esetében viszont a pontossági megkötés túlzottan szigorú. A mérési eredmény megbízhatósága feltétlenül kielégítő marad a javasoltnál akár 1 osztállyal nagyobb mérlegtolerancia megengedésével is.

A végső következtetések levonhatósága érdekében (36a) egyenletet oly módon kell kialakítani, hogy annak számlálójában és nevezőjében a G'/G'' viszony helyett U szerepeljen.

A részletes levezetést mellőzve:

$$H_1 = \frac{U+200}{U} \quad (36b)$$

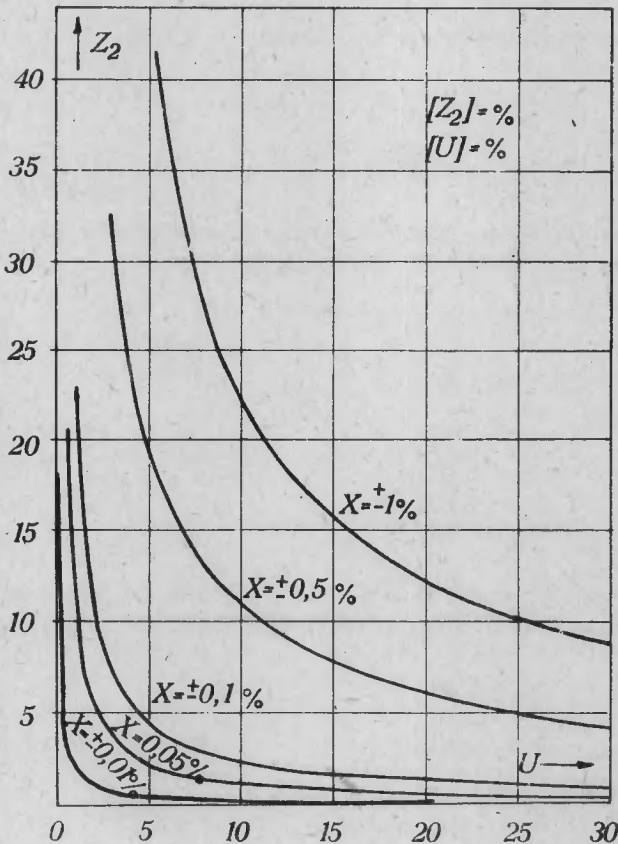
Az utóbbi kifejezést helyettesítve (36)-ba:

$$Z_2 = \pm 2x \left(\frac{U+100}{U} \right) \quad (37)$$

(37) egyenlet segítségével a relatív hibát ábrázolva a nedvességtartalom függvényében - paraméterül a mérlegtoleranciát választva - a 6. ábrán látható nomogram nyerhető, melynek közelebbi vizsgálatával megállapítható, hogy:

1. A mérési pontosság nem függ a vizsgált próbatest súlyától.

2. A mérési hiba a fanedvességtartalomnak hiperbolikus, a mérlegtoleranciának lineáris függvénye.



6. ábra

(1. és 2. megállapítások egyébként a (37) egyenletből közvetlenül, analitikus úton is következtethetők.)

3. A kiszáritásos mérési eljárás fanedvesség-meghatározására történő alkalmazásában $\pm 0,1\%$ -nál nagyobb toleranciájú mérlegek nem jöhetnek számításba.

4. $\pm 2\%$ mérési hiba megengedésével a teljes telítettségi állapottól lefelé, kb. 10% nedvességtartalomig $\pm 0,1\%$, kb. 8% és 5% nedvességtartományban $\pm 0,05\%$, továbbá mintegy 5% és 1% intervallumban $\pm 0,01\%$ toleranciával rendelkező súlymérőeszközöket ajánlatos alkalmazni.

5. Ha egyáltalán feltételezzük a 0% nedvességtartalmu anyag létezését, úgy annak kimutatása a kiszáritásos mérési módszerrel nem lehetséges.

A faanyag mesterséges száritás útján elérni kívánt végnedvessége általában $8-10\%$ -nál nem kisebb. Ez azt jelenti, hogy egy $\pm 0,1\%$ toleranciájú mérleggel elkövetett nedvességmérési hiba legfeljebb $\pm 2...3\%$, mely pontatlanság ipari vonatkozásban minden körülmények között megengedhető.

1.4.2.

A fa nedvességtartalmának villamos mérése

A nedvességtartalomnak, mint nem villamos mennyiségnek villamos úton történő meghatározására kétféle eljárás ismeretes, um.:

1. A nedvességtartalom meghatározása az anyag elektromos ellenállásmérése útján.

2. A nedvességtartalom meghatározása az anyag dielektromos állandójának mérése útján.

1.4.2.1.

A faanyag nedvességtartalmának meghatározása elektromos ellenállásmérés útján. A klasszikus fizika villamos vezetőképességre vonatkozó törvényeinek értelmében egy q keresztmetszettel határolt, l hosszúságú vezető elektromos ellenállása az

$$R = \varrho \frac{l}{q} \quad (38)$$

egyenlettel számolható. A képletben szereplő ϱ az un. fajlagos ellenállás, számértéke anyagonként változik. Fa esetében - az anyag higroszkópos tulajdonsága miatt - ϱ elsősorban a nedvességtartalomtól függ, vagyis

$$\varrho = f_1(U) \quad (39)$$

(39) egyenletet helyettesítve (38)-ba, figyelembe véve azonban, hogy egy adott elektroárelrendezésnél l és q állandó:

$$R = A_1 f_1(U) \quad (40)$$

ahol R az egymástól l távolságra levő, egymással szembenező q elektródafelületekkel határolt anyagrész elektromos ellenállása, U az anyag nedvességtartalma, $A_1 = l/q =$ állandó.

(40) egyenlet értelmében a fa nedvességtartalmának mérése ellenállásmérésre vezethető vissza, s ennek következtében a különböző előkészítési és kiértékelési műveletek a nem villamos mérési eljárások bármelyikéhez képest rendkívüli módon leegyszerűsödnek. Ezen előnyös tulajdonságból adódóan az elektromos ellenállás-fanedvességmérő műszereket mind üzemi, mind laboratóriumi vonatkozásban széleskörűen alkalmazzák.

A tudományos mélységű analízis érdekében mindenképp először szükséges a (40) funkció konkrét alakjának ismerete. Erre vonatkozólag több neves kutató végzett különböző irányú vizsgálatokat - mint pl. E. Nusser, A. J. Stamm, M. E. Dunlap, R. Keylwert - de a faanyagok, mint heterogén villamos szigetelőnek helyettesítő modellekkel történő szemléletéből ez ideig nem sikerült egyértelmű matematikai összefüggéseket kihozni. Az irodalomból ismert fa-nedvességtartalom és elektromos ellenállás közötti leíró - egyenletek tehát minden esetben empirikusan születtek, a különböző mérési eljárások során nyert adathalmaz matematikai értékelése útján.

A 7. ábra pl. az általam felvett nedvesség-ellenállás karakterisztikát szemlélteti 0-100% nedvességtartományban, midőn elektródaiként nagy menetemelkedésű, 5 mm átmérőjű, rozsdamentes acélsavarokat alkalmaztam. A vizsgált faanyag 50 mm-es erdei fenyő volt (*Pinus silvestris*), az elektródák behatolási mélysége 30 mm, illetőleg egymástól mért távolságuk 24 mm. A mérés lebonyolítása szobahőmérsékleten, 20-25°C-on történt.

A konkrét egyenletek jellegét illetően - a legtöbb kutató egybehangzó véleménye szerint - a rosttelítettségi határ alatti $R = A_1 f_1(U)$ funkció leírására a logaritmikus összefüggések legalkalmasabbak.

E. Nusser pl. 8-18% nedvességintervallumban az alábbi egyenletet állította fel:

$$\log R = -0,32 U + 13,25 \quad (41)$$

Ezzel szemben M. E. Dunlap bebizonyította, hogy a jelzett függvénykapcsolat szélesebb nedvességtartományban használható kettős-logaritmikus egyenletek alkalmazásával. Az általa felírt összefüggéssel,

$$\log \left[\log \frac{R}{-4} \right] = -0,322 U + 1,009 \quad (42)$$

a fa nedvességtartalma és elektromos ellenállása közötti kapcsolat a 3-24% tartományban kielégítő pontossággal értelmezhető.

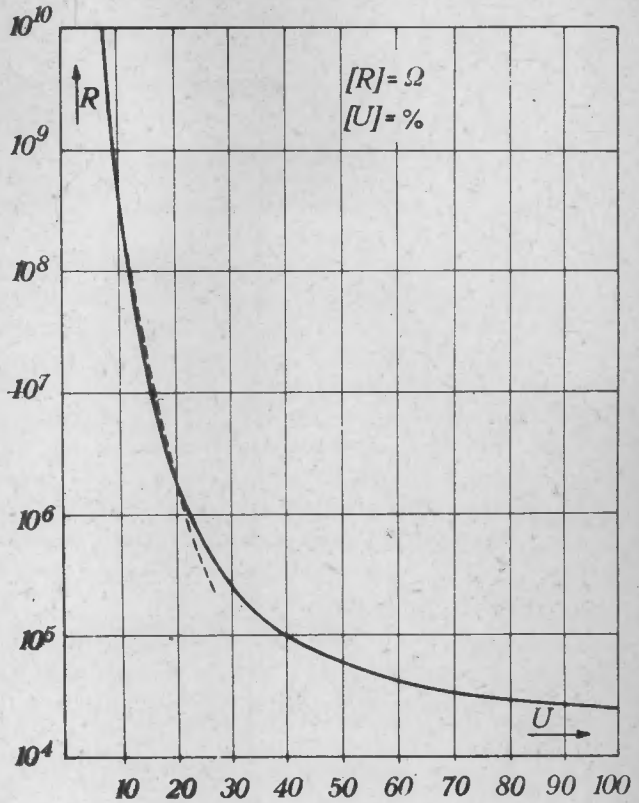
A 7. ábrán feltüntettem a (42) egyenletből számítással nyerhető karakterisztikaszakaszt is, mely mint látható, az eredeti görbét a megadott nedvességintervallumban jó közelítéssel fedi.

$$\text{Az } R = A_1 f_1(U)$$

funkció konkrét alakjának leírása a rosttelitettségi határ felett elméletileg ugyan lehetséges, gyakorlati szempontból azonban nem bír különösebb jelentőséggel. Mint ui. a 7. ábrából kitűnik, 25-30% nedvességtartalmat túlhaladva az 1% nedvességváltozásra eső ellenállásváltozás egyre erősebben csökken, s így részben az elektródaelrendezésből, részben a faanyag rosttelitettségi határ feletti villamos vezetőképességében mutatkozó sajátos tulajdonságokból származó mérési hibaforrások viszonylagos

hatása erőteljesebben jut érvényre, vagyis a mért ellenállásból nem mindig lehet az anyag nedvességtartalmára egyértelműen következtetni. A fentiek közvetlen következménye, hogy az elektromos vezetőképességmérés elve alapján felépített nedvességmérőműszerek 25-30% felett csupán tájékoztató jellegű adatokat szolgáltatnak.

Az eddigiekben nem esett szó a fa térfogatsúlyának (fajának) és az anyag hőmérsékletének az elektromos vezetőképességére gyakorolt hatásáról. Az előbbit illetően E. Nusser mérésekkel igazolta, hogy a legfontosabb közép-európai fafaj nedvességtartalomellenállás karakterisztikáiban mutatkozó eltérés 20°C-on legfeljebb $\pm 1...1,5\%$ abszolút mérési hibát okoz. Ez a pontatlanság irri vonatkozásban nem jelentős, tudományos jellegű vizsgálatok esetében azonban tudni kell, hogy a mérőműszer milyen fafajra szolgáltat hiteles adatokat és attól eltérve a specifikáció szerint megadott korrekciót kell végrehajtani. (Itt kívánom megemlíteni, hogy pl. az Elektronikus Mérőműszerek Gyára által készített, 2831 típusu fanedvességmérő hitelesítése bukkfára történt. A korrekció fenyőre kb. -1, tölgyre kb. +1% abs.)



7. ábra

Nusser megállapításai szerint tehát a fafajváltozásnak a villamos vezetőképessegre gyakorolt hatását inkább tudományos jellegű mérési feladatok levezetésénél szükséges tekintetbe venni. Lényegesen szigorubb elbírálásnak kell azonban alávetni a hőmérséklet hatás kérdését, minthogy ezen paraméternek a mérőműszer 20°C-os hitelesítési hőmérsékletétől való eltérése gyakori jelenség. A mesterséges szárítás lebonyolításánál pl. a munkaanyag hőmérséklete +30...+80°C-kal tér el az ellenállás-fanedvességmérők kalibrációs hőfokától, melynek figyelmen kívül hagyása minden esetben megengedhetetlen pontatlanságokhoz vezetne.

A jelenség magyarázatát illetően abból az általános érvényű törvényszerűségből kell kiindulni, hogy a különböző anyagok fajlagos ellenállása legtöbb esetben intenzív hőmérsékletfüggőséget mutat. Fémeknél a hőfokoefficiens általában pozitív, de néhány anyagnál - mint pl. a fánál és víznél is - negatív. A fa hőmérsékletének emelkedése tehát fajlagos ellenállásának csökkenéséhez vezet. Így a (38) egyenlet értelmében az elektromos ellenállás esik, következésképpen a nedvességtartalom és az elektromos ellenállás közötti kapcsolatot jellemző karakterisztikák, a 7. ábrán feltüntetett jelleggörbéhez képest, az ordináta tengely irányában tolódnak el.

Egyértelmű, hogy a hőmérséklet csökkenésével az elektromos ellenállás növekedése jár együtt, vagyis a karakterisztikák az előzőhöz hasonlóan, de ellentétes értelemben módosulnak.

Az analízis teljessé tétele érdekében tehát szükséges, hogy a $\varrho = f_1(U)$ funkció a hőmérséklettel, mint második független változóval, kiegészítést nyerjen. Ennek megfelelően a (40) összefüggés az alábbi általánosabb alakban írható fel:

$$R = A_1 f_2(U, t) \quad (43)$$

A (43) funkció konkrét matematikai megfogalmazására ugyancsak számos kutató végzett kísérleteket, számításokat, legtöbb esetben különböző elvi kiindulásokkal, így természetesen különböző végeredményekkel is. J. D. Clark és J. W. Williams pl. a szilárd elektrolitok villamos vezetőképességének és hőmérsékletének E. Rasch által felállított exponenciális összefüggéséből indultak ki, s ennek alapján abszolút száraz nyirfára, 65...110°C hőmérséklet határok között a következő egyenletet állították fel:

$$\lambda = A_2 \exp\left(-\frac{B}{T}\right) \quad (44)$$

ahol λ a villamos vezetőképesseg értéke T K⁰-on, A₂ és B az egyenlet állandói.

J. D. Clark és J. W. Williams vizsgálataik során felvették az abszolút száraz nyirfa és az U = 4; 8; 14; 20% nedvességtartalmu erdei fenyő hőmérsékletellenállás karakterisztikáit, majd azokat összehasonlították a thüringiai üvegre ismert, hasonló tartalmu jelleggörbével (8. ábra). Ilyen módon megállapították, hogy a 0% és csekély nedvességtartalmu (kb. 3%-ig) faanyag

elektromos ellenállása a hőmérséklet függvényében hasonló módon változik, mint a szilárd halmazállapotú szigetelőanyagoké, a nedvesebb fa $R = f(t)$ karakterisztikája pedig jó közelítéssel az elektrolitikus oldatokéval egyezik.

Az elektrolitikus oldatokra vonatkozó elméleti alapok felhasználásával O. Takechy és O. Inose az $R = A_1 f_2(U, t)$ kétváltozós függvénykapcsolat konkrét alakját $10...30^\circ\text{C}$ hőmérséklettartományban, $14...21\%$ nedvességintervallumban (fafaj: *Chamaecyparis abtsusa*) az alábbi egyenlettel határozták meg:

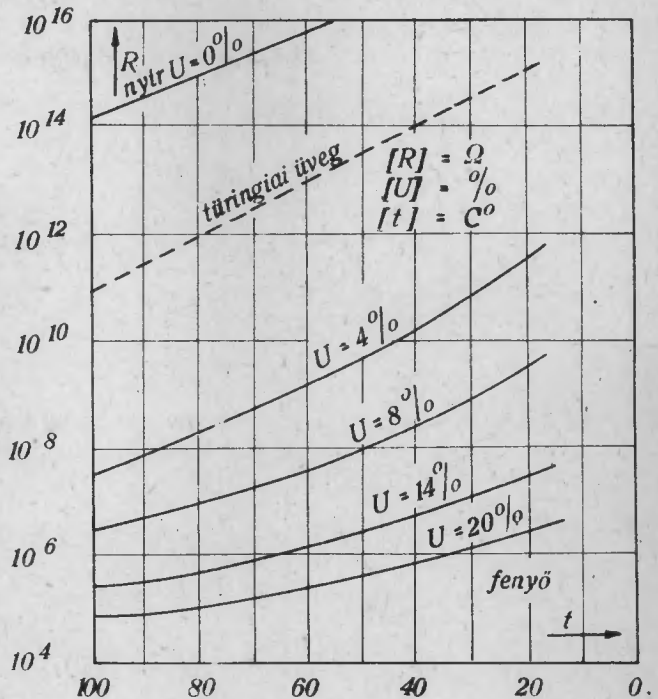
$$R = KU^{-a} \exp \left[-(b-cU)t \right] \quad (45)$$

A konstansok (K, a, b, c) mérésekkel történő meghatározásával az

$$R = 1,826 \cdot 10^{15} \cdot U^{-10,98} \cdot \exp \left[-(0,1354 - 0,00369 U)t \right] \quad (45a)$$

empirikus összefüggést kapták.

A fa nedvességtartalmának, hőmérsékletének és elektromos ellenállásának kapcsolatát leíró egyenletek kétváltozós jellegének mérés-technikai szempontból nagy fontosságot kell tulajdonítani. Mint már említett nyert ugyanis, az elektromos ellenállás - fanedvességmérő műszerek kalibrálása 20°C -on történik a 7. ábrával bemutatott hitelesítési jelleggörbe szerint. A jelzett mérőberendezések tehát minden 20°C -tól való eltérés esetén hamis adatokat szolgáltatnak. A pontos értékre történő korrigálás elvégezhetsége érdekében ezért a fenti egyenleteken kívül szükséges a műszer által mutatott



8. ábra

nedvességérték (U_m) és az elektromos ellenállás (R) közötti kapcsolat ismerete is.

Feltételezve, hogy

$$U_m = f(R) \quad (46)$$

majd (43) egyenletet helyettesítve (46)-ba:

$$U_m = A_3 f_3(U, t) \quad (47)$$

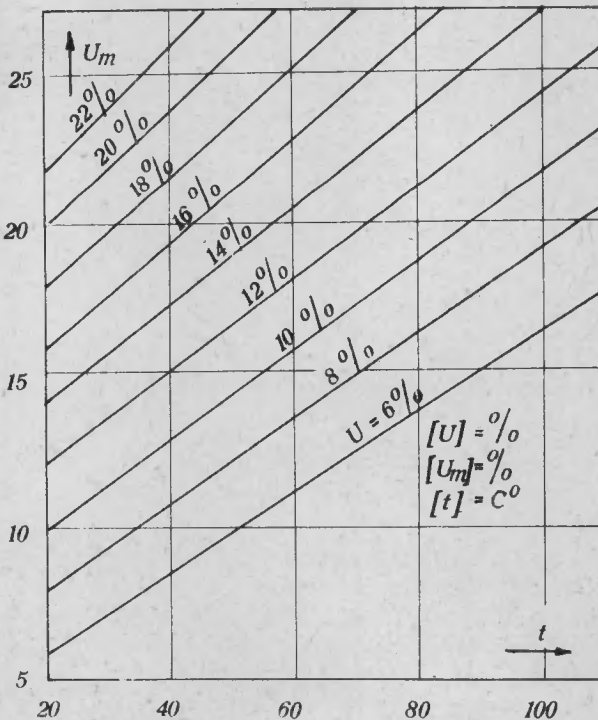
vagyis a műszer által mutatott % érték a tényleges nedvességtartalomnak (U) és a hőmérsékletnek (t) függvénye.

M. E. Dunlap és E. R. Bell a (47) funkció leírására az

$$U_m = m t + n \quad (48)$$

egyenletet tartották legalkalmasabbnak. Itt m és n a tényleges nedvességtartalomnak függvényei, s azoknak kísérleti úton történő meghatározásával -35...+35°C és 6...22% tartományban az

$$U_m = (0,00685 U + 0,0141)t + 0,827 U - 0,28 \quad (48a)$$



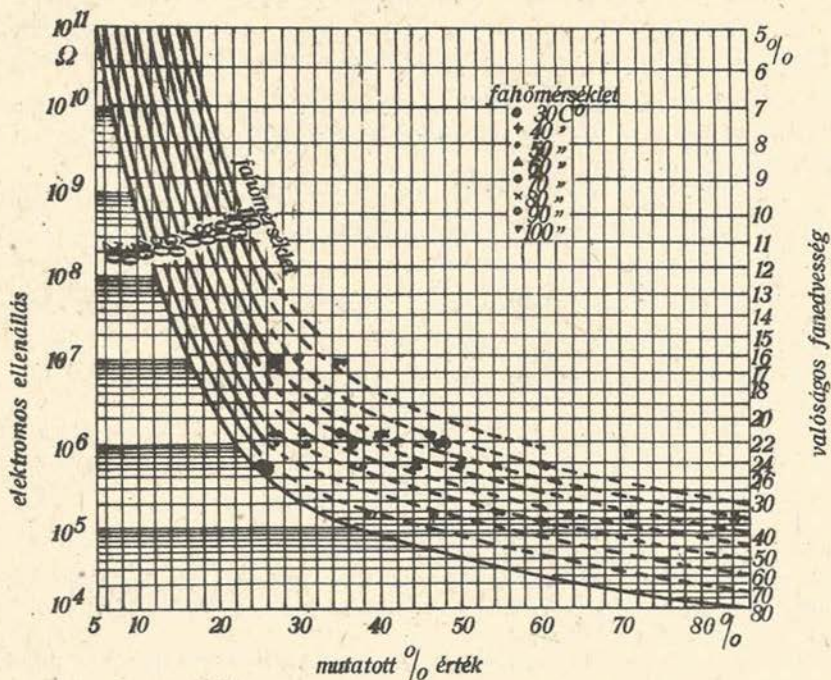
9. ábra

korrekcióegyenletet kapták.

Bizonyítható, hogy a (48) egyenlet a magasabb hőmérsékleti tartományban is értelmezhető, csupán a konstansok értékeiben mutatkozik némi eltérés. R. Keylwerth mérései alapján pl. +20...110°C, valamint 6...22% értékhatárok között (48a) egyenlet az alábbi alakot veszi fel:

$$U_m = (0,0041U + 0,14)t + 0,92U - 2 \quad (48b)$$

A (48b) egyenlet alapján szerkesztett nomogramot a 9. ábra szemlélteti, melynek segítségével a műszer



10. ábra

által mutatott érték és az anyag hőmérsékletének ismeretében a tényleges nedvességtartalom könnyűszerrel megállapítható.

A témakörben a rosttelítettségi határ feletti kapcsolatok feltárására ugyancsak R. Keylwerth végzett vizsgálatokat, s kísérleti eredményeit egy általános érvényű nomogramban foglalta össze (10. ábra).

A nomogramból a műszer által mutatott érték és a hőmérséklet ismeretében a tényleges fanedvesség, valamint a vizsgált hely elektromos ellenállása $U_m = 5 \dots 86\%$; $t = 20 \dots 110^\circ\text{C}$ paramétertartományokban állapítható meg.

Szükséges megemlíteni, hogy az utóbb említett kutató kihangsúlyozza, hogy a méréseket csupán fenyőfára végezte el, továbbá, hogy a rendelkezésre álló nedvességmérőműszer tökéletlen mivolta és a mérések csekély száma következtében az általa megadott nomogram (10. ábra) az egyes változók rosttelítettségi határ feletti kapcsolatáról csupán tájékoztató jelleggel szolgáltat adatokat. Ugyancsak fenyőfára korlátozták M. F. Dunlap és E. R. Bell a (48a) egyenlet, illetőleg az általuk készített - itt nem közölt - nomogram használatát is. E. Nusser állítása szerint azonban a fontosabb közép-európai fajok hőmérséklet-elektromos ellenállás karakterisztikái jó közelítéssel fedik egymást, így a tényleges nedvességtartalomra történő korrekció ezen fafélések vizsgálatánál azonos módon végezhető el. E. Nusser az anyag 30°C hőmérséklete felett hozzávetőlegesen minden $+10^\circ\text{C}$ -ra -1% abs. korrekciót ajánl, amennyiben a fa nedvességtartalma a rosttelítettségi határ alatt van.

A fafajra vonatkozó fenti kérdések tisztázása céljából erdei fenyő-, bükk- és tölgyfával (*Pinus silvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* sp.) végeztem kísérleteket. Az egyes $U_m = A_3 f_3(U, t)$ jelleggörbéknek a magasabb hőmérséklettartományokban mutatkozó eltérő tulajdonságai miatt, megítélésem szerint, ajánlatos a hitelesítő karakterisztikákat (esetleg táblázatokat) fafaj szerinti csoportosítással felvenni.

A faanyag villamos vezetőképességét befolyásoló tényezők vizsgálatából származó elméleti és tapasztalati eredmények rövid összefoglalásaként az alábbiak állapíthatók meg:

1. A fa nedvességtartalma és elektromos ellenállása közötti kapcsolat exponenciális karakterrel bír.

2. Az $R = A_1 f_1(U)$ jelleggörbe 0...30% nedvességtartományra eső szakaszának rendkívül nagy meredeksége lehetővé teszi a fanedvesség rosteltettségi határ alatti $\pm 1...1,5\%$ abs. pontossággal történő közvetlen műszeres megállapítását.

3. Az $R = A_1 f_1(U)$ kapcsolat 30% nedvesség felett mutatkozó túl nagy szórása miatt a rosteltettségén felüli fanedvességtartalom közvetlen műszeres megállapítása csupán tájékoztató jelleggel lehetséges.

4. Az $R = A_1 f_1(U)$ kapcsolat elve alapján szerkesztett elektromos ellenállás fanedvességmérők csupán egy, a hitelesítő hőfok, továbbá egy, a hitelesítő fafaj alkalmazása esetén szolgáltatnak pontos mérési adatokat.

5. A hitelesítési hőmérséklettől (rendszerint 20°C) eltérve az $U_m = A_3 f_3(U, t)$ egyenletek, nomogramok szerint hőmérsékletkorrekciót kell végrehajtani.

6. Pontosabb vizsgálatoknál a 20°C -ra vonatkoztatott fajokkorrekciót is el kell végezni.

7. Szükséges esetben figyelemmel kell lenni arra is, hogy a hőmérsékletkorrekció mértéke a fafajnak is függvénye.

8. Az $R = A_1 f_2(U, t)$ kétváltozós függvénykapcsolat ismeretében lehetőség kínálkozik tetszőleges alaphőmérsékletre hitelesíthető villamos ellenállás fanedvességmérő tervezésére, ill. szerkesztésére.

9. Az $R = A_1 f_2(U, t)$ funkció pontos ismerete lehetővé teszi a villamos ellenállás-fanedvességmérés anyaghőmérséklettől való függetlenítését alkalmas kompenzációelemeknek (pl. termisztornak) a mérőkörbe való kapcsolása útján.

A faanyag nedvességtartalmának meghatározása a dielektromos állandó mérése útján. Az elektrosztatika Gauss-tétele segítségével levezethető, hogy két egymással szemben d távolságra elhelyezett F felületű sikelektroda kapacitása a villamos teret kitöltő anyag dielektromos állandójától függ. Képletesen:

$$C = \varepsilon \frac{F}{d} \quad (49)$$

Itt ε az abszolút dielektromos állandó, mely a vákuum és az illető anyag un. relativ permittivitásának szorzata, vagyis:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r = 8,85 \cdot 10^{-12} \varepsilon_r \quad (50)$$

Amennyiben a dielektrikum faanyag, úgy ε_r elsősorban a nedvességtartalomnak és a térfogatsulynak függvénye:

$$\varepsilon_r = f(U, \mathcal{J}') \quad (51)$$

(51) egyenletet (50)-be írva, majd az így kapott összefüggést (49)-be helyettesítve, figyelembe véve azonban, hogy egy adott kondenzátorelrendezés esetén F és d állandó:

$$C = A_4 f_4(U, \mathcal{J}') \quad (52)$$

(52) egyenlet értelmében egy sikelektrodapár mérőterébe faanyagot helyezve a kondenzátor kapacitása a fa nedvességtartalmának és térfogatsúlyának függvénye.

A $C = A_4 f_4(U, \mathcal{J}')$ funkció részletes kifejtésével itt nem kívánok foglalkozni, csupán megemlítem, hogy a faanyag, mint heterogén dielektrikum helyettesítő modellekkel történő vizsgálata során 5...15% nedvesség- és tetszőleges térfogatsúlytartományban lineáris összefüggést sikerült felállítanom.

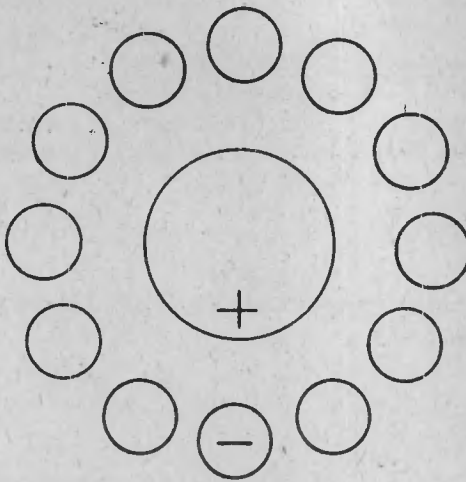
Az egyenletalak:

$$C = A_4 \left[(1,5 + 0,3 U) \mathcal{J}' + 1 \right] \quad (53)$$

melyben A_4 kizárólag a mérőelektroda geometriai méreteitől függő állandó.

A faanyag permittív tulajdonságainak komplex vizsgálata rendkívül összetett feladat, s minthogy a részletes analízis túlhaladná az értekezésben megszabott határokat, a vonatkozó kutatási eredmények ismertetését mellőzöm.

(53) egyenletből kitűnik, hogy a faanyag nedvességtartalmának mérése kapacitásmérésre is visszavezethető, s ez a körülmény bizonyos esetekben



11. ábra

tor fegyverzetei (középtűt a "meleg" elektróda, kb. 30 mm átmérővel, körülötte 10-12 db "hideg" elektróda, kb. 10 mm átmérővel) egy síkban helyezkednek el, melyek azonban az ábra síkjára merőlegesen rugalmas elmozdulásokat végezhetnek. A "körsíkrendszeres pecsételétródának" a vizsgálni kívánt - akár megmunkált vagy felületkezelt - anyagra történő egyszerű ráhelyezésével a villamos szórt erővonalak behatolnak a termék mélyebb rétegeibe is, vagyis a mérőkondenzátor kapacitása megváltozik. Ezen kapacitásváltozás a nedvességtartalomnak függvénye, s értéke az elektródához csatlakozó mérőkör %-ban kalibrált mutatós műszeréről közvetlenül leolvasható.

A kapacitív mérési eljárások előnyösen alkalmazhatók a faforgács nedvességtartalmának meghatározásánál is. Az általam tervezett és kivitelezett "dielektrikus forgácsnedvességmérő" pl. 3-25% tartományban teszi lehetővé a jelzett paraméter $\pm 0,5\%$ (abs.) pontossággal történő közvetlen műszeres megállapítását a faanyag fajtától függetlenül, 1 mm-től 30 mm szemcsehátárok között.

Végül megemlíthető, hogy a kapacitív nedvességmérési eljárások a fa-helyettesítő anyagok vizsgálatánál is széleskörű alkalmazásra tarthatnak számon.

I.4.3.

A fa nedvességtartalmának izotópus mérés

Az atomreaktorok számának növekedésével világviszonylatban és hazai vonatkozásban is egyre többféle és egyre olcsóbb radioaktív izotóp áll a tudományos kutatás rendelkezésére. A radioizotópok segítségével olyan mérés-technikai feladatok oldhatók meg, melyek más módszerrel egyáltalán nem,

rendkívül előnyös technikai feltételeket biztosít. A mérőelem alkalmas kiképzésével ugyanis lehetőség nyílik a munkaanyag egyes paramétereinek roncsolás- és érintésmentes, gyakran már a nedvességtartalom megállapításánál is mérés-technikai igényként jelentkező műszeres vizsgálatára.

Jugoszláviai tanulmány-utam során sikerült egy kapacitív fanedvességmérőt közelebb-ről megismernem, s annak lényegi felépítését itt látom szükségesnek ismertetni.

A műszer elektródaelrendezését a 11. ábra szemlélteti. Mint látható, a mérőkondenzá-

vagy csak igen körülményesen vihetők keresztül, s ezért a kutatási feladatok megoldásán kívül a radióaktív izotópokat az ipar számos területén különböző gyakorlati célok megoldására is felhasználják.

Faipari vonatkozásban méréstechnikai igényként merülhet fel a faanyag nedvességtartalmának érintés- és roncsolásmentes műszeres megállapítása. E célkitűzés megoldására az előző fejezetben ismertetett dielektrikus módszeren kívül a következőkben leírásra kerülő izotópiikus mérési eljárások is alkalmasak.

A radióaktív sugárzás valamely anyagon áthaladva intenzitásából veszít, vagyis az energia egy része a szóródási, fékeződési és abszorpciós veszteségek következtében felemésződik.

A leírt folyamat az alábbi egyenlettel jellemezhető:

$$I = I_0 \exp(-\mu d) \quad (54)$$

ahol I a sugárzás intenzitása az anyagrétegen való áthaladás után I_0 a sugárzás intenzitásának eredeti értéke, μ az abszorpciós koefficiens, d az anyag rétegvastagsága.

A μ abszorpciós koefficiens helyébe a tömegabszorpciós koefficiens (k) , az anyag rétegvastagsága helyébe a felületi sűrűséget (S) írva:

$$I = I_0 \exp(-kS) \quad (55)$$

Itt $k = \mu / w$, az abszorpciós koefficiens és az anyagsűrűség hányadosa, S az egységnyi terület mögött levő anyagmennyiség, röviden felületi sűrűség.

A tömegabszorpciós koefficiens értéke az átsugárzott anyag atomjainak rendszámától (Z) és a tömegszámától (A) függ, és pedig minél nagyobb Z/A tört értéke, annál nagyobb k értéke is, vagyis az anyag annál nagyobb sugárzási energiát emészt fel.

A fa anyagát lényegében három elem alkotja: a hidrogén, oxigén és a szén.

Az Egyes Z/A értékek az alábbiak:

hidrogén: nagy közelítéssel 1,

oxigén: nagy közelítéssel 2,

szén: nagy közelítéssel 2.

Az átlagos Z/A viszonyt e három elem aránya szabja meg. Ha tehát a fa víztartalma megváltozik, úgy megváltozik az átlagos Z/A viszony, illetve a tömegabszorpciós koefficiens is.

Konkrét számításokat végezve pl. abszolút száraz fa esetén $k = 1,062$, 100% nedvességtartalomra $k = 1,082$. A változás tehát csupán kb. 2%.

Nézzük, milyen hatást gyakorol a nedvességtartalom változása a felületi sűrűségre.

A számítások elvégzéséhez az alábbi definíciós egyenletek szükségesek:

$$U = \frac{G' - G''}{G''} \cdot 100 \quad (27)$$

(A jelölések értelmezését lásd az I. 4. 1. fejezetben.)

$$S = \frac{G'}{a \cdot b} \quad (56)$$

ahol a a fapróba besugárzott felületének szélessége, b ugyanezen felületrész hosszúsága.

(56) összefüggésből G' -t kifejezve, majd az így kapott egyenletet (27)-be helyettesítve - figyelembe véve, hogy

$$\frac{a \cdot b}{G''} = A_5$$

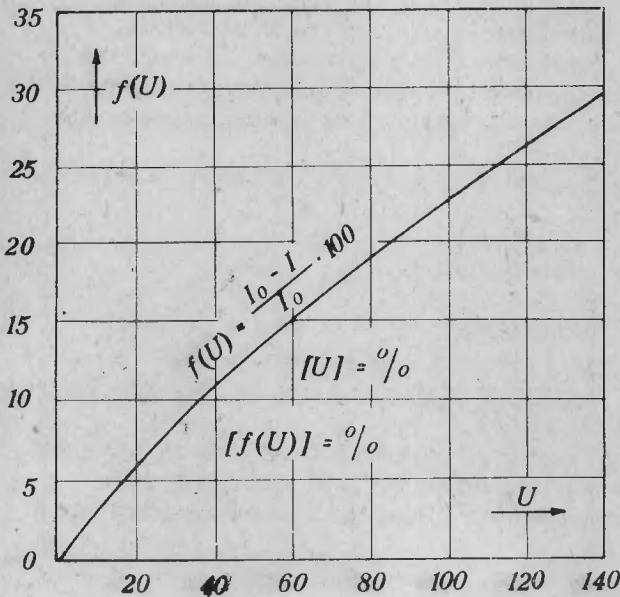
egy adott elrendezésnél állandó -

$$U = (A_5 S - 1) \cdot 100 \quad (57)$$

A fa % ban kifejezett nedvességtartalma tehát a felületi sűrűség függvénye. A felületi sűrűség - szemben a tömegabszorpciós tényezővel - nagymértékben befolyásolja a sugárzás elnyelődését, mégpedig S növekedésével az elnyelődés is nagyobb lesz.

A fentiek összegezésével megállapítható, hogy a radióaktív sugarak abszorpcióját befolyásoló mindkét tényező, k és S , a faanyag nedvességtartalmától függ, vagyis a sugárzás intenzitáscsökkenéséből a vizsgált darab nedvességtartalmára lehet következtetni.

A 12. ábrán látható abszorpciós karakterisztika segítségével pl. - melyet 25 mm-es borovi fenyőnek 60-as Cobalttal (60°C) történő besugárzásával vettek fel -



12. ábra

megállapítható, hogy 15% intenzitáscsökkenés esetén a vizsgált anyag nedvességtartalma 60%.

Érdemes említést tenni azon kísérleti megállapításról, mely szerint a különböző faanyagokat beta sugárzásnak alávetve (^{90}Sr vagy ^{106}Ru) az

$$\frac{I_0 - I}{I_0} 100 = f(U)$$

abszorpciós karakterisztikában határozott töréspontok észlelhetők. A töréspontok a vizsgált anyagtól függően 25...30% között jelentkeznek s a feltevések szerint ez a törés éppen a fafajra jellemző rosttelítettségi határnál következik be. Végső soron tehát - s ez a vonatkozó megállapítás lényege - a beta sugárzással történő faanyagvizsgálat segítségül szolgálhat a különböző fafajok rosttelítettségi határának pontos meghatározásában.

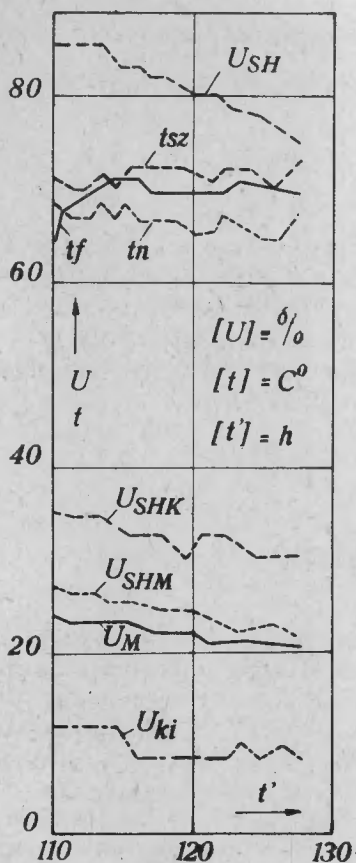
I.5.

A faanyag nedvességtartalmának folyamatos mérése a mesterséges szárítás időtartama alatt

A száradó faanyag nedvességtartalmának állandó ellenőrzése elsődleges mérés-technikai feladat. Korszerűbb üzemekben ezen ellenőrzési műveletet a rakatban elhelyezett kísérőminták szakaszos súlymérésével hajtják végre, s amennyiben a kísérőminták súlyadatai eltérnek a programterv szerint előzetesen kiszámított értékektől, úgy a szárítási tér beállító paramétereit (hőmérséklet, relatív pára) a kívánt irányban és mértékben módosítják.

A mérési eljárással kapcsolatos teendők egyszerűsítése, továbbá az ellenőrzés folyamatossá tétele céljából próbálkozások történtek a mintadombok beépített mérlegrendszerrel való súlyvesztésmérésére is, a kísérletek azonban nem jártak számottevő eredménnyel. Ismételten javaslatok hangzottak el arra vonatkozólag is, hogy a teljes szárított anyag súlyvesztését mérjék folyamatosan a szárítókamra padlójának alkalmas mérlegkarkiképzésével, de az újbóli fázadozások ellenére sem sikerült ezen elv alapján kielégítő megoldásokat találni még a farakás alatt bizonyos nyomásmérő szeleccék elhelyezésével sem.

K. Egner foglalkozott először azzal a kérdéssel, hogy miképpen lehetne hasznosítani az elektromos ellenállás-fanedvességmérő műszereket a mesterséges uton szárított termékek nedvességváltozásának folyamatos ellenőrzésére. Erre vonatkozólag kísérleteket is végzett 50 mm vastag fenyő-áruval bemáglyázott Hildebrand típusú szárítókamrával. Ellenőrző műszerként a "Dunameter" rendszerű fanedvességmérőt használta, melyhez a rakat megfelelő deszkáiba beütött tüelektródákról hermetikus kábelrendszerrel csatlakozott. A szükséges hőfokkorrekciók figyelembevételével a kamrán kívül elhelyezett Dunameter a rosttelítettségi határ alatt kielégítő pontossággal szolgáltatta a száradó anyag nedvességtartalmára vonatkozó adatokat.



13. ábra

U_{ki} = a kamraparaméterek által meghatározott kiegyenlítő fanedvesség,

U_{SHM} = U_{SHK} és U_{ki} értékeiből számított közepes nedvességtartalom,

U_M = az anyag közepes nedvességtartalma a mérőelektróda közvetlen környezetében.

R. Keylwerth a méréseredményekre vonatkozó fontosabb megállapításait az alábbiak szerint foglalta össze:

1. A Siemens-Halske fanedvességmérővel végrehajtott folyamatos nedvességellenőrzés abszolút pontatlansága $\pm 1,5\%$ (abs.) alatt marad, ha a műszer által mutatott érték nem haladja meg a 25%-ot.

2. Amennyiben a hőmérséklet hatás következtében a mutatott nedvesség 25% fölé emelkedik - bár az anyag nedvességtartalma még a rosttelítettségi határ alatt lehet -, a mérési pontatlanság $\pm 3\%$ (abs.)-ra emelkedik.

Hasonló vizsgálatokat végzett R. Keylwerth 45 mm-es fenyő- és 35 mm-es bükk-fűrészáruval. Méréseit a Siemens-Halske fanedvességmérővel bonyolította le, elektróda-ként $\varnothing 5$ mm ezüstözött acélcsavarokat alkalmazott, egymástól 24 mm távolságban, az anyagvastagság teljes behatolási mélységében. A csavarelektródákat a rakat közepén levő deszkába helyezte el, ahol egyidejűleg egy termoelemet is beépített, biztosítva ezáltal az anyaghőmérséklet pontos ismeretét, illetőleg a hőmérsékletkorrekció helyes értékkel történő figyelembevételét.

A kísérleti szárítás levezetése során állandóan jegyzett mérési adatok diagramban való felhordásával általános képet nyert a különböző paraméterek időbeni alakulásáról. A kapott grafikonoknak egy, a 35 mm-es bükk-re vonatkozó példáját a 13. ábra szemlélteti.

Az ábrán alkalmazott jelölések:

t_{sz} = a szárítási tér száraz hőmérséklete,

t_n = a szárítási tér nedves hőmérséklete,

t_f = a szárított faanyag hőmérséklete,

U_{SH} = a Siemens Halske nedvességmérő által mutatott % érték,

U_{SHK} = a Siemens-Halske nedvességmérővel hőfokkorrekció útján meghatározott nedvességtartalom,

3. A szárított anyag rosttelítettségi határ feletti nedvességtartalmának megállapítása a Siemens-Halske mérőműszerrel csupán hozzávetőlegesen lehetséges.

A mesterséges uton szárított faanyag nedvességtartalmának folyamatos ellenőrzésére vonatkozó, a fentiekben csupán körvonalakban ismertetett eddigi kutatások elméleti és tapasztalati részleteinek felhasználásával lehetőségét láttam olyan önálló mérőberendezés tervezésének és szerkesztésének, mely a szóban forgó paraméter elektromos távmérésén kívül a mérési adatok regisztrálását is megoldani képes. A fejezet további részében ezen mérőberendezés felépítésének néhány elvi és gyakorlati kérdésével kívánok foglalkozni.

A tervezett és kivitelezett mérőkomplexum fontosabb elemei az alábbiak:

1. Elektródák.
2. Elektronikus ellenállásmérő egység.
3. Regisztráló egység.
4. Csatlakozó rendszerek.

Az elektródák rozsdamentes, nagy menetemelkedésű acélcsavarok, azok alkalmas kulcs segítségével csavarhatók a máglyarokat kijelölt előfúrt deszkáiba. Hosszméretük (L) a deszkavastagság függvénye (magyarozatát lásd később), annak 2/3-ánál valamivel nagyobb.

Az elektródák nyakrészén egy plexigyűrű látható (lásd a 14. ábrát), melynek rendeltetése, hogy a szárítás alatti begőzölés következtében a mérőhely környékén is lecsapódó pára sönthatását megakadályozza.

Az elektronikus ellenállásmérő egység elektroncsöves áramkörökből alkotott megohmmérő, kimeneti oldalán a logométer (vö. I. 2. 1. fejezet), bemenetén a faanyagnak az elektródák által definiált villamos ellenállása.

A logométer regisztráló kivitelű, hatállású önműködő mérőhelyátkapcsolóval ellátva.

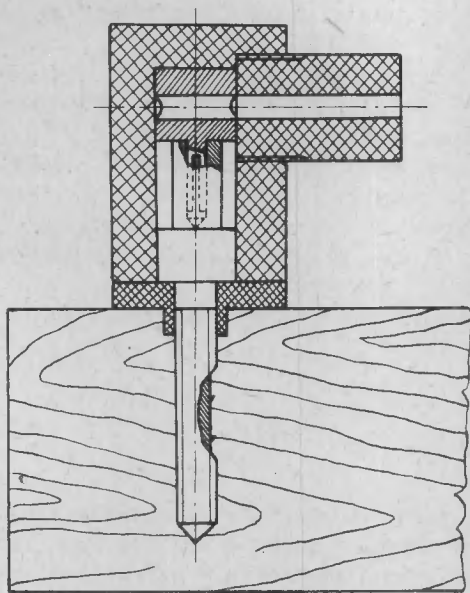
A folyamatos nedvességellenőrzés megbízhatóságának alapvető feltétele a mérőátalakítókat és a mérőköröket összekapcsoló csatlakozó rendszerek abszolút tökéletes hermetizálása. Ennek érdekében szükséges volt megadni

- a) az elektródákhoz való becsatlakozás rendszerét,
- b) a szárítókamrából való kicsatlakoztatás rendszerét,
- c) alkalmas kábelanyagot kellett keresni a viszonylag magas kamra-hőmérséklet és relatív páratartalom roncsoló hatásának megelőzésére.

A fenti követelményeknek megfelelően az elektródák és a hozzávezető kábelek kapcsolási rendszere a 14. ábra szerinti elrendezésben került kivitelezésre.

A fémdugasszal ellátott keménygumi sapkák a máglya rakásolása közben csatlakozhatnak a megfelelő elektródákhoz.

A fémdugaszokból hő- és vízálló polipropilén szigetelésű sodrott vörösréz vezetékek alkalmas kicsatlakozó-dugaszokhoz futnak, melyek a rakátnak a szárítási térbe történő bevontatása után teljes hermetikus záródással



14. ábra

adatközvetítésével a szárítási paraméterek, valamint a fa hőmérsékletének regisztrálására voltak hivatva.

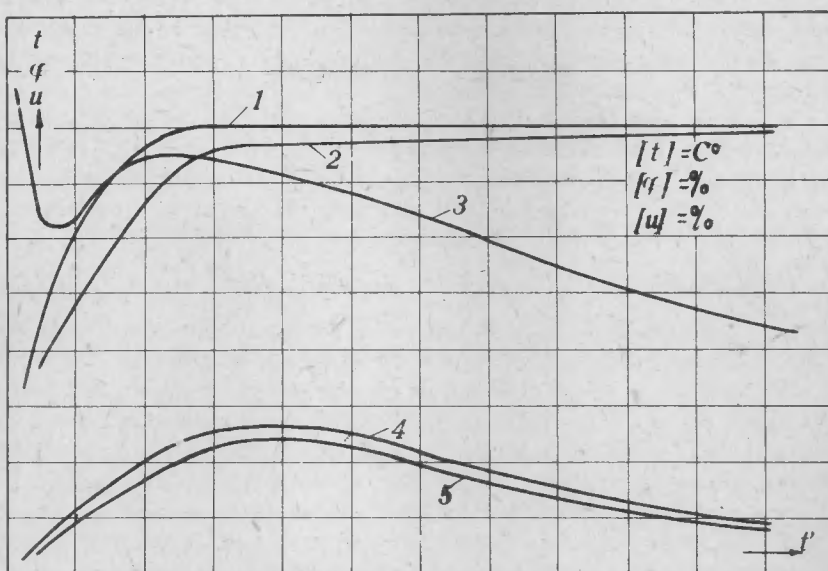
A szárítást Eisemann vonatkozó menetrendje szerint vezettem le, tehát a szárítási szakaszban, mintegy 20 órás időtartamban 80°C térhőmérsékletet alkalmaztam.

Az Eisemann szárítási programok közelebbi tanulmányozásával egyébként megállapítható, hogy a rosttelítettségi határ alatt a térhőmérséklet túlevélük esetén a szárítási idő 100%-ában, lombos fák esetén a szárítási idő 50...100%-ában 80°C. Korábbi vizsgálatokkal igazolt tények szerint ezen kívül a rosttelítettségi határ alatt száradó fa külső és belső rétegeinek hőmérsékletátlagos a száraz hőmérsékletéhez - a szárítási szakaszban 80°C-hoz esik közel. E két megállapításból egyértelműen következett az a mérés technikai kompromisszum, mely szerint az elektromos ellenállás-fanedvesség-regisztráló komplexumot célszerű a 80°C-hoz tartozó $R_{80} = A_2 f_2(U)$ karakterisztika szerint hitelesíteni. A bemérés ilyen módon történő végrehajtása ugyanis azt jelenti, hogy a szárítási szakaszban - a mesterséges faanyagszárítás legfontosabb periódusában - néhány fafaj kivételével hőmérsékletkorrekciót nem kell eszközölni. Ezen túlmenően a 80°C-hoz tartozó jellegzőrőbnek 10...30% tényleges nedvességtartománya csupán $6,0 \cdot 10^8 \dots 2,0 \cdot 10^5$ ohm ellenállásintervallumot jelöl ki (lásd 10. ábra), s ez lehetővé teszi a 10 és 30% közé eső nedvességértékek egy skálamezőben történő mérését (regisztrálását), biztosítva ezáltal a teljes rosttelítettségi határ alatti $\pm 1...1,5\%$ (abs.) pontosságot.

kapcsolódhatnak a kamra oldalán beépített hüvelyaljzatokhoz. Az utóbbiakból közösleges PVC szigetelésű alumínium vezetékek viszik tovább az összeköttetést egy központi mérőszobában elhelyezett elektronikus ellenállásmérő-, ill. regisztráló-egységhez.

Az ismertett mérőberendezés üzemi viszonyainak vizsgálatát egy Hildebrand típusú szárítókamrával végeztem el, első ízben 25% kezdeti nedvességgel rendelkező, 50 mm vastag erdei fenyővel (*Pinus silvestris*).

A kísérletek lebonyolítása során az említett mérőszobában egy hőmérsékletpontszinirő (vö.: I.2.1. fejezet), és relatív páráirő (vö.: I.3.1. fejezet) is elhelyezést nyert, melyek a kamrában beépített termoellenállások, valamint a faanyagban elhelyezett termisztor



15. ábra

A fenti módon előzetesen bemért regisztráló műszer a jelzett kísérleti szárítás során a 15. ábrán látható pontsorokat rajzolta.

Itt a könnyebb áttekinthetőség céljából a hőfok- és relatív páraegiszterek által irt grafikonokat is feltüntettem.

Az 1 görbe a szárítási tér hőmérsékletalakulásáról ad számot, a 2 jelzésű a máglya egy deszkájába furt termisztor hőmérsékletadatait szolgáltatja, míg a 3 jelzésű a tér relatív páratartalmának változását szemlélteti. A 4 és 5 vonalak - kb. a 8. órában bekövetkezett maximális anyaghőmérséklet beálltával - a máglyaközép két egymás mögötti pallójának nedvességtartalom-esését indikálják, a pallók középrészén 32 mm mélységben, egymástól 32 mm távolságban, a rostirányra merőlegesen befurt csavarelektrodáktól kapott villamos ellenállásértékek alapján.

Itt kell kitérnem a mesterséges faanyagszárítással is kapcsolatos fizikai jelenség feltárására és elemzésére, minthogy az a villamos nedvesség-regisztrálás megbízhatóságára - még az előbbieken részletezett hitelesítési módszer mellett is - jelentős hatással lehet. A jelenség a kapillaris-pórusos testek termikus nedvességvezetése.

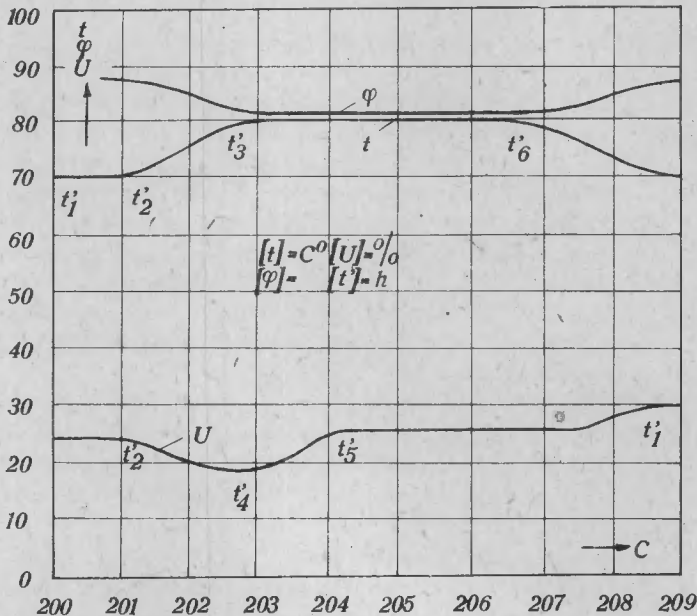
Ismeretes, hogy a kapillaris-pórusos testekben hőmérséklet-grádiens megjelenésével a folyadék felületi feszültsége és az anyag kapillaris potenciálja megváltozik. Ennek következtében nedvességvándorlás kezdődik a melegebb helyről a hidegebb felé. A nedvességvándorlás mindaddig tart, amíg a hőmérsékletgradiens meg nem szűnik, vagyis addig, amíg a stacionárius állapot ujra bekövetkezik.

A faanyag mesterséges szárítása során gyakori a térhőmérsékletnek aránylag rövid idő alatt bekövetkező változása, vagyis, ha az elektródák a máglyarakatban helytelenül vannak elhelyezve, úgy a termikus nedvességvezetés hatására félrevezető mérési transziensek léphetnek fel.

A kérdés közelebbi vizsgálata céljából vegyünk egy 80 mm bükkfával (*Fagus silvatica*) bemáglyázott szárítókamrát. A rakat megfelelő deszkái legyenek ellátva 20 mm behatolási mélységű csavarelektrodákkal. A kamrában stacionárius állapot van, vagyis a hőmérséklet, relatív pára, fanedvesség egy $t'_1 \dots t'_2$ időintervallumban állandók (16. ábra).

t'_2 időpillanatban a hőmérséklet növekedni kezd, mely növekedés a t'_3 ideig tart. Megfigyelhető, hogy valamivel később az ellenállás-fanedvesség-regiszter által pontozott értékek csökkenő tendenciát mutatnak.

A hőmérséklet és az elektromos műszerek által mutatott nedvességértékek közötti kapcsolattal foglalkozó mérések, tanulmányok mindentűt arról tanuskodnak, hogy a fahőmérséklet növekedésének hatására a mutatott érték is emelkedik. A bemutatott diagrammal kapott eredmények tehát látszólag ellentmondásban vannak a hivatkozott adatokkal. Ez az ellentmondás azonban valóban csak látszólagos, ugyanis az említett arányt kifejező egyenleteket, nomogramokat stacionárius körülmények melletti vizsgálatokkal nyerték. Jelen esetben az állandósult állapot (a fa belsejében uralkodó hőfokgrádiens meg-



16. ábra

szűnése) csak t'_4 időpillanatban következett be, míg a $t'_2 \dots t'_4$ időintervallumban egy termikus nedvességvezetési folyamat játszódott le.

Az a tény, hogy a regisztráló műszer által rögzített adatok a t'_2 idő eltelte után csökkenő jellegűek, azzal magyarázható, hogy a $t'_2 \dots t'_5$ szakaszban az elektródák közötti villamos ellenállás állandóan növekedett. A termikus nedvességvezetés hatására ugyanis a vízmolekulák áramlási sebessége (kipárolgása) lelassult, mely körülmény a felületi fanedvesség csökkenéséhez, az elektródák közötti anyag fajlagos ellenállásának emelkedéséhez, végső soron pedig a regiszter által rajzolt pontsor eséséhez vezetett.

Egyértelműen levonható tehát az a következtetés, hogy a nedvesség-tartalom villamos uton történő folyamatos mérésénél nem közömbös az elektródák behatolási mélysége, konkrétan: a hőmérsékletváltozásból adódó mérési tranziensek kiküszöbölése céljából helyesen kell megválasztani az elektródák behatolási mélységének és az anyag vastagságméretének arányát. Kísérleti vizsgálatokkal igazolt elméleti megfontolások alapján ez az arány valamivel nagyobb kell hogy legyen 2/3-nál.

A 16. ábrán látható grafikonból megállapítható, hogy a termikus nedvességvezetés jelensége - vele kapcsolatosan a mérési tranziens - a t'_6 időpillanat bekövetkeztében kezdődő hőmérsékletcsökkenés hatására hasonló módon játszódott le a fent leírtakhoz, csupán ellentétes értelemben.

Ez az értekezés - mint már a bevezetésben is említettem - nem kíván a mesterséges szárítás technológiai kérdéseivel foglalkozni. A termikus nedvességvezetéssel kapcsolatos vizsgálatok során nyert tapasztalataim azonban szükségessé teszik, hogy néhány szóval ilyen irányba is kitérjek.

A 16. ábrával bemutatott regiszterdiagram $t'_6 \dots t'_7$ időtartamában a hőmérsékletesés következtében mutatkozó elektromos ellenálláscsökkenés (a mutatott nedvességszázalék növekedése) arra enged következtetni, hogy a kifelé mutató hőmérsékletgradiens hatására a felületi nedvesség felemelkedett. Egyértelmű, hogy a felületi rétegekben felhalmozódó vízmolekulák eltávozása ugyanazon szárítási potenciál mellett felgyorsulna. Ha tehát az anyag $10 \dots 15^\circ\text{C}$ -kal való lehűtése után gondoskodás történik annak rövid időn belüli felmelegítéséről, illetőleg, ha ezen lehűtési és felmelegítési folyamatok periodikusan következnek egymás után, úgy feltehető, hogy a fából történő páraeltávolítás intenzívebbé válik, végső soron tehát a szárítási idő lerövidítésére kínálkozik lehetőség.

A mesterséges faanyagszárítás meggyorsítására vonatkozó fent analízált elméleti feltevések igazolására irodalmi és kísérleti adatok nem állnak rendelkezésemre. Tény azonban, hogy az ismertett elektromos mérőberendezés alkalmas elektróda elrendezésekkel - melyek a száradó faanyag külső és belső rétegeiben nyernek elhelyezést - biztosítani képes az ilyen irányú kutatómunka mérés-technikai alapfeltételét.

A 15. ábrával bemutatott szárítási paramétergrafikon az általam lefolytatott kísérletsorozatok eredményeinek csupán egy példáját szemlélteti.

A vizsgálatokat különböző kezdeti nedvességtartalmu, különböző fajú és vastagságú faanyagokkal elvégeztem, s a kapott eredmények minden esetben arról tettek tanuságot, hogy az elektromos ellenállásmérés metodikájára támaszkodó folyamatos nedvességellenőrzési eljárások képesek kielégíteni a velük szemben támasztott legfontosabb gyakorlati követelményeket.

A mérőberendezésre vonatkozó fontosabb tapasztalataimat az alábbiakban foglalom össze:

1. A tervezett és kivitelezett villamos ellenállásmérés elvén működő folyamatos fanedvességellenőrző a szárítási térben elhelyezett faanyag rosttelítettségi határ alatti nedvességtartalmát $\pm 1 \dots 1,5\%$ (abs.) pontossággal képes regisztrálni. A mérőberendezés a rosttelítettségi határ felett is üzemképes, itt azonban csupán hozzávetőleges adatokat szolgáltat.

2. 80°C szárítási hőmérséklet esetén a regisztráló műszer a faanyag nedvességtartalmának tényleges értékeit rögzíti, hőmérsékletkorrekciót nem kell eszközölni.

3. 80°C szárítási hőmérséklettől való eltérés esetén a hőmérsékletkorrekció $\pm 10^{\circ}\text{C}$ -kal kb. $- 1\%$ (abs.).

4. A mérőberendezés előzetes hitelesítése bármilyen alaphőmérsékletre - célszerűen a leghosszabb ideig tartó szárítási periódus hőmérsékleti értékére - elvégezhető.

5. Az elektromos fanedvességregisztráló a hozzátartozó elektródák megfelelő kialakításával, illetve azoknak a száradó faanyagon belüli célszerű elhelyezésével, segédeszközzül szolgálhat a mesterséges szárítás idejének alternatív eljárással történő lerövidítésére irányuló tudományos kutatómunkákban.

A komplex mérőrendszer a kísérleti szárítások során egy, a kamráktól távolabb elkülönített mérőfülkében nyert elhelyezést. A regiszterkomplexum az I.2.1., az I.3.1., valamint az I.5. fejezetekben ismertetett regisztráló rendszerek egy mérőtáblában való központosítása.

A mérőtábla a hőmérsékletpontoszínirót, a relatív páráirót, valamint a fanedvesség-regisztrálót foglalja magában.

A komplex mérőberendezés 3 kamrából (kamrahossz egyenként 6 m) képes rögzíteni egyidejűleg a szükséges adatokat, 2-2 helyről a száraz hőmérsékletet és a fanedvességet, 1-1 helyről a relatív páratartalmat.

1.6.

Az áramló levegő sebességének mérési eljárásai és mérőberendezései

Bár nem tartozik szorosan a témakörhöz a szárítási tér szellőzési viszonyainak vizsgálata, a tanulmány mérés technikai részfejezetének teljessé tétele céljából azonban néhány szóval a légsebességmérés technikai kérdéseit

is érinteni kívánom. Szükséges ez azért is, mert részben a szárítók üzemének, részben a beépített pszichrométerek pontosságának felülvizsgálhatósága szempontjából elengedhetetlen követelmény a szárító levegő áramlássebességének bizonyos időközönkénti ellenőrzése.

E tekintetben a nem villamos mérési eljárások közül

- a szárnykerekés anemometrikus,
- a félgömbhékerekés anemometrikus,
- a torlasztórendszeres,

a villamos mérési eljárások csoportjából

- a dinamo-,
- a hőellenállásos-,
- a hőelem páros-

anemometrikus mérési metódusok a legáltalánosabbak.

Az alábbiakban csak a villamos légsebességmérő rendszereket fogom röviden körvonalazni.

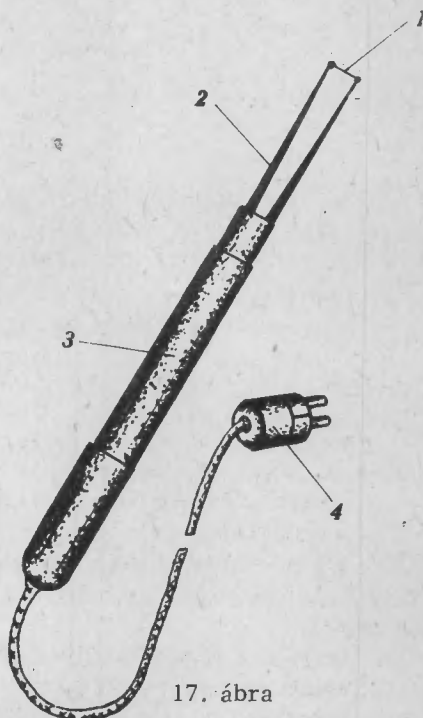
Egy szárny- vagy félgömbkerekés légsebességmérő, továbbá egy alkalmas méretű és felépítésű áramfejlesztő dinamó forgórész tengelyeinek összekapcsolásával ún. dinamoanemométer szerkeszthető. A dinamo által szolgáltatott elektromotoros erő a fordulatszámnak, vagyis a szárny-, ill. félgömbkereket forgásban tartó levegő sebességének függvénye. Az áramfejlesztő sarkaira kapcsolt millivoltmérő skálájának a légsebesség egységeiben történő beosztásával lehetőség nyílik a jelzett paraméter közvetlen leolvasással történő megállapítására.

A 17. ábrán egy ellenállás-termoanemométer mérőátalakítója látható

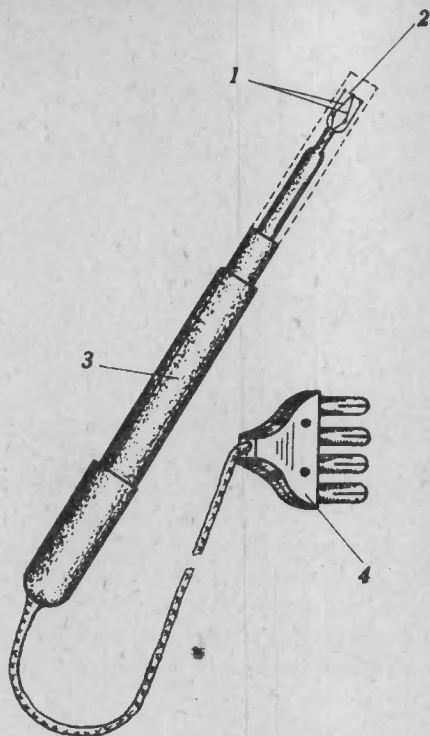
A 2 manganinszárazhoz forrasztott 1 izzított platinaszál a levegő áramlási sebességétől függő konvekciós hőveszteség hatására lehűl, a szál elektromos ellenállása lecsökken. Az ellenállásváltozás alkalmas mérőkör segítségével közvetlenül indikálható.

A 18. ábra egy hőelem páros termoanemométer (N. V. Rozgonin-féle) mérőátalakítójának szerkezeti felépítését szemlélteti.

Az 1 hőelem pár a 0,05 mm átmérőjű 2 platinaszálhoz van hozzáhegesztve. A szálat az áramforrással, valamint a hőelemet a millivoltmérővel összekapcsoló vezeték a 3 ebonitból készült száron keresztül jutnak el a 4 négy pólusú kapcsolódugóhoz. A konvekciós hő-



17. ábra



18. ábra

veszteség miatt, a kb. 600°C -ra izzított platinaszál hőmérséklete lehűl, s ez a hőlempár termoelektromotoros erejének csökkenését vonja maga után. A termoelektromotoros erőnek a levegő áramlási sebességétől függő változását a mérőfejhez kapcsolódó kalibrált millivoltmérő indikálja.

Az ismertetett villamos elven működő légssebességmérők a szóban forgó paraméter közvetlen műszeres megállapítását biztosítják, s ezen előnyös tulajdonságuk következtében rendkívül kedvező méréstechnikai feltételeket nyújthatnak a faipari szárítóberendezések áramlásebesség viszonyainak vizsgálatánál is.

Második rész

A FAANYAG MESTERSÉGES SZÁRÍTÁSÁNÁL ALKALMAZOTT PARAMÉTERSZABÁLYOZÁSI ELJÁRÁSOK ÉS SZABÁLYOZÓ- BERENDEZÉSEK

II. 1.

Bevezetés

A faipari szárítóberendezések gazdaságos üzemeltetéséhez minden körülmények között biztosítani kell

a legmegfelelőbb szárítási menetrend kiválasztását,

a szárítási ütemterv pontos betartását,

a szárítóberendezés rendszeres felülvizsgálatát és karbantartását.

A három alapkövetelmény bármelyikének figyelmen kívül hagyása minden esetben

meghosszabbodó szárítási időt,

magas szárítási költséget,

tetes favesztést,

összegezve: csökkentett gazdaságosságú üzemeltetést, vagyis jelentős népgazdasági károkat okoz.

Azok a tapasztalatok, amelyeket a szárítókamrák műszaki és gazdasági felülvizsgálatával és az alkalmazott szárítási mód értékelésével kapcsolatosan összegyűjtöttek, megmutatták, hogy a faanyag előkezelési műveletének lebonyolítása nem minden esetben történik szakszerűen és csak ritkán biztosítottak a legalapvetőbb gazdaságossági feltételek.

Azok a törekvések, melyek a szárítókamrák szokásos kézi beavatkozással szabályozott üzemeltetése mellett, a technológiai folyamati feltétlenül megbízható állandó ellenőrzésével kívánják mérsékelni a fenti hiányosságokat, elismerésre méltóak, ez a kezelési mód azonban túlhaladott, gátolja a fejlődést, mivel azonkívül, hogy a termelési költségek az improduktív ráfordítások következtében megnövekednek, jelentősek maradnak az idő- és anyagvesztések.

A gazdasági tartalékok feltárása céljából különös tekintettel kell figyelembe venni a mesterséges szárítással kapcsolatos automatizálási lehetőségeket. Az automatizálás hozzájárul a modern technika megjavításához, egyidejűleg elősegíti az üzem gazdasági fejlődését. Az automatikus munkamenet teljes mértékben kiküszöböli a veszteségidőket, minimális költséget és fa-vesztést biztosít, ugyanakkor lehetővé teszi az előkezelt munkaanyag minőségi mutatóinak javítását. Mindezekből egyértelmű, hogy a faipari szárítóberendezések komplex automatizálására irányuló minden célszerű javaslatot a legmesszebbmenő támogatásban kell részesíteni.

II. 2.

Alapelvek

Az értekezés mérés-technikai fejezetében rögzítettem, hogy a faanyag mesterséges szárítása során a legfontosabb mérendő paraméterek:

- a térhőmérséklet,
- a relatív pára,
- a fanedvességtartalom.

A szárítóberendezés automatikájától csupán egy funkció betöltése kívánatos: a faanyag nedvességtartalmának önműködő szabályozása. Tekintettel azonban arra, hogy a szárítási folyamat alatt a fa nedvessége - adott esetben, mint a szabályozott mennyiség - a szabályozott jellemző mért értékeként egyértelmű villamos vagy nem villamos jeleket kielégítő megbízhatósággal nem képes szolgáltatni folyamatosan, ezért a fa nedvességét beállító paramétereknek:

- a szárító levegő hőmérsékletének,
 - a szárító levegő relatív páratartalmának
- önműködő közvetett-szabályozásával kell biztosítani a szabályozott mennyiségnek a mindenkori vezetőjelre történő korrigálását.

A jelzett beállító paraméterek önműködő szabályozására sokféle eljárás ismeretes mind a nem villamos, mind a villamos szabályozástechnikai eljárásokból. Ezek közül a jellemzőbbek:

1. A pneumatikus paraméterszabályozási
2. hidraulikus paraméterszabályozási,
3. elektropneumatikus paraméterszabályozási,
4. elektrohidraulikus paraméterszabályozási,
5. tisztán elektromos paraméterszabályozási eljárások.

Az értekezés további részében a pneumatikus, az elektropneumatikus és a tisztán elektromos paraméterszabályozók néhány elméleti és gyakorlati kérdésével kívánok foglalkozni. Az általánosnak mondható pneumatikus szabályozási eljárásokat csupán körvonalazom - néhány példát az elektropneumatikus rendszerek közül is megemlítek -, nagyobb részletességgel fogok azonban kitérni a tisztán elektromos szabályozók ismertetésére, továbbá az eredmények leírására, amelyeket az utóbbiak alkalmazásbavételével kapcsolatos kutatásaim során elértem.

II.3.

A szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának önműködő szabályozása pneumatikus szabályozóelemekkel

Az ipari folyamatok önműködő szabályozóberendezéseinek tervezésénél legelőször azt kell eldönteni, hogy melyik szabályozási módszer alkalmazása a legcélszerűbb. A legmegfelelőbb módszer kiválasztása olyan gyakorlati problémáktól függ, mint a készülékek ára, megbízhatósága, kényelmes kezelhetősége, a felhasznált energia típusa és nem utolsósorban az üzemen belüli szabványosíthatóság kérdése.

Faipari vonatkozásban - közelebbről - mesterséges szárítás önműködő paraméterszabályozásánál - a fenti szempontok feltétlenül számottevők, s minthogy e tekintetben a pneumatikus szabályozórendszerek minden körülmények között számításba jöhetnek, célszerű azoknak előnyös és hátrányos tulajdonságait közelebbről megvizsgálni.

A pneumatikus szabályozórendszerek előnyei:

1. A készülék egyszerűsége lehetővé teszi a karbantartáshoz szükséges tipizált alkatrészek tárolását.

2. Az energiatároló (levegőtartály) egyszerűsége, alkalmassága és alacsony ára páratlan.

3. A pneumatikus rendszerek bizonyos típusai lehetőséget adnak a közvetlen, külön energiaforrást tehát nem igénylő paraméterszabályozás megoldására.

4. A pneumatikus szabályozóorgánumok tartóssági viszonyai rendkívül kedvezőek.

5. A rendelkezésre álló pneumatikus nyomásváltozások könnyűszerrel, ugyanakkor kielégítő pontossággal vihetők át erő- vagy elmozdulásváltozásokká.

A pneumatikus szabályozórendszerek hátrányai:

1. Ha a telepen belül nincs komprimált levegő, akkor külön kompresszor-állomás létesítése szükséges.

2. A membrános motor és a pneumatikus henger kenését kivételes gondnal kell elvégezni, mivel a szétosztóvezetékekbe kerülő olajnyomok már üzemzavart okozhatnak.

3. A membrános motorban vagy hengerben a mozgás bizonytalanná válik, ha a terhelési oldalon Coulomb surlódás van jelen.

4. A gyors változásokból adódó adiabatikus expanzió következtében előálló alkatrészlehidek - illetőleg az ezzel együttjáró lecsapódások - jelentős pontatlanságokat okozhatnak.

A pneumatikus szabályozóberendezések bizonyos körülmények között minden szabályozástechnikai eljárásnál - s mint később látni fogjuk, néhány vonatkozásban még a tisztán elektromosnál is - előnyösebb feltételeket biztosítanak. Elsősorban ezzel magyarázható, hogy a faipari szárítók automatizálásában történő alkalmazásuk még napjainkban is ugyyszólván egyeduralgó.

A pneumatikus szabályozók szerkezeti felépítésében az alábbi elhatárolható működést végző egységek különböztethetők meg:

1. Érzékelő elemek.
2. Különbségképző elemek.
3. Erősítők.
4. Beavatkozó szervek.
5. Stabilizátorok.

Az érzékelőelemek a szabályozni kívánt mennyiség (X_{sz}) mindenkori értékével arányos jelek szolgáltatására hivatottak. Működési felépítésükben rendkívül változatosak, abban azonban megegyeznek, hogy kimenőjelük elmozdulás vagy erő.

A különbségképzők feladata az előzetesen beállított nominális érték és a mért jellemző összehasonlítása. Bemenőjeleik tehát a szabályozott jellemző mért értéke (X_{szm}) és az alapjel (X_a), kimenőjelük a hibajel (\mathcal{E}).

Szerkezetükben rendszerint különböző karos mechanizmusok vagy nyomásösszehasonlító membránrendszerek.

Amennyiben a hibajel nagyobb teljesítményt igénylő egységek közvetlen működtetésére nem képes, úgy annak felnagyítását megfelelő erősítőkkal kell biztosítani. Az erősítő bemenőjele eszerint a hibajel, kimenőjele az erősítési tényezővel szorzott különbségi jel.

Legáltalánosabb típusa az úgynevezett fuvókás teljesítményerősítő.

A beavatkozószervek hivatottak végrehajtani a szabályozott jellemző mért értékének az alapjelre történő korrigálását. Bemelőjelük a felnagyított hibajel, kimenőjelük minden esetben elmozdulás.

Jellemző kiviteli alakjuk az ún. membrános motorok.

A szabályozórendszer helyes működéséhez mindenkor biztosítani kell a működtető táplevegő nyomásának állandóságát, mely funkció betöltésére a nyomáskiegyenlítő pneumatikus stabilizátorok szolgálnak.

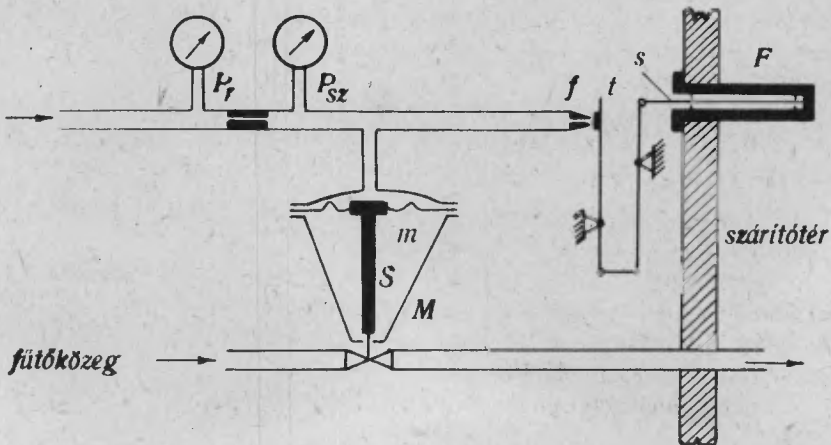
Legyen a szabályozni kívánt mennyiség valamely tér hőmérséklete.

Ha a szabályozott jellemző mért értéke mechanikai elmozdulás (pirométerek, sulyponteltolások hőmérők stb.), úgy az érzékelő elem által szolgáltatott jelproduktum - feltéve, hogy megfelelő nyomaték áll rendelkezésre - közvetlen paraméterszabályozás megoldására képes. Erre mutat példát a 19. ábrán látható elrendezés, mely az arányos szabályozótípusok egyik legegyszerűbb változata.

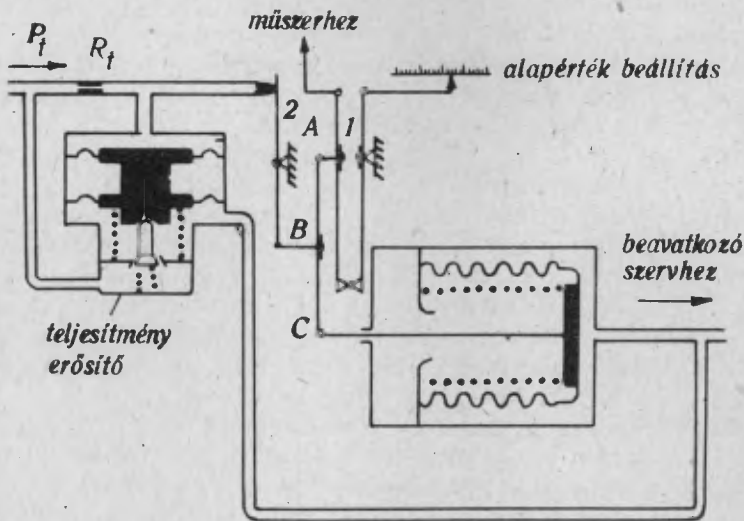
A hőmérsékletnek valamely zavaróhatás következtében történő felemelkedése esetén az F fémpirométer s szára az egyensúlyi helyzethez képest megnyulik, s ennek hatására az f fúvóka és a t torlólemez közötti távolság lecsökken. Az M membrános motor m membránjára ható pneumatikus nyomás tehát megnövekszik, vagyis a motor S szelepszára süllyed, a fűtőközeg átáramlási keresztmetszete csökken, végső sorban a szárítási tér hőmérséklete fokozatosan esik. A korrigálási folyamat mindaddig tart, amíg a szabályozott jellemző mért értéke el nem éri a nyugalmi állapotnak megfelelő, eredeti alap hőmérsékletet.

Amennyiben a jelzett paraméter a nominális értéktől negatív irányban tér el, úgy a szabályozás hasonló módon játszódik le, természetesen ellentétes értelemben.

Az ismertetett szabályozórendszer nem tisztán arányos, minthogy a fúvóka munkakarakterisztikája már eleve nonlineáris. A linearizálás teljesítményerősítő és visszavezetés alkalmazását teszi szükségessé.



19. ábra



20. ábra

Egy ilyen módon tovább fejlesztett pneumatikus szabályozó vonalas vázlatát szemlélteti a 20. ábra

Tegyük fel, hogy egy beállított és állandó értéken tartott alapjel esetében a "Műszerhez" jelű kar olyan irányban mozdul el, hogy a fedőlemez közeledik a fuvókához. Ennek következtében a fuvókaterében megnő a nyomás, melyet a \underline{T} teljesítményerősítő azonnal lemásol. Ez a lemásolt nyomás a visszavezető csőmembránt összenyomja. \underline{C} pont tehát balra mozdul, így a fedőlemez ismét eltávolodik, illetve beáll egy új egyensúlyi állapot. Ez az egyensúlyi helyzet azonban egy, az előzőtől eltérő mechanizmus- és rugóállásnál következik be, és természetesen más nyomásérték tartozik hozzá. Így a kimenő nyomásváltozás (p_{ki}) arányos a mért értéknek az alapjeltől való eltéréseivel.

Tekintettel, hogy a fuvókás erősítő tulajdonképpen egy pneumatikus RCR tagnak fogható fel, amelynek időállandója gyakorlatilag elhanyagolható, a szabályozórendszerre felírható:

$$p_{sz} = \frac{K}{1 + K A} p_{ki} \quad (58)$$

ahol K a fuvókás erősítő erősítési tényezője, A a visszavezető csőmembrán rugóállandója, beleszámítva a mechanizmus áttételét is.

A számlálót és nevezőt az erősítési tényezővel elosztva, feltételezve továbbá, hogy $K \gg 1$,

$$p_{sz} = \frac{1}{A} p_{ki} \quad (59)$$

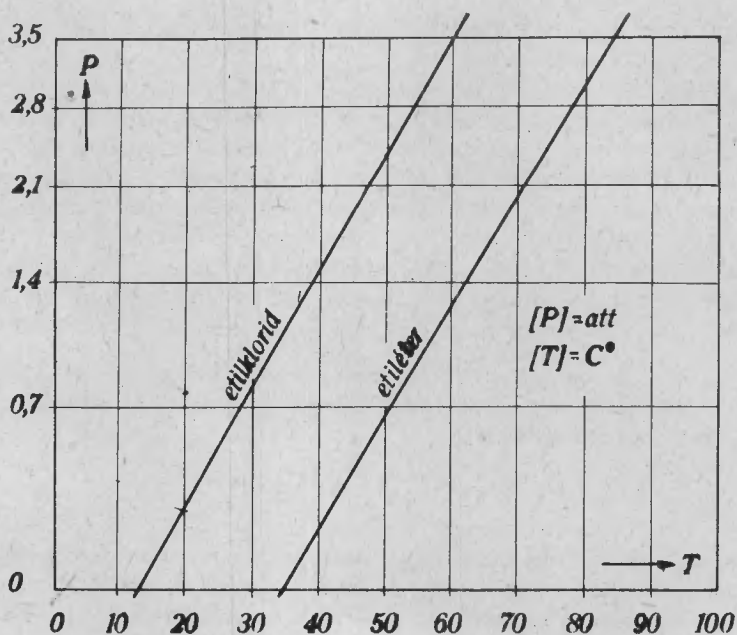
vagyis megfelelően nagy erősítési tényező esetén a kimenőnyomás értékét a visszavezető csőmembrán rugóállandója és a hozzákapcsolt mechanizmus át-tételi viszonya határozza meg s így a fuvóka nonlinearitása kiesik.

A 20. ábrával bemutatott rendszer tehát tisztán arányos, P működésű szabályozó. Ebből egyszerű elemek - rendszerint pneumatikus ellenállások (fojtások) - közbeiktatásával levezethetők a PI, ID, végső soron az általánosan ismert PID szabályozók, amelyek a legkorszerűbb s egyben a legcélisztartóbb paraméterszabályozási igényeket hivatottak kielégíteni.

Tekintettel, hogy a faanyagszárítók önműködő paraméterszabályozásánál a fenti eljárásokat kevésbé alkalmazzák - bár a faipar egészét nézve bizonyos technológiai folyamatok automatizálásánál használatosak -, az utókompenzációs pneumatikus szabályozórendszerek további analízisétől eltekintek.

A közvetlen témakörön belül nagyobb jelentőséggel bírnak az erőkompenzációs szabályozórendszerek, ezért a továbbiakban azoknak elvi és működési leírásával kissé részletesebben fogok foglalkozni.

Az erőkompenzációs szabályozórendszerek lényege, hogy a szabályozási funkció végrehajtása az érzékelő elem által szolgáltatott erőváltozások hasznosítása útján történik. Hőmérséklet szabályozás esetében ezen erőváltozások folyadék- vagy gőzteniós nyomásváltozásként állhatnak rendelkezésre, mely produktumok létrehozására a folyadéknyomás-, ill. gőznyomáshőmérőket használják.



21. ábra

Ismeretes, hogy a saját folyadékjával érintkező telített gőz nyomása a hőmérséklet függvényében meghatározott módon változik. A kapcsolat matematikai leírására az

$$\ln P = \frac{A}{T} + B \quad (60)$$

egyenlet alkalmas, ahol A és B az anyagi minőségtől függő, de a hőmérséklet-től független állandók, P a T abszolút hőmérsékleten mért gőzteniós nyomás.

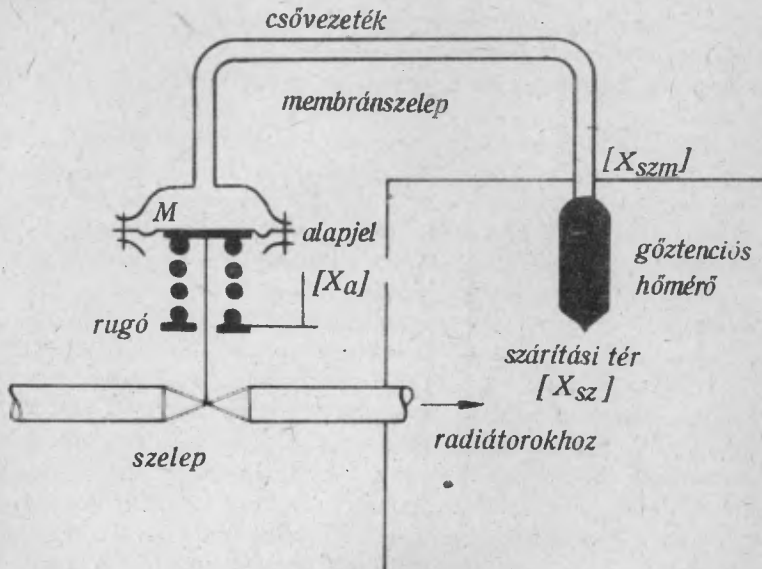
(60) összefüggést különböző folyadékokra, pl. etil-kloridra és etiléter-re ábrázolva, a 21. ábrán látható diagram nyerhető, ahonnan szemléletesen is kitűnik, hogy a hőmérséklet egy adott gőzteniós nyomásértékkel egyértelműen definiálható.

Következő lépés a hőmérsékletfüggő nyomásváltozásnak egy önműködő paraméterszabályozásban történő hasznosítása.

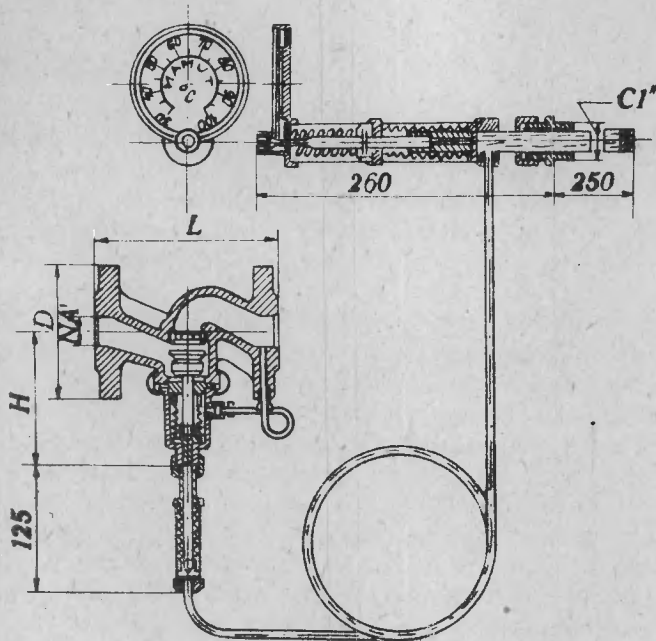
Helyezzük el ebből a célból a gőzteniós hőmérőt a szárítási térben, s egy kapilláris csővezetékkel csatlakozunk a membrános motorhoz (22. ábra).

Tegyünk fel, hogy a szárítótér hőmérséklete az előírt értéknél lejjebb esett. A hőmérő gőzteniója tehát lecsökkent, s ennek következményeként a membrános motor rugója a szelepszárat felemeli, vagyis az átáramló fűtőközeg mennyisége növekszik. Mindez azonban csak addig tart, amíg a nyomáskülönbségek ismét kiegyenlítődnek, mely állapot értelemszerűleg a térhőmérsékletnek a nominális értékre történő felemelkedésével fog bekövetkezni.

A nominális hőmérsékleti érték a membrános motor rugóerejének változtatásával állítható. Nyilvánvaló, hogy a rugóerő növelésével az egyensúlyi állapot nagyobb gőzteniós nyomásnál, vagyis magasabb hőmérsékletnél következik be.



22. ábra



23. ábra

A 22. ábrával vonalasan szemléltetett közvetlen működésű szabályozónak egy, a Budapesti Szerelő Vállalat által kivitelezett alakja a 23. ábrán látható.

A készülék közelebbi tanulmányozásával megállapítható, hogy az a szabályozás valamilyeni funkcionális elemét magában foglalja, nevezetesen az érzékelő, a különbségképző elemet, az alapjelbeállítót és a beavatkozószervert. Az érzékelő elem: a gőzteniós hőmérő, a különbségképző: a nyomást és a rugóerőt összehasonlító

szilfomembrán, az alapjelbeállító: a rugóeszítősavar, és a beavatkozó szerv: a közvetlen működtetett, egyesülésszelep.

Fontosabb műszaki adatok: szabályozási tartomány: $30 \dots 100^{\circ}\text{C}$, pontosság: $+ 2^{\circ}\text{C}$.

A leírt, általánosan "Mamut - szabályozó" néven ismert berendezés - szemben az utkompenzációs rendszerekkel - aránylag egyszerű elemekből építhető fel, viszonylag üzembiztos, s a készülék könnyen beszerezhető. Mindezek mellett a távszabályozás sem jelent problémát, minthogy a hőmérőt és beavatkozószervert összekötő kapilláris, külön távadók és vevők közbeiktatása nélkül, ugyszólván tetszőleges hosszúságu lehet.

A felsorolt előnyös tulajdonságok szolgálnak magyarázatául annak a ténynek, hogy a faipari szárítóberendezések önműködő paraméterszabályozásánál a közvetlen működésű hőmérséklet szabályozó szelepeket használják a leggyakrabban, annál is inkább, minthogy a jelzett készülék a térhőmérséklet, valamint az adiabatikus telítettségi hőmérséklet önműködő szabályozására egyaránt alkalmas. Az utóbbi esetben csupán az szükséges, hogy a gőzteniós hőmérő állandó nedvesítése biztosítva legyen, továbbá, hogy a paramétermódosítás ne a fűtő-, hanem a permetezőközeg átáramlási keresztmetszetének szabályozásával történjék. Meg kell természetesen jegyezni, hogy az ilyen módon felépített nedves hőmérséklet szabályozó csak párahiány esetén

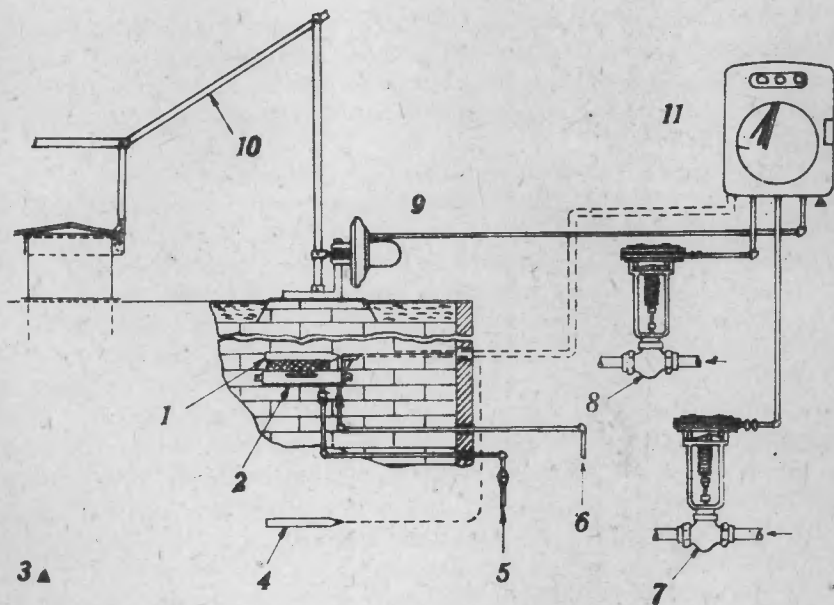
képes végrehajtani a szabályozási funkciókat, páratöbblet esetén a korrigálás továbbra is kézi állítással végezhető el a légsappantyuk megfelelő mértékű nyitása útján.

Jugoszláviai tanulmányutam során sikerült egy olyan pneumatikus erőkompenzációs rendszert közelebbről megismernem, amely a szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának egyidejű önműködő szabályozására képes a fűtőközeg, a permetezőközeg, valamint a szellőzőkürtők átáramlási keresztmetszetének szükség szerinti automatikus korrigálása útján. A berendezés műszeres részének alkalmas kiképzésével az említett két paraméter távregisztrálása is biztosított.

A komplexum elvi vázlatát a 24. ábra szemlélteti.

Jelölések:

1. Gőzteniós hőmérők, száraz, nedves.
2. Víz tartály.
3. Levegő ellátás (tápforrás).
4. Gőzteniós hőmérő, száraz.
5. Vízbetápláló csővezeték.
6. Tulfolyócső.
7. Beavatkozó szerv (fűtés).
8. Beavatkozó szerv (permetező).
9. Csappantuvezérlőmű.
10. Csappantumechanizmus.
11. Regisztráló és szabályozó készülék.



24. ábra

Mint a vázlatból megfigyelhető, a rendszer két százaz hőmérséklet-érzékelő elemet tartalmaz - amelyek a szárítókamra egymással szemben levő falrészén helyezkednek el -, s azoknak kapillárvezetékei közösen vannak. Ennek megfelelően a térhőmérséklet szabályozása átlagértékre történik.

A készülék szabályozó egysége pneumatikus teljesítményerővel rendelkezik, tehát az érzékenység - illetőleg a mérési és szabályozási pontosság - messzemenően felülmúlja a közvetlen működési paraméterszabályozók ilyen értelmű műszaki jellemzőit.

A komplex mérő-és szabályozóberendezés az amerikai FOXBORO műszerkészítő vállalat gyártmánya.

Érdemes megemlíteni, hogy a jugoszláv szárítási szakértők már rég felismerték a faanyag előkezelési műveletének elsődrendű jelentőségét, valamint az ezzel kapcsolatos komplex automatizálás feltétlen szükségességét.

Minderről tanuskodott az a tény is, hogy a tanulmányutam során meglátogatott jelentősebb faipari üzemek szárítóberendezéseiről egy esetben sem hiányzott a fent ismertetett regisztrálással kombinált önműködő paraméterszabályozó. Megítélésem szerint ez a példa az előkezelt termékek minőségi mutatóinak feltétlen kívánatos javítása érdekében minden vonatkozásban követendő a hazai fafeldolgozó iparban is.

II.4.

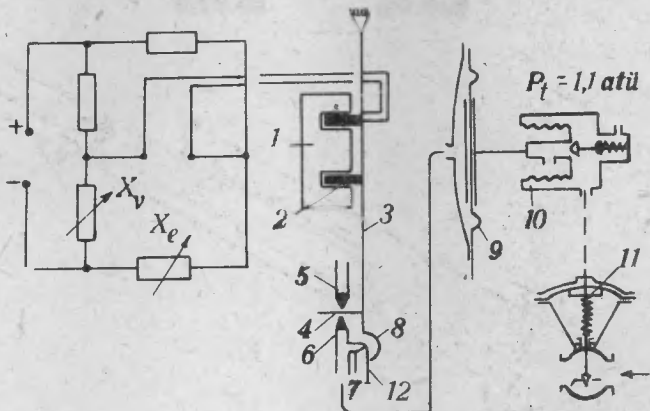
A szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának önműködő szabályozása elektropneumatikus szabályozóelemekkel

A folyamatszabályozásban gyakran merülnek fel olyan feladatok, amelyek pneumatikus szervekkel egyáltalán nem, vagy csak erőltetett módon és nem elhanyagolható hibával dolgozó berendezésekkel oldhatók meg. Ilyen esetekben villamos és pneumatikus segédenergiával dolgozó, elektropneumatikus rendszereket alkalmaznak.

A villamos elemek felhasználását elsősorban az érzékelési feladatok bővülése és a nagy távolságu pneumatikus jelátvitelben mutatkozó késések indokolják: A beavatkozó szervet mozgató motor azonban legtöbbször pneumatikus, mert egyszerűbb, üzembiztosabb és könnyebben kezelhető a villamos motornál. Hasonlóképpen pneumatikusok a rendelkező szervek, mivel a P, PI, PID stb. működéshez és folyamatszabályozáshoz szükséges hosszú időálló villamos megoldása sok esetben komoly technikai nehézségeket jelent.

Az elektropneumatikus szabályozórendszerek tehát csak annyiban térnek el a tisztán pneumatikustól, hogy itt a szabályozott jellemző mért értéke valamilyen elektromos jel formájában áll rendelkezésre. Hőmérsékletszabályozás esetén ez az elektromos jel lehet például ellenállásváltozás, melynek produkálására a termoellenállások (lásd: mérés-technikai fejezet I.2.1.) és a termisztorok (lásd: u. o. I.2.2.) a legalkalmasabbak.

Tekintettel arra, hogy a szabályozórendszer további egységei pneumatikusak, mindenképp gondoskodni kell a villamos jel megfelelő átalakításáról. A villamos jelet rendszerint először elmozdulássá, majd pedig a kapott elmozdulást levegőnyomássá formálják át.



25. ábra

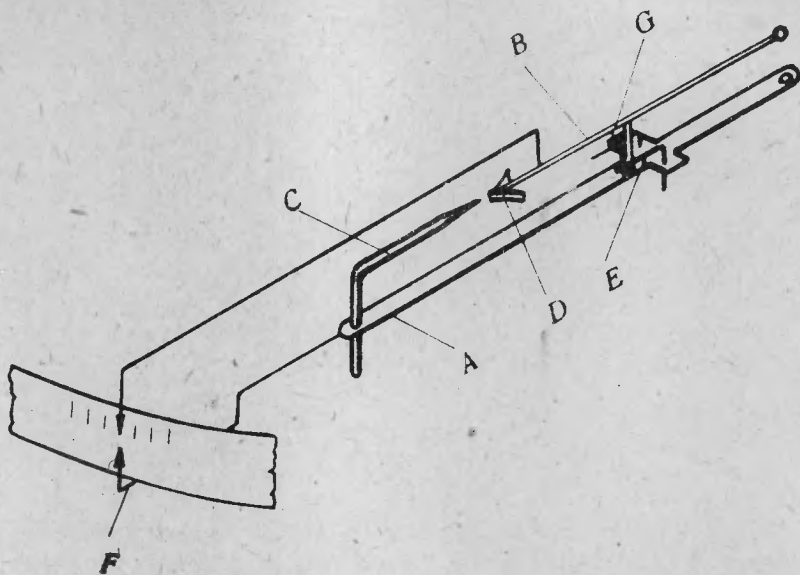
A leírt alapelv szerint építették fel pl. az Askania - típusu, arányos működésű hőmérséklet szabályozót. Ennek vonalas vázlatát a 25. ábra tünteti fel.

Itt az érzékelés és különbségképzés is villamos úton történik. A működtető jel - a hid diagonálárama - az 1 állandó mágnes sarkai közé helyezett 2 tekercsen folyik át, miközben azt és a hozzá mereven kapcsolt 3 lengőkart elmozdulásra készíti. A kar 4 lemezke segítségével befolyásolja az 5 és 6 fuvóka közötti áramlási ellenállást. A visszavezetést a 7 fuvóka dinamikus torlóereje adja, amelyet a kar kanálszerűen kiképzett végén (8) fejt ki. A felvevő fuvókákban kialakult nyomás a 9 membrán és a 10 teljesítményerősítő által tovább erősítve vezethető a 11 membránszelephez. Az arányossági tartomány a visszavezető fuvóka előtt excentrikusan felékelt, 12 elforgatható tárcsa segítségével állítható be.

A 26. ábra a Nash Kelvinator Ltd. Creve cég által szabadalmaztatott elektropneumatikus szabályozórendszer átalakító elemét szemlélteti.

Hőmérséklet szabályozás esetén a millivoltmérő mutatójának állásszögét pl. egy termoellenállás ohmos értéke határozhatja meg.

A megkívánt hőmérsékletet úgy állítják be, hogy az A csuklós kart az F mutató segítségével a szabályozott érték helyzetébe hozzák. A tényleges hőfokot indikáló millivoltmérő B mutatója az A karral ugyanazon tengely körül fordulhat el. A C fuvókán meghatározott időközönként száraz nitrogént fuvatnak át és amennyiben a műszerállás szerinti hőmérséklet megfelel az előzetesen beállított értéknek, akkor a fuvókából kiáramló gáz pontosan középen éri a D mutatószárnyat. Ha azonban a műszer által mért hőmérséklet a legcsekélyebb mértékben is eltér a beállított értéktől, úgy a szárny egyik oldala intenzivebb gázáramlásnak lesz kitéve, s a B mutató viszonylag nagy erővel kilendül. Ennek következtében a mutatóval fémes kapcsolatban levő csap a G vagy az E platinaszállal létesít villamos kontaktust, aszerint, hogy a szabályozott jellemző mért értéke az alapjeltől negatív vagy pozitív irányban tér el.



26. ábra

Az ilyen módon pulzáló kontaktusok további villamos fokozatokkal működtethetik a pneumatikus vagy elektromos paramétermódosító szerkezet.

A készülék rendkívül érzékeny, alkalmazási területe sokrétű.

Az ismertetett elektropneumatikus szabályozórendszerek bármelyike természetesen a tér adiabatikus telítettségi hőmérsékletének - tehát a relatív páratartalomnak - szabályozására is alkalmas. Ebben az esetben az érzékelőelemek állandó nedvesítéséről gondoskodni kell.

II. 5.

A szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának önműködő szabályozása tisztán elektromos szabályozóelemekkel

Bevezetésként - hasonlóképpen, mint a pneumatikus szabályozók esetében - az elektromos hőmérsékletszabályozók előnyös és hátrányos tulajdonságairól kívánok általános összefoglalást alkotni.

Az összehasonlítást valamennyi egyéb szabályozótípushoz viszonyítva fogom elvégezni.

Az elektromos szabályozórendszerek előnyös tulajdonságai:

1. A mérés, ill. a szabályozás értéktartománya széles határookban kiterjeszhető.

2. Rendkívül nagy érzékenység biztosítható a legszigorubb pontossági igények betartása mellett.

3. A jelátvitelben mutatkozó időkésések elenyészőek.

4. Tekintve, hogy a jeltovábbítók közönséges villamos vezetékek, az érzékelő elem és a szabályozókör közötti távolságnak elvileg nincs felső határa.

5. A szabályozóberendezés működtetésére szolgáló tápforrás a mindenütt rendelkezésre álló villamos hálózatról vehető.

6. Egy korszerű, villamos elemekből felépített komplex mérő- és szabályozórendszer méretében lényegesen kisebb, mint bármely más típusu, hasonló rendeltetésű berendezés.

Az elektromos szabályozórendszerek hátrányos tulajdonságai:

1. Közvetlen hőmérsékletszabályozás tisztán elektromos alapelemekkel egyáltalán nem vagy csak nagyon körülményesen oldható meg.

2. Az elektromos szabályozóberendezések karbantartása nagyobb körültekintéssel kell hogy történjék, mint bármely más szabályozótípusnál. (Az elektronikus rendszereknél pl. minden elektroncsőcsere új, szakszerű bemérést igényel. Az alkatrészcserek általában gyakoribbak, s ha az illető meghibásodott elemből megfelelő tartalék nem áll rendelkezésre, azoknak beszerzése komoly akadályokat jelenthet.)

3. A villamos szabályozórendszerek alkalmazása általában költségszebb, mint az egyéb szabályozótípusoké.

Összevetve a felsorolt előnyös és hátrányos tulajdonságokat, megállapítható, hogy az elektromos szabályozórendszerek egy sor olyan kedvező technikai feltételt biztosítanak, amelyeket egyéb típusok nem képesek. Erre való tekintettel feltétlenül célszerű a nevezett készülékek faipari - konkrétan a mesterséges szárítás automatizálásán belüli - alkalmazásának kérdéseit közelebbről is megvizsgálni.

A hőmérsékletnek - beleértve az adiabatikus telítettségi hőmérsékletet (relatív páratartalmat) is - elektromos uton történő szabályozására szolgáló berendezések legfőbb jellemzőjüket alapul véve két osztály szerint csoportosíthatók;

1. Elektronikus szabályozórendszerek.
2. Elektromechanikus szabályozórendszerek.

A szabályozók egyes elemeit illetően - mindkét osztályra vonatkoztatva - az alábbi felbontás látszik célszerűnek:

- A) Érzékelő elemek:
dilatációs hőmérők,
termoelemek,
termoellenállások,

termisztorok,
félvezetők.

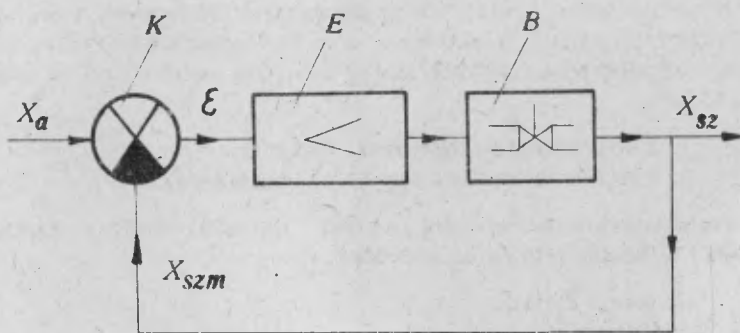
- B) Különbségképző elemek:
hid-kapcsolások,
összehasonlító kapcsolások,
differenciál-jelfogók,
differenciál-galvanométerek.
- C) Erősítők:
egységugráserősítők (jelfogók),
mágneses erősítők,
elektroncsöves erősítők,
tranzistoros erősítők.
- D) Beavatkozó szervek:
elektromotoros szelepek,
mágneses szelepek.

Az egyes csoportokból kiragadott elemek bármelyikével felépíthető szabályozó blokkvázlatát a 27. ábra mutatja.

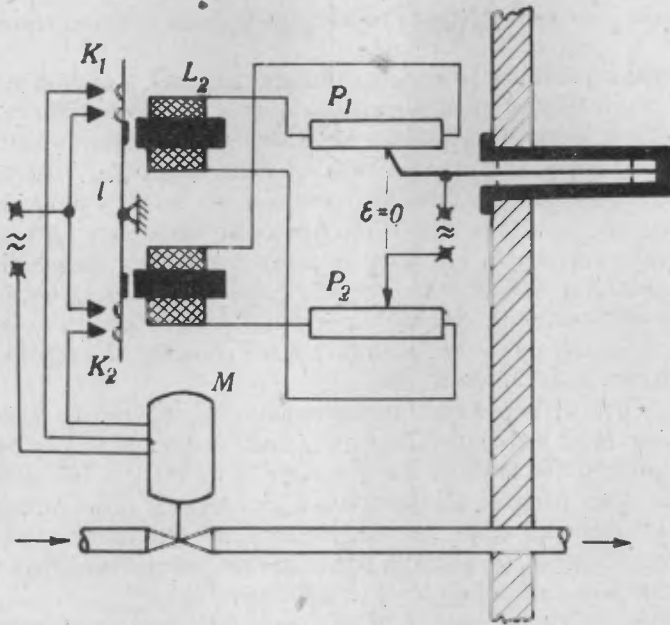
Eszerint a szabályozott jellemző mért értéke (X_{szm}) és az alapjel (X_a) a K különbségképzőben kerülnek összehasonlításra. A két mennyiség egymástól való eltérésekor fellép a mért jellemző és az alapérték különbségének megfelelő hibajel (ξ), mely az E erősítőn keresztül a B beavatkozószervert adott értelmű korrigálásra készíti. A szabályozási folyamat mindaddig tart, amíg a szabályozott paraméter (X_{sz}) el nem éri az alapjelleképzővel előzetesen beállított értéket.

A blokkvázlattal ekvivalens villamos szabályozórendszer egy lehetséges változatát a 28. ábra szemlélteti.

A szabályozott szakasz adott esetben a szárítási tér száraz hőmérséklete, s e paramétert az F fémpiométer érzékeli. Az utóbbinak dilatációs ele-



27. ábra



28. ábra

me mozgatja a P_1 potenciométer csuszóérintkezőjét. Az alapjel beállítása P_2 potenciométerrel történik.

A rajzolt esetben P_1 és P_2 potenciométerek csuszóeleme azonos pozícióban van, a hibajel tehát zérus, a szabályozórendszer nyugalomban van. Ha azonban a hőmérséklet az egyensúlyi állapothoz képest lecsökken, akkor a P_1 potenciométer érintkezője jobbra tolódik el, s így a differenciál-relé L_1 tekercsén nagyobb áram fog átfolyni, mint L_2 -n. L_1 tekercs vasmagja tehát az \perp lemezt magához húzza, mire a K_1^* kontaktusok záródásával az M elektromotor hajtású szelep a szelepszárat nyitóirányba indítja. A szárítótér radiátoraiba áramló gőz mennyisége ennek hatására növekszik, s a térhőmérséklet mindaddig emelkedik, amíg az alapjel és a mért jel közötti különbség ismét nullává válik.

Pozitív előjelű hibajel esetén a szabályozási folyamat hasonló módon játszódik le a fent leirtakkal, természetesen ellentétes értelemben.

A továbbiakban rátérek az egyes funkciók végrehajtására szolgáló orgánumok azon típusainak leírására, amelyek a faipari szárítóberendezések önműködő paraméterszabályozásánál is előnyösen alkalmazhatók.

Folytonos és nem folytonos működésű villamos érzékelőelemek

Folytonos villamos jelek produkálására képesek a faipari vonatkozásban is nagy jelentőséggel bíró termoellenállásos és termisztoros érzékelő elemek. Ezeknek lényegi felépítését az értekezés mérés technikai részében már ismertettem,ugyszintén elvégeztem a vonatkozó analitikai vizsgálatokat is.

Szabályozástechnikai funkciók betöltésénél mind a termoellenállás, mind a termisztor általában egy Wheatstone-hid valamelyik ágát képezi, s a hőmérsékletváltozás okozta ellenállásváltozás a diagonál potenciálingadozásában jelentkezik. A hibajel felnagyítását rendszerint elektroncsöves vagy tranzisztoros erősítő hajtja végre. Az erősítő kimenő oldala mágnes- vagy motorszelepre táplál, mely utóbbiak hivatottak elvégezni a szabályozott szakasz névértékre történő helyesbitését.

A 28. ábrával bemutatott potenciométerrel kombinált fémpiométer ugyancsak folyamatos jelképzést biztosít, az osztóellenállás csuszóérintkezőjének helyzetmódosítása útján. Tekintve, hogy itt az 1°C-ra eső ellenállásváltozás meglehetősen nagy érték, továbbá, hogy elegendő teljesítmény áll rendelkezésre, a különbségképző - pl. egy differenciál relé-kontaktmechanizmusa az erősítési funkciót is el tudja látni. A szabályozás lefolyása ilyen esetekben a 28. ábrával kapcsolatosan leírtakkal egyezik.

A faipari szárítóberendezések automatizálási funkcióinak betöltésében jelentősek az un. nem folytonos működésű érzékelőelemek is, ezért érdemes néhány típust ezek közül is megemlíteni.

A nem folyamatos működésű érzékelőelemek legáltalánosabb fajtái a fémpiométeres-, a folyadék- és gőznyomás- kontakthőmérők, más néven a bimetalok (hőmérséklet-relék) és a kapillár-kontakttermosztátok. Ezek - mint elnevezésükből következtethető - egy meghatározott hibajelértéknél a kapcsolódó mechanizmusok segítségével villamos kontaktusokat létesítenek. E kontaktusok megfelelő egységugrás erősítés után - esetleg közvetlenül - mágneses szelepek "on-off" jellegű működtetésére alkalmasak.

A fenti elemek közvetett uton - az adiabatikus telítettségi hőmérséklet érzékelésével - a relatív páratartalom szabályozására is felhasználhatók.

Ismeretesek olyan nem folytonos működési érzékelőelemek, melyekkel a relatív páratartalom szabályozása közvetlenül is megoldható. Ezek az un. kontakthigrosztátok. A műszer működtető eleme különleges összetételű műszál, s az kötegelve egy rugó által van kifeszítve valamely rögzített ponthoz. A relatív páratartalom megnövekedésének vagy csökkenésének hatására a műszál megnyulik vagy összehúzódik, s a hosszidatációt alkalmas mechanizmus szögelfordulássá alakítja át. Az elfordulást végző tag egy előzetesen beállított szög tartomány felső vagy alsó határánál villamos kontaktust létesít, mely kontaktusok egy elektromágnessel működtetett csappantyumechanizmussal, ill. egy mágneses szeleppel hasznosíthatók. A kontakthigrosztát kétállásos kapcsolórendszere tehát lehetővé teszi, hogy a paramétermódosítás páratöbblet vagy párahiány esetén közvetlenül és egyaránt önműködő "on-off" jelleggel történjen.

II. 5. 2.

Villamos különbségképző elemek és erősítők

A különbségképző bemenőjelei a szabályozott jellemző mért értéke és az alapjel, kimenőjele a hibajel. Feladata az érzékelőelem által produkált és az előzetesen beállított mennyiségek összehasonlítása, illetőleg a két mennyiség különbségének előjelhelyes képzése.

Elektromos szabályozókról lévén szó, a hibajel potenciálkülönbség formájában áll rendelkezésre, mely többszörös felnagyítás után hat a közvetlen módosítást elvégző beavatkozószerv bementére. Amennyiben az érzékelőelem megfelelően nagy teljesítményű jeleket szolgáltat, mint ezt pl. a potenciométerrel kombinált fémpirrométerek vagy pl. a gőzteniós hőmérők esetében látuk), úgy a különbségképző egyidejűleg az erősítési funkció végrehajtására is alkalmas.

Alacsony teljesítményszint esetén a különbségi jel felerősítése feltétlenül szükséges. E feladat különböző elektroncsöves vagy tranzisztoros kapcsolásokkal oldható meg a legegyszerűbben.

Tekintve, hogy az elektromos különbségképzők - de különösen az elektronikus erősítők - szerkesztési és kapcsolástechnikai problémái rendkívül sokrétűek, s emiatt az egyes megoldások részletes leírása messze túllépné az értekezésben megszabott határokat, másrésztől, hogy a faipari és egyéb iparági szabályozórendszerek ezen elemei között nincs lényeges eltérés - tehát bőséges irodalom áll rendelkezésre -, így a címszóval jellemzett két szabályozóorgánium felépítésére vonatkozó közelebbi vizsgálatokat mellőzöm.

II. 5. 3.

Elektromos működésű paramétermódosító beavatkozószervek

A faipari szárítóberendezéseknél megoldandó
a szárítási tér hőmérsékletének,
a szárítási tér relatív páratartalmának,
önműködő szabályozása.

Az első esetben egy irányú szabályozás szükséges, vagyis végső soron a faanyag nedvességtartalmának elpárologtatásához szükséges hőenergia, valamint a tökéletlen hőszigetelések által okozott hőveszteségek állandó, önműködő utánpótlásáról van szó. Ezt a műveletet végső soron a szabályozó kör utolsó eleme, a már több ízben említett elektromágnissal működtetett, vagy elektromotorral hajtott szelep hajtja végre.

Mágneses szelep esetén az átáramlási keresztmetszet általában maximális vagy zérus, aszerint, hogy a bemeneten a hibajellel arányos működtető feszültség jelen van vagy megszűnik.

A szabályozás minőségének javítása érdekében a mágnesszelepeket rendszerint "finomfokozatban" üzemeltetik, míg a "durvafokozatot" egy közbensőszeleppel előzetesen beállítják.

Az elektromotorral hajtott szelepek átáramlási keresztmetszetét a beemeneti oldalon jelenlevő villamos impulzus időtartama határozza meg. Ez az üzemmód nem teszi feltétlenül szükségsszerűvé a beavatkozószervert valamelyik szélső helyzetét, ennek megfelelően a durva fokozatot mindenkor beállítja önmagának, s a szabályozást finom fokozatban ezen szeleppállás közvetlen környékén hajtja végre.

Egyértelmű, hogy a motorszelepekkel "nyugodtabb", ugyanakkor jobb minőségű szabályozás biztosítható, mint a mágnesszelepekkel.

A szárítási tér relatív páratartalmának önműködő szabályozása két irányú kell hogy legyen, minthogy egy teljes előkezelési művelet levezetése során párahiány és páratöbblet egyaránt felléphet. Párahiány esetén a beavatkozás mágneses vagy motorszeleppel történhet, a permetezőgőz átáramlási keresztmetszetének a fűtőgőzhez hasonló on-off, illetve automatikus munkapontbeállítási szabályozása útján. Páratöbblet felléptével a szellőzőkürtők nyílásszögének növelése szükséges, mely funkció elektromágnessel vagy elektromotorral működtetett csappantyumechanizmus segítségével oldható meg. Az előbbi esetben itt is célszerű a csappantyumechanizmust finom fokozatban működtetni a szellőzőnyílások előzetes durvafokozatu beállításával. Motorhajtású csappantyumechanizmusok alkalmazásával a durvabeállítás megoldható, minthogy e művelet végrehajtását a mechanizmushoz kapcsolódó elektromotor mindenkor biztosítja.

Az egyes szabályozóorgánumok fenti módon történt rövid körvonalazása után rátérek a zárt hatásláncú villamos szabályozórendszerek analitikai vizsgálatára.

II.6.

Zárt hatásláncú villamos hőmérséklet-szabályozókörök analitikai vizsgálata

Az elektromos működésű hőmérséklet-szabályozók csoportjában két alapvető rendszert szokás megkülönböztetni, um.:

1. folytonos működésű szabályozórendszerek,
2. nem folytonos működésű szabályozórendszerek.

A folytonos működésű szabályozók - melyeknél (gőzzel fűtött faipari szárítóberendezésekről lévén szó) a fűtő-, a permetező-gőzszelep, a szellőzőkürtők nyugalmi helyzetéhez viszonyított pozíciója a különbségi jel pillanatnyi értékével arányos - ismert hibája a belengési hajlam. Helytelenül tervezett berendezés esetén a lengési amplitudó egy minimális és a termikus egyensulynak megfelelő hőmérséklet határokig növekedhet ($\pm 10 \dots 15^\circ\text{C}$), s ez az ingadozás azonkívül, hogy kedvezőtlen energiagazdaságossági viszonyokhoz vezethet, a munkaanyag meghibásodását is okozhatja.

A belengés rendszerint a fűtőtest és az érzékelő elem között elhelyezkedő közeg hőkapacitásváltozásából, ezen keresztül a szabályozás időállandójának eltolódásából ered. Egy szárítási folyamat levezetése során a jelzett

közeg hőkapacitása csökkenő jellegű, de ezen tendenciózus változáson belül a permetezés vagy a szellőzés következtében, gyakori egy részingadozás szuperpozíciója is. A lengések ilyen körülmények melletti meggátolása nem mindig egyszerű feladat, sőt, egyes esetekben meg sem oldható.

A fenti hiányosságok következményeinek megelőzése érdekében a villamos hőmérsékletszabályozókat általában nem folytonos működéssel üzemeltetik. A szabályozók érzékelő eleme rendszerint folytonos jelet produkál (kivéve a különböző típusú kontaktermosztátókat és a kontakthigrosztátókat), mint pl. a termoellenállás, a termisztor vagy a potenciométerrel kombinált fémpirométer, s amennyiben a jelproduktum egy bizonyos értéket túllép, úgy a felerősített hibajel valamilyen egységugrásérősítőt (relét, differenciál-relét, vagy más jellegű kontaktmechanizmust) hoz működésbe. Az ilyen módon létrejövő relé-, vagy más eredetű villamos kontaktusok mágnesszelep, motorszelep, szükség esetén a csappantyumechanizmus hajtórendszerének áramkörét zárják, mire a szükséges beavatkozás megtörténik.

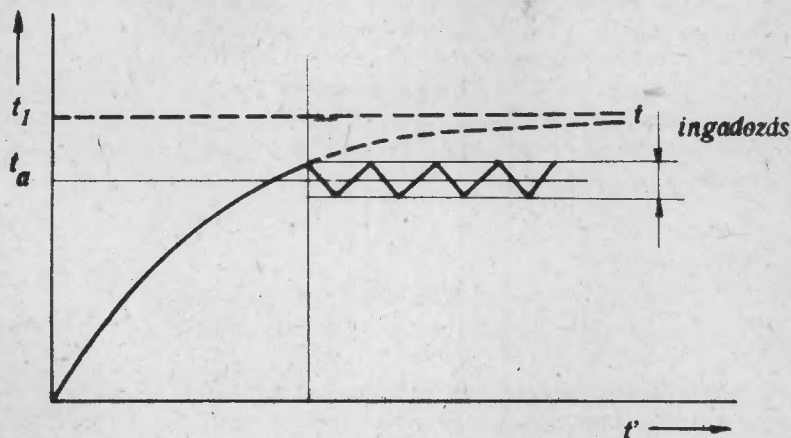
Bár a nem folytonos működésű szabályozók nem adnak tökéletes paraméterstabilitást, egyszerűségük folytán mégis elterjedten alkalmazzák.

A nem folytonos működésű szabályozó hőmérséklet paraméterdiagramját a 29. ábra szemlélteti.

Mint látható, üzembehelyezés után a hőmérséklet - időjelleggörbe kezdetben nagy meredekségű, majd az iránytangens csökken. Ha szabályozás nem lenne, a hőmérséklet egy bizonyos idő elteltével elérné a t asszimptótával jelzett, a termikus egyensulynak megfelelő t_1 értéket.

Az állandósult átlaghőmérséklet (t_a) körüli ingadozása a szabályozó elemeinek ismeretében számolható.

Amennyiben az érzékelő elem termoellenállás, s az egy Wheatstone-hid valamelyik ágát képezi, úgy a diagonálpotenciál (U_K) a tápfeszültség (U_0) és a hőmérséklet közötti funkció az alábbi egyenlettel írható le:



29. ábra

$$U_K = f(U_0, t) \quad (61)$$

Az érzékenységet a

$$É = \frac{\partial U_K}{\partial t} \quad (62)$$

parciális differenciálhányados adja.

A diagonálpotenciál A - szoros erősítés után relére táplál, melynek ΔU feszültségben kifejezett hiszterézise van. A relé behuzását ui. U_1 , elengedését U_2 feszültség elérése váltja ki, ahol $U_1 > U_2$ és $\Delta U = U_1 - U_2$. A relé előbbi két állapotának előidézéséhez szükséges feszültségkülönbséget a Δt hőmérsékletváltozás okozza tehát:

$$\Delta t \frac{\partial U_K}{\partial t} A = \Delta U \quad (63)$$

innen a hőmérsékletingadozás:

$$\Delta t = \frac{\Delta U}{A} \frac{1}{\frac{\partial U_K}{\partial t}} \quad (64)$$

(64) egyenletből levonható következtetés: nagy hőfokstabilitáshoz nagy érzékenységtű érzékelőelem, nagy erősítés és kis hiszterézisű relé szükséges.

Valamely szabályozórendszer tervezésénél a várható paraméteringadozás kiszámítása rendkívül fontos követelmény. A számítások meglehetősen hosszadalmasak ugyan, de a legáltalánosabb esetekben (termoellenállásos, termisztoros, csuszópotenciométeres érzékelési mód) elvégezhetők. Tekintve, hogy ilyen vonatkozásban sokoldalú irodalmi utmutatók állnak rendelkezésre, az egyes körök méretezésével kapcsolatos matematikai analízistől - az értekezés mérés technikai részének idevágó fejezeteire történő hivatkozás mellett - eltekintek.

II.6.1.

A szabályozás stabilitásának fokozása impulzív és termikus visszavezetési módszerekkel

A különböző szabályozórendszerek tervezésére vonatkozó, a (64) egyenlettel megadott követelmények nem minden esetben teljesíthetők. Az érzékelő elemekkel elérhető érzékenység ui. véges, az erősítés egy bizonyos határon felül nem növelhető és a különböző relé típusok működtetőfeszültség-hiszterézise sem csökkenthető tetszőlegesen.

Nagy paraméterstabilitáshoz precíziós alkatrészek, sok fokozatu erősítők és maximális érzékenységű érzékelő elemek alkalmazása lenne szükséges. E szempontok betartása azonban a szabályozórendszer üzembiztonságára tett engedmények árán lenne csak lehetséges, ugyanakkor a készülék előállítási költségei is számottevően növekednének. Célszerű tehát a szabályozó egyes elemeinek kiválasztásánál kevésbé szigorú követelményekkel fellépni, és a paraméterszabályozás minőségét más, kevésbé igényes alkatelmelekkel történő kiegészítéssel javítani.

Ilyen megfontolások alapján szerkesztették az impulzív és a termikus visszavezetéses szabályozórendszereket is, melyeknek lényegi felépítéséről a következő két fejezetben fogok tájékoztatást adni.

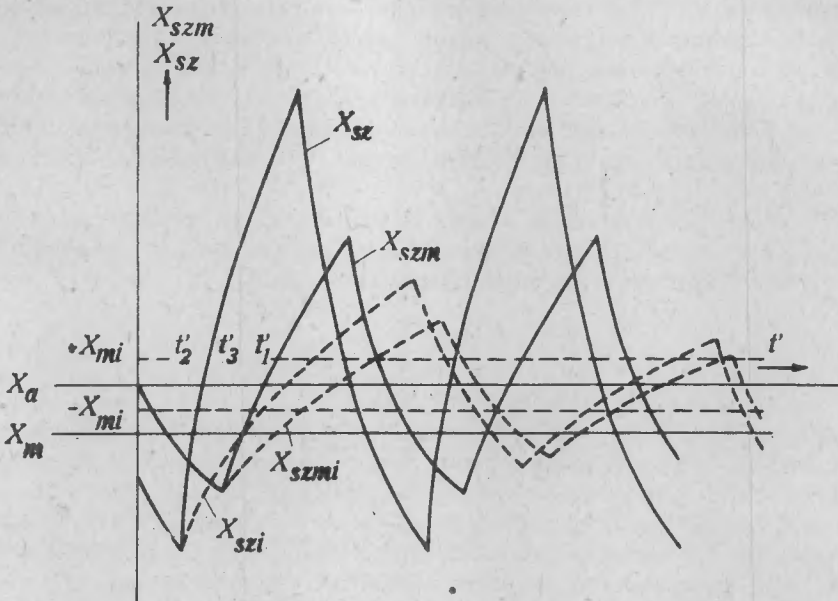
II.6.1.1.

Impulzív hőmérsékletszabályozó rendszerek. A megelőző fejezetekben már említettem, hogy a villamos hőmérsékletszabályozók általában nem folytonos működésűek. A beavatkozó szerv tehát mindaddig alapállásban van, amíg a szabályozott jellemző mért értékével és az alapjellel alkotott hibajel bizonyos értékhatárt túl nem lép. A szabályozórendszerint oly beállításban dolgozik, hogy az erősítő utolsó eleme, - többnyire villamos jelfogó - a hőmérséklet alsó limeszénél létesít elektromos kontaktust, s ennek hatására kezdi meg a beavatkozószerrel a jelzett paraméter módosítását.

Elektromotor hajtású szelepes beavatkozószerrel feltételezve, a fűtőközeg átáramlási keresztmetszete a pozitív egységugrásnyi működtetőjel fellépte után rövid időn belül (1...2 perc) maximálissá válik, s ezen állapot bekövetkeztével a fűtőgőz a szelepnilyásnak megfelelő legnagyobb intenzitással áramlik a szárítótér radiátorába. Egy bizonyos holtidő eltelte után - melynek nagysága a szárítóberendezés hőtehetetlenségétől függ - a szabályozott szakasz hőmérséklete (valamivel később a szabályozott jellemző mért értékével arányos mennyiség is) növekedni kezd.

Ezek a kezdeti viszonyok tanulmányozhatók a 30. ábrán folytonos vonallal rajzolt X_{sz} , ill. X_{szm} jelzésű lengési amplitúdó-időkarakterisztika első szakaszában.

A t_1 időpillanatban X_{szm} már elérte az alapjelet (X_a), a hibajel tehát nullává válik, a jelfogó leold, az egységugrásjel a negatív zónába csap át, vagyis a motorszelep rövid időn belül teljesen lezár. A szabályozott szakasz hőmérséklete azonban a hőtehetetlenség következtében tovább emelkedik, majd egy maximális érték elérése után csökkenni kezd. (A hőmérséklet-maximum helye az időállandó, valamint a termikus egyensúly által definiált és az alapjellel megfelelő hőmérsékletértékek különbségének függvénye.) X_{sz} változását X_{szm} valamivel később követni fogja, s miután az utóbbi a működtetőjellek (X_m) megfelelő értékre esett le, a szabályozási folyamat a már leirt módon fog megismétlődni.



30. ábra

A motorszelep durva fokozatban történő alkalmazása megengedhetetlen méretű lengési amplitudóhoz vezethet. Ennek megakadályozására egyrészt az erősítőblokkot fáziszérékeny egyenirányítóval egészítik ki annak érdekében, hogy a kimenő oldal a hibajel változását előjel-helyesen másolja le, továbbá az utolsó erősítőfokozatba egyállású jelfogó helyett kétállású (differenciál-relét) kapcsolnak, másrészt a beavatkozószerelv és az erősítő közé egy olyan egységet iktatnak, mely a differenciál-relék által szolgáltatott két irányú egységugrásjeleket periódikusan ismétlődő impulzusokká alakítja át. A 27. ábrával bemutatott szabályozókör elrendezési sémája tehát egy blokkal bővül s annak az előzőek értelmében bemenőjele az erősítőtől kapott fázishelyes egységugrás, kimenőjele egy meghatározott ismétlődési frekvenciával bíró irányimpulzus.

Az ilyen módon átalakított szabályozórendszer helyezzük üzembe abban az időpillanatban, amikor a szabályozott szakasz hőmérséklete (X_{szi}), és a mért jellel arányos mennyiség (X_{szmi}) a 30. ábra szerinti t'_2 , ill. t'_3 időnek megfelelő minimális értékeken tartózkodnak.

A bekapcsolás pillanatában a negatív értelmű működtetőjel ($-X_{mi}$) a differenciál-relé oly értelmű meghuzását hozza létre, melynek hatására a motorszelep egy nyitóirányú áramimpulzust kap. A fűtőgőz tehát egy minimális szelepnyláson át megkezdí beáramlását a szárító tér radiátorába, mire a hőmérséklet lassan emelkedik. Közben a motorszelep egy újabb áramimpulzust

kap, tehát az átáramlási keresztmetszet "egy lépcsővel" megnövekszik, a gőz-beáramlás fokozódik, a hőmérséklet tovább emelkedik. Tegyük fel, hogy a tizedik "lépcső" után X_{szmi} elérte az alapjelet. A hibajel így zérussá vált, a differenciál-relé egyensúlyi állapotba került, egyelőre tehát a beavatkozószerv pillanatnyi pozíciójának módosítására nem kap parancsot. Az aránytalanul megnövelt szelepnnyílás következtében azonban nagyobb mennyiségű gőz áramlik a radiátorokba, mint amennyi az alapjel értéktartásához szükséges lenne, vagyis a térhőmérséklet tovább nő, majd, miután a mért jellemző a pozitív működtető jelet ($+X_{mi}$) elérte, a létrejövő záró irányú impulzusok a szelepnnyílás lépcsőzetes csökkenését idézik elő. Most mindkét mennyiség (X_{szmi} ; X_{szmi}) a negatív zónába lendül át - a tullendülés azonban a csekélyebb számu módosító impulzus következtében lényegesen kisebb lesz, mint a pozitív zónában volt - és miután a mért jellemző újra a negatív működtető jelig esett, a szabályozási folyamat a már leirt módon fog megisméltődni. A szabályozási idő előrehaladtával a lengésamplitudó mindjobban csillapodik, míg végül is egy minimális értékre csökken.

Az impulziv hőmérsékletszabályozó rendszerek tehát - melyek egyébként az adiabatikus telítettségi hőmérséklet alkalmas érzékelése útján a relatív páratartalom szabályozására is alkalmasak - nagy paraméterstabilitást nyújtanak, a durva behatásokból adódó tullengéseket rövid időn belül korrigálják, ugyanakkor "nyugodt", megbízható üzemeltetést biztosítanak.

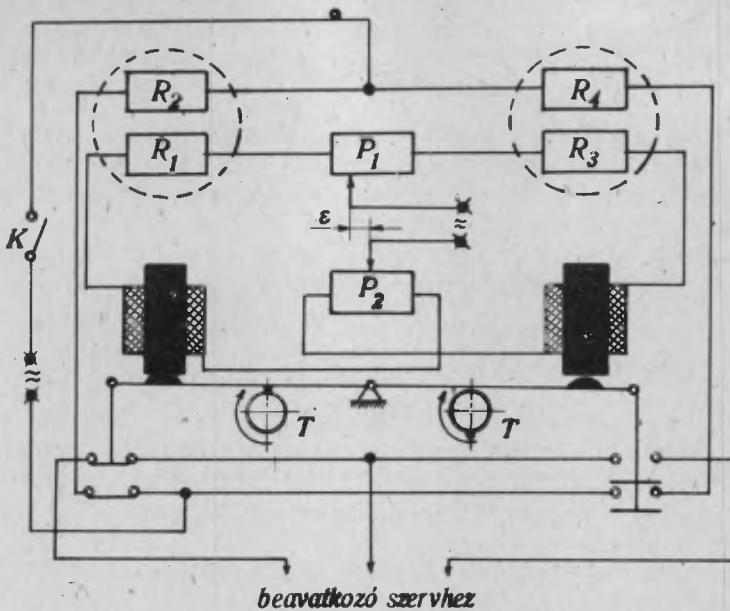
II.6.1.2.

Termikus visszavezetéssel működő hőmérsékletszabályozó rendszerek. A lengési amplitudó csökkentésének egy más lehetséges módja a beavatkozójelnek az érzékelőelemre történő termikus visszavezetésével származtatható.

Az ily módon felépített hőmérsékletszabályozó villamos kapcsolási vázolata a 31. ábrán látható, melynek levezetése a 28. ábrával bemutatott elrendezésből történt.

Amennyiben a K kapcsoló nyitott állásban van, úgy a paraméterszabályozás a hivatkozott ábra kapcsán leirt elveknek megfelelően fog lezajlani, de - minthogy előjele itt pozitív - ellentétes értelemben.

K kapcsoló zárásával azonban a beavatkozó egységugrásjel kiadásával egyidejűleg az R_2 jelzésű fűtőspirál - a baloldali relé segédkontaktusainak zárása révén - feszültség alá kerül, tehát felmelegszik s a keletkező hőmennyiség egy részét a vele egy üvegburában foglalt, hőfokfüggő R_1 ellenállásának adja át. Az L_2 relé meghuzásának első pillanatában a P_1 érzékelő potenciométer csuszóérintkezőjétől balra eső ellenállásrésznek R_1 -gyel, L_2 -vel és a P_2 alapjelbeállító potenciométer jobboldali ágával alkotott ellenállás összege nagyobb volt, mint az ellentétes oldalon. A meghuzás után azonban R_1 hőmérsék-



31. ábra

lete fokozatosan emelkedik, melynek hatására a felsorolt elemekből álló körhöz sorosan kapcsolódik egy ΔR_1 ellenállás.

Eközben a motorszelep a gőz átáramlási keresztmetszetét csökkenti, a térhőmérséklet esik, vagyis a mért jel közeledik az alapjelhez.

ΔR_1 fokozatos növekedésének hatására ezalatt a szimmetria tengelytől jobbra és balra eső elemek ellenállásösszege kiegyenlítődik, tehát a hiba-jel - annak ellenére, hogy a mért jellemző még nem érte el az alapjelet - zérussá válik. Következésképpen L_2 relé leold, a motorszelep leáll, ezzel egyidejűleg R_2 áramköre is megszakad, miáltal a termikus visszavezetés meg-szűnik.

Ettől a pillanattól kezdve kétféle hatás érvényesül: egyrészt a csökkenő ΔR_1 a baloldali ág ellenállásösszegét csökkenti, másrészt a térhő-mérséklet eséséből adódó érintkezőeltolódás ugyanazon ellenállásösszeget nö-veli. Az R_1 és R_2 elemek időállandójának helyes megválasztásával elérhető, hogy a két hatás abszolút értékben mindenkor megegyezzek egymással, mely-nek végeredményeként a szabályozott szakasz hőmérséklete tullendülés nél-kül, aperiódikus jelleggel közelíti a nominális értéket.

A felmelegítési szakaszban a termikus visszavezetés alkalmazása nem előnyös, minthogy így a felfűtési idő meghosszabbodna. Ezért a visszacsato-lókört csak a nominális érték elérése után célszerű a szabályozási körbe be-kapcsolni.

A szabályozás finomságának további fokozása érdekében az impulzív és termikus visszavezetést gyakran egyidejűleg alkalmazzák.

A példának felhozott kapcsolásban (31. ábra) az egységugrásjel impulzusokká történő átalakítását a T jelzésű, szinkronmotorral hajtott tárcsák mechanikus uton hajtják végre.

II. 7.

Egy kivitelezett elektromos működésű rendszer a szárítási tér hőmérsékletének és relatív páratartalmának önműködő szabályozására

Ebben a fejezetben az általam kivitelezett szabályozóberendezés szerkezeti felépítését fogom ismertetni, továbbá beszámolok azon eredményekről, amelyeket a szabályozókomplexum üzemi alkalmazásbavételével kapcsolatosan elértem.

A megvalósított szabályozás alap-
elvben a 31. ábrával bemutatott szisztéma-
mára épül, tehát a rendszer tisztán elekt-
romechanikus elemekből épül fel, a sza-
bályozókör teljesen zárt és tartalmazza
mind a soros (impulzív), mind a párhuzamos (termikusan visszavezetett) lengésgátló elemeket.

A megvalósított szabályozókom-
plexum egyes orgánumai zömében külföldi,
a svájci Sauter műszergyártó cég termé-
kei.

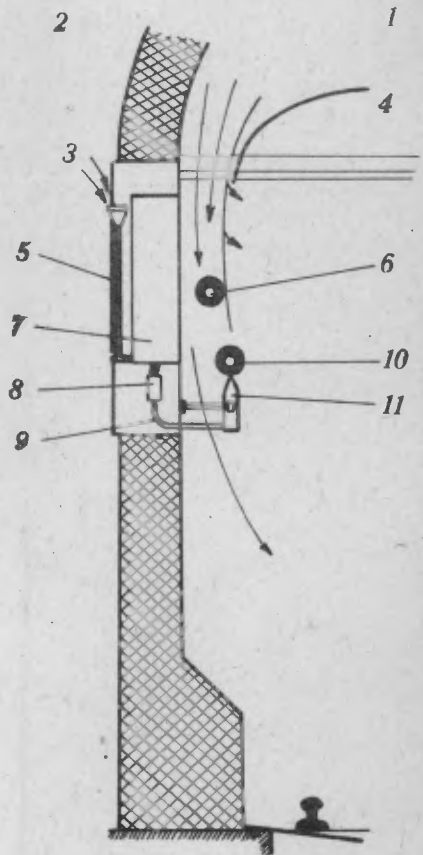
A különböző funkciók betöltésére
szolgáló alkatélemek az alábbiak:

1. Érzékelő elemek: potenciométerrel kombinált fémpiométerek.

2. Un. Rheo-flex relék, melyek a
különbségképző, az egységugrás-erősítő,
a soros és párhuzamos lengésgátló ele-
meket tartalmazzák.

3. A fűtő- és permetezőgőz át-
áramlási keresztmetszetének módosítá-
sára hivatott, elektromotor hajtású sze-
lepek.

4. Alapjelbeállítók: $^{\circ}\text{C}$ -ban kalib-
rált potenciométerek.



32. ábra

5. A szellőzőkürtők nyíláskeresztmetszetének módosítására szolgáló, áttételezett szervomechanizmus.

6. A három beavatkozószerv pillanatnyi pozíciójának visszajelző műszerei.

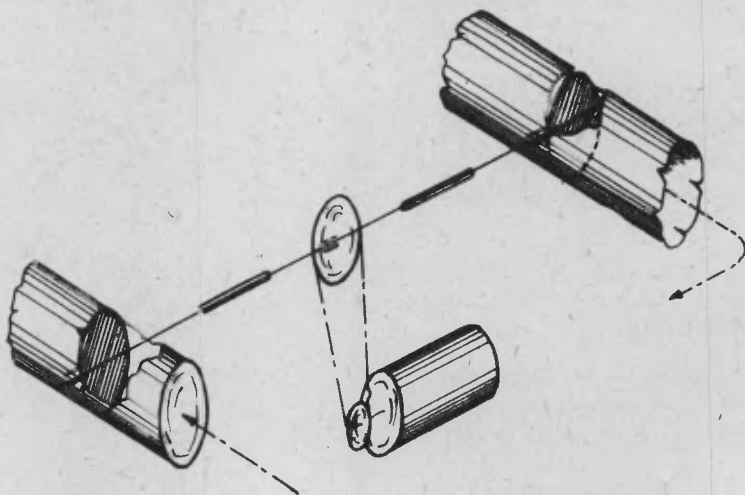
A nevezett egységeket egy Hildebrand típusú szárítókamránál építettem be. A beépítés módját néhány ábrával fogom szemléltetni.

A 32. ábra az érzékelőelemek elhelyezési rendszeréről tájékoztat. Jelölések:

1. Kamrafal.
2. Szigetelő réteg.
3. Desztilláltvíz betáplálás.
4. Terelő lemez.
5. Vízszintjelző üvegcső
6. Fémpiométer (száraz).
7. Deszt. víz tartály.
8. Víznyószabályozó.
9. Csővezeték.
10. Fémpiométer (nedves).
11. Nedvesítő tartály.

A szellőzőkürtők átáramlási keresztmetszetére történő beavatkozás sematikus rendszerét a 33. ábra illusztrálja.

A szellőzési nyílásszög módosítását itt egy elektromotorral működtetett szervomechanizmus hajtja végre a kamra levegőcseréjét biztosító ki- és

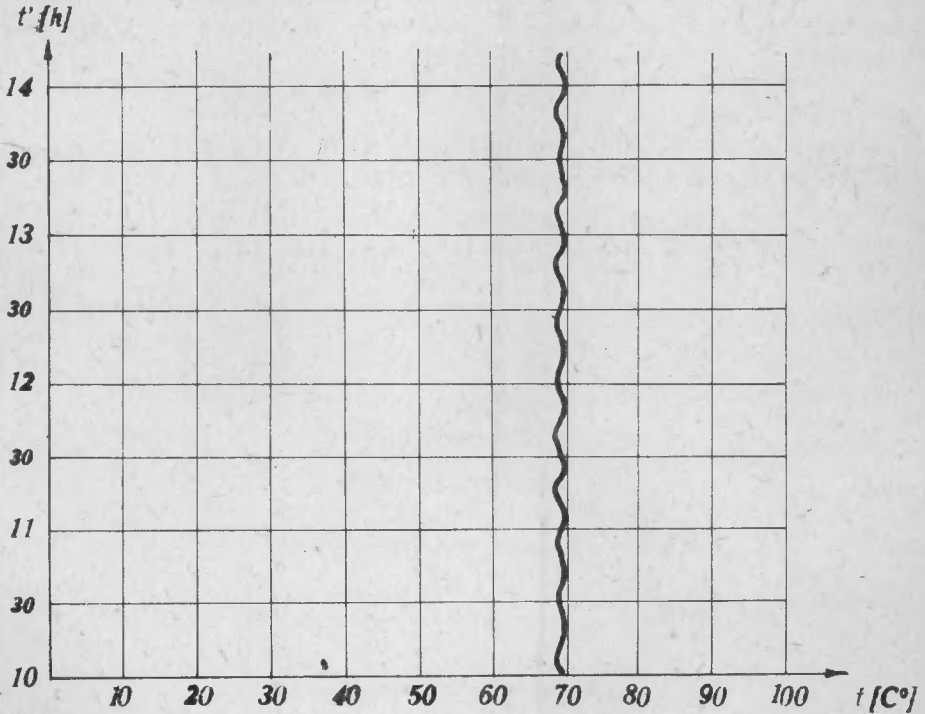


33. ábra

beömlő kürtőben felcsapágyazott két csappantyutányér egyidejű pozícióváltatása után. A nyílásszög pillanatnyi értékének egy távolabbi helyről történő műszeres megítélését a szervomechanizmusban foglalt potenciométer teszi lehetővé. Az áttételviszonyok alkalmas megválasztásával a potenciométeren leosztott villamos feszültség a csappantyutányérok szögelfordulásával egyenesen arányos.

A fűtő- és permetezőközeg átáramlási keresztmetszetének módosítására irányuló beavatkozás egy-egy teljesen azonos felépítésű motorszeleppel történik. E szabályozóelemek az energiaelosztó után kerülnek beépítésre a megfelelő csővezetékekhez kapcsolt peremrendszerrel. Mindkét motorszelep tartalmazza a visszajelző-potenciométereket, vagyis a pillanatnyi szelepállás villamos uton történő távindikálása itt is biztosítva van.

Az egyes paraméterek - száraz hőmérséklet, adiabatikus telítettségi hőmérséklet - önműködő szabályozásának lefolyása a 31. ábrával kapcsolatban elmondottakkal egyezik, így a működési leírás megismétlésének mellőzésével az említett kapcsolásra, valamint a II.5. és II.6. számú fejezetek idevonatkozó részeiben foglalt irányelvekre hivatkozom.



34. ábra

II.7.1.

Üzemi vizsgálatok

A nevezett szárítókamránál beépített komplex szabályozóberendezéssel - különböző fajú és méretű faanyagokkal - kísérleti szárításokat vezettem le s vizsgáltam a szabályozó által nyújtott paraméterstabilitási viszonyokat. Ellenőrző műszerként a mérés technikai fejezetben ismertetett hőmérséklet- és relatív párapontszinirókat alkalmaztam.

A kapott eredményekről néhány - a pontszinirók által rajzolt - eredeti szalagrészekkel fogok beszámolni.

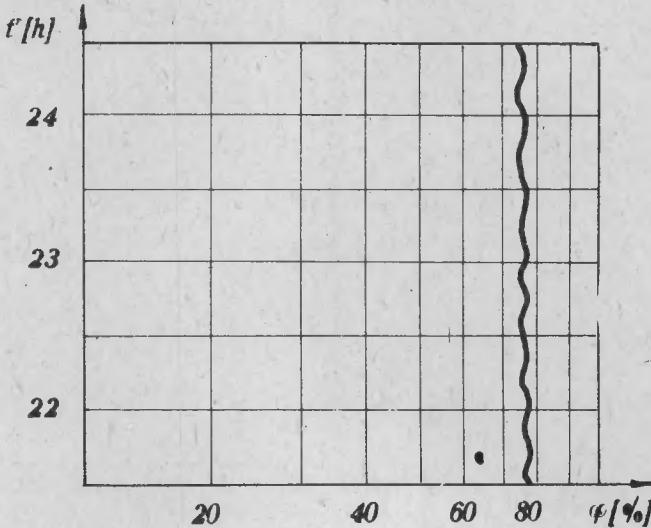
A 34. ábrán látható diagramszakasz a szárítási tér hőmérsékletstabilitásáról ad számot.

Mint látható, a szabályozás minősége rendkívül jó, minthogy a névleges hőmérsékleti értéktől (kb. 69°C) való eltérés nem haladja meg a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ -ot.

Szükséges megjegyezni, hogy itt a szabályozó körnek mind a soros (impulzív), mind a párhuzamos (termikus visszavezetési) lengésgátló elemek üzemben voltak. Teljesen merev visszavezetéssel a lengési csúcserték $\pm 4^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedett, csak a soros lengésgátló működtetésével azonban már $\pm 1,5 \dots 2^{\circ}\text{C}$ -ra csökkent.

A 35. ábra a térben uralkodó relatív páratartalom ingadozásviszonyait szemlélteti.

A diagram alapján a szabályozási minőség itt is kedvezően bírálható, minthogy a maximális lengési amplitudó kisebb, mint $\pm 3\%$.



35. ábra

A teljes berendezés összefoglaló fontosabb műszaki adatai:

1. Regiszterkomplexum:

- a) Hőfokregiszter:
méréshatár: $0 \dots 100^{\circ}\text{C}$
mérési pontosság: $\pm 1,5\%$
mérőhelyszám: 6
- b) Relatív pára-regiszter:
méréshatár: $10 \dots 100\%$
mérési pontosság: $\pm 2 \dots 3\%$
mérőhelyszám: átkapcsolóval 3
- c) Fanedvesség-regiszter:
méréshatár: $8 \dots 50\%$
mérési pontosság: a rosttelítettségi határ alatt $\pm 1 \dots 1,5\%$
a rosttelítettségi határ felett tájékoztató
tűzemi hőmérséklet: 80°C
mérőhelyszám: 6

2. Szabályozókomplexum:

- szabályozási tartomány: $20 \dots 120^{\circ}\text{C}$
szabályozási pontosság (soros és párhuzamos lengésgátlóval):
- a) hőmérséklet: $\pm 1 \dots 1,5^{\circ}\text{C}$
- b) relatív pára: $\pm 2,5 \dots 3\%$
szabályozóhelyszám: hőmérséklet: 1
relatív pára: 1.

ALKALMAZÁSBÁVÉTELI TAPASZTALATOK, JAVASLATOK

Az értekezés Első Részének I. 5., valamint Második Részének II. 7. fejezetében ismertetett regiszter-, illetve szabályozókomplexumot kb. két évig terjedő időtartamban üzemeltettem kisebb-nagyobb megszakításokkal. A jelzett idő alatt a két funkciót végrehajtó rendszerek egyikében sem fordult elő említésre méltó meghibásodás. A szárítási tér három paraméterének önműködő szabályozásával levezetett programtervek során nyert termékminőség minden esetben garantáltan első osztályú volt. A komplex berendezés tehát azonkívül, hogy kielégíti a tartósságra vonatkozó követelményeket, lehetővé teszi az első osztályú minőségben előkezelt munkaanyagoknak a másod- és harmadosztályúak rovására történő intenzív emelését, valamint a selejt abszolút megszüntetését, vagy legalábbis egy minimális mennyiségre való korlátozását.

Megítélésem szerint nem szükséges bizonyítani, hogy a minőségi mutatószámok fentiek szerinti alakulása - nem beszélve az automatizálás által kiküszöbölt veszteségidőről, valamint a kezelőszemélyzet létszámcsökkenté-

séből adódó munkaerő-felszabadulásról - tetemes népgazdasági haszonnal jár együtt. Ilyen vonatkozásban ugyan egyelőre nem állnak rendelkezésemre konkrét gazdaságossági mérőszámok - az ilyen irányú munkálatok további kutatások tárgyát képezik -, az eddig lefolytatott kísérletek eredményes mivolta azonban a gazdaságosság tényét minden kétséget kizáróan bizonyítja. Erre való tekintettel az ipari szakemberek véleményével egyezően - a komplex regisztráló- és szabályozóberendezés prototipizálásra, ezen keresztül annak általános ipari bevezetésére történő javasolása feltétlenül indokolt és minden körülmények között megalapozott.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az értekezés a faiparban használatos mesterséges szárítóberendezések időszertű műszerezési és automatizálási kérdéseivel foglalkozik. Két jellemző témakört ölel fel - mérés technika; szabályozástechnika - s a kapcsolódó részleteket egy-egy önálló fejezettel dolgozza fel.

Az első rész a mesterséges szárítás levezetésével kapcsolatos mérési eljárásokat ismerteti. Bemutatja az egyidejűleg több üzemben levő szárítóberendezés belső terének száraz és nedves hőmérsékletének távregisztrálására alkalmas, hazai készítményű termoellenállásos hőmérsékletpontszinirőt és egy közvetlen mutató elektromos relatív pára regisztrálónak a Hartmann-Braun műszergyártó cég által forgalomba hozott változatát.

Az értekezés nagyobb mélységben foglalkozik a fa nedvességtartalmának mérés technikai kérdéseivel. A villamos nedvességmérési eljárások csoportjából - részben a rendelkezésre álló irodalmi, részben az egyéni kutatások során nyert adatokra támaszkodva - feldolgozza az elektromos vezetőképesség mérés elve alapján lebonyolítható nedvesség meghatározás elméletét, feltárja a fa nedvességtartalma, hőmérséklete és villamos ellenállása közötti konkrét matematikai kapcsolatokat, s közli azon nomogramokat, melyek segítségével a műszeres nedvesség mérésnél szükséges hőmérsékletkorrekció mindenkor végrehajtható.

Az értekezés "A faanyag nedvességtartalmának folyamatos mérése" című fejezete összefoglalja a témakörben eddig elért jelentősebb eredményeket, majd ismerteti az egyénileg tervezett és kivitelezett villamos vezetőképesség mérés szisztémájára épített folyamatos fanedvesség regisztráló elvi és technikai részleteit.

A levezetett kísérleti szárítások eredményeinek értékelése során nyilvánvalóvá vált a felületi villamos vezetőképesség és a hőmérsékletgradiens változásának kapcsolata is, s ennek alapján hangsúlyozza, hogy a szerkesztett mérőberendezés segédeszközül szolgálhat azon tudományos kutatómunkákban, melyek a mesterséges szárítás idejének alternatív eljárással történő lerövidítésére irányulnak.

Az értekezés második része a mesterséges szárítással kapcsolatos paraméterszabályozási kérdéseket tárgyalja. Mélyebben foglalkozik a tisztán elektromos orgánumból felépített paraméterszabályozók analizisével és

működési leírásával, rámutat az elektromos szabályozók által nyújtott egyedülálló technikai lehetőségekre, rátér az egyes elemek (érzékelők, különbségképzők, erősítők, beavatkozó szervek) általános ismertetésére.

Tárgyal a soros és párhuzamos lengésgátlás elvi és gyakorlati jelentőségéről. Ezen belül a potenciométerrel kombinált fémpiométeres szabályozóköröknél leggyakrabban alkalmazott impulzív és termikus visszavezetéses lengésgátlók lényegi felépítését részletezi, illusztrálva a merev és rugalmas visszavezetéssel kapott stabilitásviszonyokat. A termikus visszavezetéses metodikánál konkrét példát is szemléltet.

Végül egy rövid ismertetést ad az egyénileg tervezett és kivitelezett, elektromos működésű komplex automatarendszerről. Bemutatja az egyes részfunkciók betöltésére szolgáló organumokat (potenciométeres fémpiométerek, mint a szárás és adiabtikus telítettségi hőmérséklet érzékelőelemei, villamos osztóellenállások, mint alapjelbeállítók, rheo-flex relék, mint a különbségképzőket, az egységugrás-erősítőket, a soros és párhuzamos lengésgátló elemeket magában foglaló egységek, motorszelepek és szervomechanizmusok, mint paramétermódosítók, deprez - műszerek, mint visszajelzők), rajzokkal illusztrálja az egyes elemek beépítésének módját, majd beszámol az üzemi alkalmazásbavétellel kapcsolatos, pozitívan értékelhető eredményekről.

Befejezésül, miután összefoglalja a külön mérőfülkében egyesített regisztráló- és szabályozóberendezés fontosabb műszaki adatait, javaslatot tesz a komplexum prototipizálására, s azon keresztül annak általános ipari bevezetésére.

IRODALOM

1. A. V. Likov: A szárítás elmélete. Nehézipari Könyvkiadó V. Budapest, 1952.
2. Dr. Juraj Krpan: Susenje i parenje drva. Institut za Drvno-Industrijska Ostrazivanja. Zágráb, 1958.
3. Viktor Drobot: Sisteme recente de ventilare si de conditionare a aerului Tehnica, Bucuresti, 1960.
4. Dr. Ing. Habil. Piest: Künstliche Holz Trocknung. Hans Rösler Ver. Augsburg. 1954.
5. Salamon Marien: A fa természetes és mesterséges szárítása. Könnyűipari Kiadó, Budapest, 1952.
6. Szöke Balázs-Burda Ferenc: Faipari szárítók kezelése. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1961.
7. O. E. Eisemann: Kleiner Holz Trocknungskurs. Copyright by Eisemann KG., Maschinenbau-Gesellschaft. Stuttgart-Gaisburg.
8. Radnay Ferenc: A faanyag mesterséges szárításának alapismeretei. OKISZ kiadványa.
9. Hargittai Emil: A testekben lefolyó nedvességvándorlás szerepe a szárításnál és hővezetésnél. Felsőoktatási Jegyzetellátó V. Budapest, 1955.
10. N. A. Morozov: Avtomatizacija gyerevoobrabotki. Goszudarsztvennoje Naucno-Techniceszkoe Izdatyelsztvo Masinosztroitelnoj Literaturu. Moszkva, 1958.

11. R. Keylwerth und D. Noasch: Über den Einfluss höherer Temperaturen auf die elektrische Holzfeuchtigkeitsmessung nach dem Widerstandsprinzip. Holz als Roh- und Werkstoff. Mai. 1956.
12. Max Reishaus: Holz Trocknungsanlagen, Bauweisen, Anschaffungskosten, Wirtschaftlichkeit. Holz als Roh- und Werkstoff, Dez., 1956.
13. Jaroslav Durst: Verfahren zur Bestimmung der Holzfeuchtigkeit. Die Holzindustrie. Febr., 1953.
14. R. H. Richardson: Moisture Meters for Timber. The Australian Timber Journal, Jul., 1956.
15. Szöke Balázs: Fűrészárúk szárítástechnológiájának főbb szempontjai. Faipar, 1960., 6., 8., 10. szám.
16. Ruska László: A mesterséges szárítás automatizálásának eredményei nemzetközi szinten és a hazai fa-feldolgozóiparban. Faipar, 1962., 4., 7., 8. szám.
17. F. Rüb: Automatische Regelung von Temperatur und Luftfeuchte in Trocknungs- und Klimakammern. Holztechn., Nov. 1954.
18. K. Egner: Zur Steuerung der künstlicher Holz Trocknung. Holz zentralblatt, Jul., 1953.
19. E. Hübner: Wirtschaftliche Holz Trocknung durch automatische Regelungsgeräte. Die Holzindustrie. Jul., 1958.
20. Ing. W. Gillwald: Die künstliche Holz Trocknung, ihre Bedeutung, Entwicklung und Perspektive. Die Holzindustrie, Jul., 1954.
21. Ing. W. Janik: Temperaturmessungen bei der künstlichen Holz Trocknung. Berichte des Institutes für Holztechnologie und Faserbaustoffe, Dresden, im Bereich des Ministerieum für Leichtindustrie. Heft 1., 1956.
22. Ing. Stanko Badun: Primjena radioaktivnih izotopa u tehnologiji drva. Zagreb, 1959.
23. Ing. Stanko Badun: Primjena radioaktivnih izotopa u industriji za predaru drva. Zagreb, 1960.
24. Ruska László: A faanyag szárítástechnológiájának fejlesztése. Kutatóintézeti zárójelentések, 1960., 1961., 1962.
25. Kolosváry Gábor: Radióaktiv izotópok alkalmazási lehetőségeinek felkutatása a faiparban. Kutatóintézeti zárójelentés, 1960.
26. H. Faltin: A hőenergiagazdálkodás mérőműszerei és mérési eljárásai. Nehézipari Könyvkiadó. Budapest, 1953.
27. A. M. Turicsin: Nem villamos mennyiségek villamos mérése. Műszaki Könyvkiadó. Bpest, 1956.
27. Csordás-Jánoky-Orbán: Irányítástechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.
29. Török-Jánoky-Helm: Automatika és telemechanika. Felsőoktatási Jegyzet-ellátó V. Budapest, 1956.
30. L. P. Petrov: Villamos motorok önműködő vezérlése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955.
31. Dr. R. Kretzmann: Ipari Elektronika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1957.

32. Dr. Ing. A. Gramberg: Technische Messungen. Springer Verlag. Berlin (Göttingen) Heidelberg, 1956.
33. Simonyi Károly: Villamosságtan. Akadémiai Könyvkiadó, Bp. 1962.
34. Frigyes Andor: Elektrotechnika. Tankönyvkiadó, Bpest, 1961.
35. Preisich Miklós: Bevezetés az elektrokémiába. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1960.
36. Kosa Sándor: Dilatációs hőmérséklet-relé. Mérés és Automatika. 1960., 12. szám.
37. Jánoky Lajos: Kétállású szabályozók. Mérés és Automatika, 1958., 1. szám.
38. Körtvélyessy László: Kétállású hőmérsékletszabályozás lengésamplitudójának csökkentése. Mérés és Aut. 1962., 2. sz.
39. Ambróczy András: Elektronikus Hőfokszabályozás. Mérés és Automatika, 1959., 1. szám.
40. Kovács László: Közvetlen működésű hőmérsékletszabályozó. Mérés és Automatika, 1960., 11. szám.
41. Csordás Zoltán: Pneumatikus szabályozás. Mérés és Automatika, 1955., 8., 9. szám.
42. Almássy György: A termisztor jellegzetes tulajdonságai. Mérés és Automatika. 1956., 7. szám.
43. Biró Imre: Villamos mérések módszerei. Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat. Budapest, 1955.
44. Meinke - Gundlach: Rádiótechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.

ОСНОВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И ОСНОВА АВТОМАТИЧЕСКИ РЕГУЛИРУЕМЫХ
ПАРАМЕТРОВ СУШИЛОК В ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО И РЕ-
ГУЛИРУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

д-р Рушка Ласло
инженер-механик

Доклад занимается с вопросами настоящего обеспечения инструментами и автоматизацией искусственно действующих сушилок деревообрабатывающей промышленности. Сюда входят две группы тем: техника измерения, и техника регулирования.

Первая часть содержит процессы измерения искусственной сушки. В это же время ознакомливает нас с термосопротивляющим температурным регистратором /цветным регистрированием/, отечественного производства и с одним электрорелативным - парным регистратором, подобным, выпущенным инструментальной фирмой Хартман-Браун, который прямо показывает данные. Эти регистраторы годные для телерегистрирования сухой и влажной температуры, находящейся внутри сушилок, нескольких наших цехов.

Доклад в большей части занимается с вопросами измерительной техники влагосодержания древесины. По принципу измерения электропроводности, доклад занимается с теорией определения влаги. Далее ознакомливает с отдельными принципиальными и техническими частями постоянного регистратора влагосодержания древесины, сконструированным по системе по системе измерителя электропроводности.

Вторая часть доклада занимается с вопросами регулирования показателей искусственной сушки.

THE FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF THE PARAMETER MEASURING
AND AUTOMATIC PARAMETER REGULATION OF THE DRYING PLANTS
IN THE WOOD WORKING INDUSTRY, WITH ESPECIAL REGARD TO THE
ELECTRICAL MEASURING AND REGULATION SYSTEMS

Dr. engineer László Ruska
research worker

The paper handles the questions of the modern instrumentation and automatization of the artificial drying plants, used in the wood working industry. It covers two characteristic matters: the measuring technique and the regulation technique.

The first part expounds the measuring methods, related to the governing of the artificial seasoning. The author describes a home-made heat-resistant temperature-pointer, which is suitable for the long-distance recording of dry and humid temperature of the inside of the drying plant, operating simultaneously in several factories, in addition the modification-marketing by the Hartmann-Braun instrument manufacturer - of a direct reading electrical vapour recorder.

The paper deals with the measuring technical questions of the moisture content of the wood. The author elaborates the theory of the hygrometry on principle of the electrical conductivity measurement and describes the conceptual and technical details of a recorder.

The second part treats the questions of the regulation, connected with artificial seasoning.

DIE GRUNDLAGEN DER PARAMETERSMESSUNG UND DER
AUTOMATISCHEN PARAMETERSREGELUNG DER
TROCKNUNGSEINRICHTUNGEN IN DER HOLZINDUSTRIE MIT
BESONDERER RÜCKSICHT AUF DIE ELEKTRISCHEN
MESSUNGS-UND REGELUNGSEINRICHTUNGEN

dr. Ing. László Ruska
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Die Dissertation behandelt die zeitgemässen Instrumentenausrüstungs- und Automatisierungsfragen der in der Holzindustrie gebräuchlichen künstlichen Trocknungseinrichtungen. Sie umfasst zwei charakteristische Themakreise - die Messungstechnik und die Regelungstechnik - und die verbundenen Einzelheiten werden in je einem selbstständigen Abschnitt aufarbeiten.

Der erste Teil macht die Messungsverfahren in Verbindung mit der Durchführung der künstlichen Trocknung bekannt. Er stellt den heimatisch verfertigten Temperatur - Punktfarbenschreiber von Thermowiderstand dar, der zur Fernregistrierung der trockenen und nassen Temperatur des inneren Raumes der gleichzeitig in mehreren Betrieben funktionierenden Trocknungseinrichtung geeignet ist, und die durch die Hartmann-Braun Instrumentenbau Firma in den Verkehr gebrachte Ausführungsform eines direkt zeigenden elektrischen relativen Dunstregistrierinstrumentes. Der Bericht behandelt ausführlich die messungstechnischen Fragen des Holzfeuchtigkeitsgehalts. Aus der Gruppe der elektrischen Feuchtigkeitsmessungsverfahren - teils unterstützt auf die zur Verfügung stehenden literarischen, teils auf die Angaben der persönlichen Forschung - arbeiten wir die Theorie der auf dem Prinzip der elektrischen Leitungsfähigkeitsmessung durchführbare Feuchtigkeitsbestimmung auf, erschliessen wir die konkreten mathematischen Beziehungen zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt, der Temperatur und dem elektrischen Widerstand des Holzes und teilen wir die Nomogramme mit, mit deren Hilfe die notwendige Temperaturkorrektur bei der Feuchtigkeitsmessung mit Instrumenten durchführbar ist.

Das Kapitel der Abhandlung "Die kontinuierliche Messung des Holzfeuchtigkeitsgehalts" fasst die in diesem Themakreis erreichten bedeutenderen Ergebnisse zusammen, dann macht die prinzipiellen und technischen Einzelheiten des kontinuierlichen Feuchtigkeitsregistrierinstrumentes bekannt, das auf dem System der elektrischen Leitungsfähigkeit persönlich entworfen und ausgeführt wurde.

Während der Bewertung der Ergebnisse der Versuchstrocknungen wurde offensichtlich die Beziehung auch der Änderung der elektrischen Leitungsfähigkeit auf der Oberfläche und des Temperaturgradienten und auf dessen Grund ist betont, dass die konstruierte Messeinrichtung als Hilfsmittel zu den wissenschaftlichen Forschungsarbeiten dienen kann, die auf die Abkürzung der Dauer der künstlichen Trocknung mit alternativem Verfahren abgestellt sind.

Der zweite Teil der Abhandlung behandelt die Probleme der Parameterregelung in Verbindung mit der künstlichen Trocknung. Man beschäftigt sich ausführlicher mit der Analyse und der Funktion der aus rein elektrischen Organen aufgebauten Parameterregler, weist auf die einzigen technischen Möglichkeiten der elektrischen Regler, macht die einzelnen Elemente (Fühler, Differenzbildner, Verstärker, Eingriffsorgane) im allgemeinen bekannt.

Man behandelt die theoretische und praktische Bedeutung der Reihen- und Nebenschwingungsdämpfung. Innerhalb dieses Themas wird der substantielle Aufbau der impulsiven und thermischen Schwingungsdämpfer mit Rückführung ausführlich dargestellt -diese werden bei den mit Potenziometer kombinierten Regelkreisen von Metallpirometer am häufigsten verwendet -, illustriert die mit der steifen und elastischen Rückführung erreichten Stabilitätsverhältnisse. Bei der Methodik mit thermischer Rückführung ist ein konkretes Beispiel veranschaulicht.

Endlich bietet eine kurze Bekanntmachung von dem persönlich entworfenen und ausgeführten komplexen Automatsystem, das elektrisch funktioniert. Es werden die zur Leistung der einzelnen Teilfunktionen geordneten Einrichtungen bekanntgemacht (Metallpirometer mit Potenziometer als Fühlelemente der trockenen und adiabatischen Sättigungstemperatur, elektrische Verteilerwiederstände als Grundsignalaufsteller, Rheoflex-Relais als Differenzbildner, Einheitssprung-Verstärker, Einheiten, die die Reihen- und Nebenschwingungsdämmelemente enthalten, Motorventile und Servomechanismus, die die Parameter modifizieren, Deprez-Instrumente als Signalmelder), die Abhandlung illustriert die Einbauart der einzelnen Elemente, dann berichtet über die positiven Ergebnisse in Verbindung mit der betrieblichen Verwendung.

Zum Schluss, nach dem der Verfasser die wichtigeren technischen Angaben der in getrennter Messzelle vereinigten Registrierungs- und Regelungseinrichtung zusammenfasst, schlägt die Prototypisierung und dadurch die allgemeine industrielle Einführung des Aggregats vor.

UJABB VIZSGÁLATOK KEMÉNYFA KERETFŰRÉSZFORGÁCS FELDOLGOZÁSÁRA A FORGÁCSLAPGYÁRTÁSBAN

2. Közlemény⁺

Zombori János tudományos munkatárs

Munkatársak:

Appel Róbertné és Szalkai Róbert technikusok

BEVEZETÉS

A téma keretében elvégzett vizsgálataink a fűrészüzemekben jelentős mennyiségben keletkező és jelenleg tulnyomó részben még tüzelőanyagként használt keretfűrészpor forgácsalapipari felhasználására irányulnak. A kérdés népgazdasági jelentőségét és helyzetét a világtechnikában a Faipari Kutatások 1965. 1. füzetében megjelent tanulmány elemzi (1). Ez a jelentés foglalja össze az 1963. évben elvégzett vizsgálatokat is, amelyek több fontos megállapítás leszűrését tették lehetővé a keretfűrészforgács morfológiai, enyvezés- és ragasztástechnikai sajátosságaival kapcsolatban, és lényegileg a téma elméleti megalapozásának tekinthetők.

A vizsgálatokkal tisztáztuk mindenekelőtt a megfelelő kötőanyag kiválasztásának kérdését. Mérésekkel alátámasztva, behatóan jellemeztük a fűrészüzemekben keletkező bükk - tölgy vegyes keretfűrészport morfológiailag és összetétel szempontjából, a lapos, vágott célforgáccsal összehasonlítva, majd műszaki-tudományos alapokon értelmeztük a fűrészforgács enyvezésének komplex fizikai-mechanikai folyamatát, a kötőanyag maximális kihasználása, vagyis a zárt, összefüggő ragasztási fuga kialakulása szempontjából.

Megvizsgáltuk ezenkívül Meinecke, E. célforgácsra kidolgozott elméletére támaszkodva a fűrészforgács enyvezésekor lejátszódó technikai folyamatokat. Elméletileg levezettük a szóró-keverő enyvezőgép működésének és konstrukciójának a kötőanyageloszlásra gyakorolt hatását és ennek alapján definiáltuk az enyvezőgép "hatásfokát", majd pedig a fűrészforgács enyvezésének speciális vonatkozásaira mutattunk rá.

Végül Klauditz, W. elmélete alapján értelmeztük a fűrészforgács morfológiai jellemzőinek a lapszilárdságra gyakorolt hatását, a vékony, lapos célforgácsokéval összehasonlítva, s megvizsgáltuk a porlasztási-fok, kötőanyag-eloszlás és a kötőanyag keményedési paramétereinek (keményedési sebesség, viszkozitás, forgácsnedvesség) hatásait a lapszilárdság kialakulásával összefüggésben.

Folyó évi munkánk a karbamid - formaldehyd alapú műgyantával ragasztott, bútorigipari és építészeti felhasználásra alkalmas, értékes bükk - tölgy-fűrészforgácslapok előállítására irányult. Mivel kemény-lombos vegyes keretfűrészforgács forgácsalapipari felhasználásával a szakirodalom behatóan nem foglalkozik - csak lucfenyő keretfűrészpor feldolgozására vannak adatok -

⁺ Az 1. Közlemény megjeleint a "Faipari Kutatások" 1965. évi 1. füzetében

nem ismerjük eléggé a bükk-tölgy-fűrészforgácslapok előállítására és felhasználására vonatkozó technológiai adatokat. A kutatás fő irányvonala ezért a kemény-lombos (bükk, tölgy) keretfűrészporból előállított fűrészforgácslapok mechanikai stabilitását és minőségét alapvetően befolyásoló gyártástechnológiai kérdések (fűrészpor összetétele, kötőanyagtartalom, szálas forgácsok bekeverése, felületborítás) tisztázása volt, a fűrészforgácslapok felhasználására tekintettel. Részleteiben a téma keretében végzett munkánk az alábbiak szerint csoportosítható:

1. Bükk és tölgy keretfűrészforgács szemcsenagysága és a fűrészforgácslapok mechanikai szilárdsága és vastagsági dagadása közötti összefüggések kísérleti vizsgálata. Ennek kapcsán az enyvezett fűrészforgács kötőanyag-tartalmának és a forgácsenyvezés egyenletességének meghatározása.

2. A kötőanyagtartalom és műszaki tulajdonságok (térfogatsúly, szilárdság, higroszkóposság) összefüggéseinek kísérleti vizsgálata bükk-fűrészforgácslapoknál.

3. Szálas forgácsok (célforgács, kenderpozdorja) és a felületborítás (háromrétegű szerkezet, furnérozás) szilárdság- és minőségjavító hatásának kísérleti vizsgálata.

Jelentésünkben fenti csoportosításnak megfelelően számolunk be a vizsgálatok eredményeiről.

1,0 BÜKK ÉS TÖLGY KERETFÜRÉSZFORGÁCS SZEMCSENAGYSÁGA ÉS A FÜRÉSZFORGÁCSLAPOK MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK VIZSGÁLATA

Klauditz, W. korábbi vizsgálatai alapján (2, 3) ismert tény, hogy a forgácsok morfológiai jellege, méretei és fajlagos felülete jelentősen befolyásolja a forgácsok enyvezhetőségét és az előállított forgácslapok fiziko-mechanikai tulajdonságait. A múlt évben elvégzett morfológiai vizsgálatokkal (1) megállapítható volt, hogy a fűrészüzemekben keletkező bükk-tölgy vegyes keretfűrészforgács egyenlőtlen összetételű forgácskeverék, melynek apró forgácsai alacsony, mintegy 2-6 karcsúsági tényezővel rendelkeznek. A fűrészforgács lineáris méreteinek csökkenésével a forgácsfrakciók fajlagos felülete növekszik, s ennél fogva konstans kötőanyagtartalom esetén a finomabb forgácsfrakciók enyvezésekor csökken a fajlagos kötőanyagfelvitel. A forgácsok között kialakuló ragasztási fuga ezért nem lesz összefüggő. Ebből következően, valamint a karcsúsági tényező csökkenése miatt is, a finomabb forgácsfrakcióknál várhatóan csökken a ragasztott forgácsrendszer szilárdsága.

Ama kérdés eldöntéséhez, hogy mely forgácsfrakciók alkalmasak lapok előállítására, illetve a rendelkezésre álló forgács-nyersanyagból, mely frakciókat távolítsuk el, a bükk- és tölgy-keretfűrészport frakciókra bontottuk (lásd 1. táblázatban).

A frakciókra bontott, átlagosan 7% nettó nedvességtartalmu keretfűrész-forgácsból a korábban kikísérletezett optimális ragasztástechnológiai paraméterek (1) betartása mellett 31 x 38 x 1,6 cm méretű, 0,6 g/cm³ térfogatsúlyu forgácslapokat ragasztottunk, karbamid-formaldehid alapu műgyantával (Amicoll 50). A műgyantába bevitt nyújtóanyag (ipari rozsliszt) hatásának tanulmányozása céljából tiszta és nyújtott kötőanyaggal végeztünk ragasztásokat. A tiszta karbamidgyanta szárazanyagtartalma 50%, a rozsliszttel nyújtott kötőanyagé 55% volt. A rozslisztes kötőanyag nyújtási foka 15%, viszkozitása 600 cP, a tiszta műgyanta viszkozitása pedig 300 cP volt. Forróedzőnek 1% mennyiségű E-3 edzőt (ammónium-klorid és ammónium-acetát 1:1 arányu keverékének 30%-os vizes oldata) használtunk.

A kötőanyag szórása Schlick - rendszerű örvényáramu szórófejekkel történt, 3-4 atü szórónyomás mellett ($\delta_{\text{átl}} = \text{kb. } 35\mu$). A kötőanyag kiszórása után minden esetben 5 perc utókeverést alkalmaztunk ($\lambda=14$). A fűrészforgácslapokba 8% = 8 g atro műgyanta / 100 g atro fűrészforgács mennyiségű kötőanyagot vittünk be.

A fűrészforgácslapok nyersanyagkomponenseinek pontos számítása céljából röviden az alkalmazott számítási módszert is ismertetjük, amely a közölt formában érvényes a később tárgyalandó kísérletekre is. A fűrészforgácslapok nyersanyagkomponenseire felírható a

$$G = \gamma \cdot a \cdot b \cdot v \cdot 10^{-6} = G_F + G_M + G_L + G_N \quad (1)$$

egyenlet, ahol

- G - a forgácslap sulya (kg)
- γ - a forgácslap térfogatsulya (kg/m³)
- a - a forgácslap hossza (cm)
- b - a forgácslap szélessége (cm)
- v - a forgácslap vastagsága (cm)
- G_F - a forgácslapban levő forgács sulya (kg)
- G_M - a forgácslapban levő műgyanta sulya (kg)
- G_L - a forgácslapban levő nyújtóanyag (liszt) sulya (kg)
- G_N - a forgácslapban levő nedvesség sulya (kg)

Fejezzük ki az (1) egyenletben levő ismeretlen mennyiségeket ismert, illetve szabadon választható mennyiségekkel. Mivel definíció szerint

a) a forgácslap műgyantatartalma

$$\kappa = \frac{G_M}{G_F} \cdot 100\% \quad (2)$$

b) a mügyanta liszt tartalma

$$\varepsilon = \frac{G_L}{G_M} \cdot 100\% \quad (3)$$

c) a forgácslap nedvességtartalma pedig

$$u = \frac{G_N}{G - G_N} \cdot 100 = \frac{100}{\frac{G}{G_N} - 1} \% \quad (4)$$

A (2) összefüggés alapján

$$G_M = \frac{\kappa \cdot G_F}{100}, \quad (5)$$

a (3) egyenletből

$$G_L = \frac{\varepsilon \cdot G_M}{100} = \frac{\varepsilon \cdot \kappa \cdot G_F}{10^4} \quad (6)$$

a (4) egyenletből pedig

$$G_N = \frac{G \cdot u}{100 + u} = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot v \cdot u}{100 + u} \cdot 10^{-6}$$

G_M , G_L és G_N fenti kifejezéseit az (1) egyenletbe helyettesítve kapjuk

$$\gamma \cdot a \cdot b \cdot v \cdot 10^{-6} = G_F + G_F \cdot \frac{\kappa}{10^2} + G_F \frac{\kappa \cdot \varepsilon}{10^4} + \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot v \cdot u \cdot 10^{-6}}{100 + u}$$

amiből

$$\frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot v \cdot 10^{-4}}{100 + u} = G_F \left(1 + \frac{\kappa}{10^2} + \frac{\kappa \cdot \varepsilon}{10^4} \right)$$

következik. A forgácslapban levő atro forgács sulya tehát

$$G_F = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot v}{(100 + u) \cdot (100 + \kappa + 0,01 \cdot \kappa \cdot \varepsilon) \cdot 100} \text{ (kg)} \quad (7)$$

G_F ismeretében G_M és G_L értékeit az (5) és (6) összefüggések segítségével számíthatjuk.

A bemérendő $\varphi\%$ nedvességtartalmu forgács sulya

$$G_{F,\varphi} = G_F \left(\frac{\varphi+100}{100} \right) \text{ (kg) ,} \quad (8)$$

az enyvezendő forgács sulya pedig (veszteséggel együtt)

$$G_{F, \text{enyv}} = G_{F,\varphi} \left(\frac{100+V}{100} \right) \text{ (kg) ,} \quad (9)$$

ahol V - a műveletek közben fellépő forgácsveszteség $\%$ -ban.

A $G_{F, \text{enyv}}$ mennyiségű fűrészforgács enyvezéséhez szükséges kötőanyagmennyiséget (nyujtott mügyanta) a következőképpen számíthatjuk:

$$G_K = \frac{(G_M + G_L) 100}{c} \cdot \left(\frac{100 + V}{100} \right) \text{ (kg)}$$

G_M és G_L (5) és (6) kifejezéseit behelyettesítve kapjuk

$$\begin{aligned} G_K &= \frac{1}{c} \cdot \left(\frac{\kappa \cdot G_F}{100} + \frac{\varepsilon \cdot \kappa \cdot G_F}{100^2} \right) \cdot (100+V) = \\ &= \frac{\kappa \cdot G_F}{100 \cdot c} \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right) \cdot (100 + V) \end{aligned}$$

G_F , majd $G_{F,\varphi}$ (8) és (9) értékének behelyettesítésével

$$\begin{aligned} G_K &= \frac{100 \cdot \kappa \cdot G_{F,\varphi}}{100 \cdot c(100+\varphi)} \cdot \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right) \cdot (100 + V) = \\ &= \frac{100 \kappa \cdot G_{F, \text{enyv}}}{c(100+\varphi) \cdot (100+V)} \cdot \left(1 + \frac{\varepsilon}{100} \right) \cdot (100 + V) = \\ G_K &= \frac{\kappa \cdot G_{F, \text{enyv}}}{c (100 + \varphi)} (100 + \varepsilon) \text{ (kg)} \quad (10) \end{aligned}$$

kifejezéshez jutunk. Ennek alapján a szükséges nyujtott kötőanyagmennyiség kiszámítható. A képletben szereplő mennyiségek:

- G_K - a $G_{F, \text{enyv}}$ mennyiségű fűrészforgács enyvezéséhez szükséges kötőanyagmennyiség, kg-ban,
- c - a nyujtott kötőanyag szárazanyagtartalma (atro mügyanta+liszt) $\%$ -ban,
- κ - a forgácslap mügyantatartalma $\%$ -ban ($\kappa = \frac{G_M}{G_F} 100$)

$G_{F, \text{enyv}}$ - az enyvezendő forgácmennyiség kg-ban,

φ - a forgács nedvességtartalma %-ban,

ξ - a mügyanta liszt tartalma %-ban ($\frac{G_L}{G_M} \cdot 100$).

Ragasztástechnikai szempontból rendkívül fontos a fűrészforgács enyvezés utáni, illetve hőpréselés előtti nedvességtartalma. A forgácspaplan nedvességtartalma ugyanis döntően befolyásolja a ragasztás folyamatát és ezen keresztül a forgácslapok szilárdságát. Enyvezés után közvetlenül a fűrészforgácsban jelenlevő $G_{N, \text{összes}}$ (kg) nedvességmennyiség a fűrészforgácsban enyvezés előtt levő G_{NF} (kg), és a kötőanyaggal bevitt G_{NK} (kg) nedvességmennyiségből tevődik össze. Az előzőekben használt jelölésekkel felírható tehát a következő összefüggés:

$$G_{N, \text{összes}} = G_{NF} + G_{NK} = (G_{F, \varphi} - G_F) + (G_M + G_L) \cdot \left(\frac{100-c}{c} \right) \text{ (kg)}$$

ahol c - a nyújtott kötőanyag szárazanyag tartalma %-ban.

Az enyvezett forgács nedvességtartalma definíció szerint

$$\varphi' = \frac{G_{NF} + G_{NK}}{G_F + G_{K, sz}} \cdot 100 = \frac{(G_{F, \varphi} - G_F) \cdot 100}{G_F + G_M + G_L} + \frac{(G_M + G_L) \cdot (100-c) \cdot 100}{(G_F + G_M + G_L) \cdot c} \%$$

Behelyettesítve $G_{F, \varphi}$, G_M és G_L (8), (5) és (6) alatti értékeit, kapjuk

$$\begin{aligned} \varphi' &= \frac{\left[G_F \frac{(\varphi+100)}{100} - G_F \right] \cdot 100}{G_F + G_F \frac{\kappa}{100} + G_F \frac{\xi \cdot \kappa}{100^2}} + \frac{\left(G_F \frac{\kappa}{100} + G_F \frac{\xi \cdot \kappa}{100^2} \right) (100-c) \cdot 100}{\left(G_F + G_F \frac{\kappa}{100} + G_F \frac{\xi \cdot \kappa}{100^2} \right) \cdot c} = \\ &= \frac{\varphi}{1 + \frac{\kappa}{100^2} (100 + \xi)} + \frac{\frac{\kappa}{100} \cdot (100 + \xi) \cdot (100 - c)}{\left[1 + \frac{\kappa}{100^2} (100 + \xi) \right] \cdot c} \end{aligned}$$

Mint hogy a fűrészforgács kötőanyag tartalma definíció szerint

$$\begin{aligned} \kappa' &= \frac{G_{K, sz}}{G_F} \cdot 100 = \frac{G_M + G_L}{G_F} \cdot 100 = \frac{G_M + \frac{\varepsilon \cdot G_M}{100}}{G_F} \cdot 100 = \\ &= \kappa + \frac{\varepsilon \cdot \kappa}{100} = \frac{\kappa}{100} (100 + \varepsilon) \% \end{aligned} \quad (11)$$

κ' helyettesítésével írható

$$\begin{aligned} \varphi' &= \frac{\varphi}{1 + \frac{\kappa'}{100}} + \frac{\kappa'(100 - c)}{(1 + \frac{\kappa'}{100}) \cdot c} = \frac{100 \varphi}{100 + \kappa'} + \\ &+ \frac{\kappa'(100 - c) \cdot 100}{(100 + \kappa') \cdot c} \end{aligned}$$

Ez utóbbi kifejezés második tagjában a

$$\frac{(100 - c) 100}{c} = \varphi_K = \frac{G_{NK}}{G_M + G_L} \cdot 100 ,$$

vagyis a kötőanyag nedvességtartalmával azonos. Az enyvezett fűrészforgács nedvességtartalma tehát

$$\varphi' = \frac{100 \varphi}{100 + \kappa'} + \frac{\kappa' \cdot \varphi_K}{100 + \kappa'} \% \quad (12)$$

egyenlettel számítható, ahol

- φ - a fűrészforgács enyvezés előtti nedvességtartalma %-ban,
- φ_K - a kötőanyag nedvességtartalma %-ban,
- κ' - pedig az enyvezett fűrészforgács kötőanyagtartalma %-ban
($\kappa' = \frac{\kappa}{100} (100 + \varepsilon)$)

φ' (12) képletében mindkét tag (forgácsnedvesség és kötőanyagnedvesség, a száraz súlyra vonatkoztatva) változik a kötőanyag felhordás után, mert a szabad víz a kötőanyagból a fába diffundál. Ez a fontos diffúziós folyamat kvantitatíve nem ismert.

Ha az enyvezett forgácsból képezett forgácspaplanra utólag még G_V (kg) mennyiségű vizet permetezünk (gőzlökéses eljárás), akkor a forgácspaplan préselés előtti nedvességtartalmát leíró egyenlet három tagból áll.

$$\varphi'' = \frac{100 \varphi}{100 + \kappa'} + \frac{\kappa' \cdot K}{100 + \kappa'} + \frac{100 G_V}{G_P} \% , \quad (13)$$

ahol $G_p = \frac{G_F}{100} (100 + \kappa')$, a forgácspaplan száraz súlyát jelenti.

A kísérleti fűrészforgácslapok készítésekor a forgácspaplan nedves-tartalma a (13) egyenlettel számítva 13-14% volt. Az előpréselt lapszőnyeg mindkét oldalára 100 p/m² mennyiségű vizet permeteztünk, a gyorsabb és egyenletesebb átmelegedés érdekében. A fűrészforgácslapok préselése alumínium-védőlemezek között, 160°C hőmérsékleten történt, 8 percig, 15 kp/cm² fajlagos zárási nyomáson.

A vizsgálatok előtt a fűrészforgácslapok nedvességtartalmát 7%-ra állítottuk be kondicionálással. A mintalapoknál hajlítoszilárdságot (DIN 52 362) és vastagsági dagadást (DIN 52 364) mértünk. A méréssorozatok átlagértékeit (15 mérési adatból számítva) matematikai-statisztika segítségével jellemeztük és az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázati átlagokat grafikusán az 1. és 2. ábra szemlélteti. A vizsgálati eredmények szerint mind a tölgy-, mind a bükkforgácsnál a szemcse-nagyság függvényében a hajlítoszilárdság maximumot ér el a 3x3 mm² lyukméretű szitán áthulló és a 0,7 x 0,7 mm² lyukméretű szitán fennmaradó C- és D-forgácsfrakcióknál. Ugyanakkor a vastagsági dagadás minimumot mutat, ami arra enged következtetni, hogy eme szitafrakciók ragaszthatósága a legkedvezőbb. A 0,7x0,7 mm² lyukméretű szitán áthulló E-forgácsfrakció viszont már észrevehetően lerontja a fűrészforgácslapok hajlítoszilárdságát, de főként vastagsági méretváltozását. Meggondolandó ezért, hogy ezt a forgácsfrakciót a minőségromtó hatásra való tekintettel célszerű-e nyersanyagként felhasználni. Mint érdekesség megállapítható továbbá, hogy a nyújtott kötőanyag alkalmazásával ilyen térfogatsúlyú fűrészforgácslapoknál is számottevő szilárdságnövekedést érhetünk el, ugyanugy mint ez korábban a célforgácsból előállított forgácslapoknál kimutatható volt (4). A nyújtott kötőanyaggal ragasztott fűrészforgácslapok hajlítoszilárdsága ugyanis átlagosan mintegy 10 kg/cm²-rel magasabb, mint a tiszta műgyantával ragasztott lapoké.

Figyelmet érdemel még az a tapasztalat, hogy a tölgy-fűrészforgácsból kb. 10 kp/cm²-rel magasabb hajlítoszilárdságú lapok állíthatók elő, mint bükk-fűrészforgácsból, azonos kötőanyagtartalom és térfogatsúly mellett. A tölgy-fűrészforgácsból készült lapoknál ezenkívül a vastagsági méretváltozás is alacsonyabb érték.

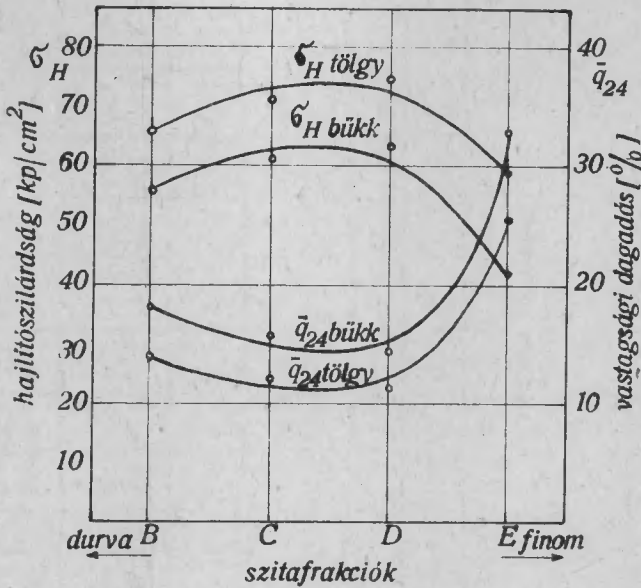
1.1 Enyvezett fűrészforgács kötőanyagtartalmának és a forgácsenyvezés egyenletességének vizsgálata

A fűrészforgács kötőanyagtartalmának vizsgálata a lapokba ténylegesen bevitt kötőanyag mennyiségének (kötőanyagkihasználás) meghatározása és az enyvezés egyenletességének, vagyis a kötőanyagtartalom szórásának jellemzése szempontjából jelentős. A fűrészforgács kötőanyagtartalmának meghatározására kidolgozott megbízható számítási eljárás lehetővé teszi ama kérdés tisztázását is, hogy a különböző szemcseméretű forgácsfrakciók együttes enyvezésekor a kötőanyagtartalom hogyan változik az egyes szitafrakcióknál.

1. táblázat

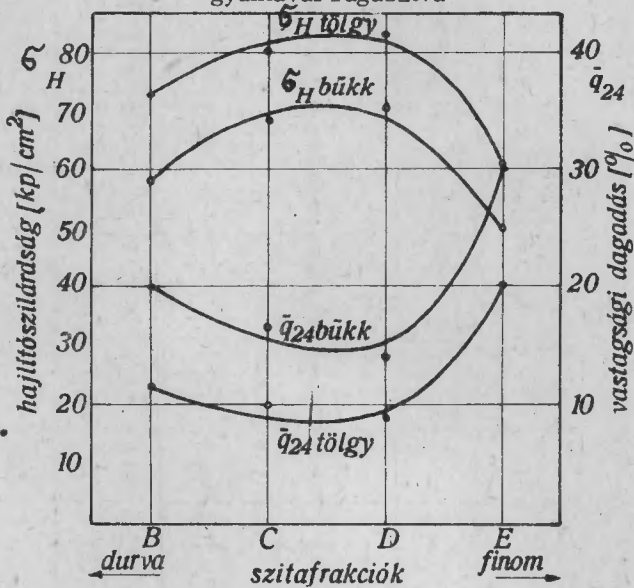
Tiszta és nyújtott karbamid-formaldehid műgyantával ragasztott bükk és tölgy fűrészforgácslapok hajlítózsilárdsága és vastagsági dagadása a fűrészforgács szemcse nagyságának függvényében (31 x 38 x 1,6 cm méretű, 0,6 g/cm³ térfogsúlyu, egyrétegű lapok, kötőanyag-tart. 8%, préselési idő 8 perc, préselési hőmérséklet 160°C)

Szita-frakciók	Fa-faj	Hajlítózsilárdság kp/cm ²										Vastagsági dagadás %									
		tiszta műgyanta					nyújtott műgyanta					tiszta műgyanta					nyújtott műgyanta				
		$\bar{\sigma}_H$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	$\bar{\sigma}_H$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	\bar{q}_{24}	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	\bar{q}_{24}	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%
B (3x3 mm ²)	bükk tölgy	56	6	5	10,7	8,9	58	6	5	10,3	8,6	18,1	1,8	1,5	9,9	8,3	19,8	2,0	1,6	10,1	8,1
		66	8	6	12,1	9,1	73	7	5	9,6	6,9	14,0	1,1	0,8	7,9	5,7	11,1	0,9	0,7	8,1	6,3
C (1,5x1,5 mm ²)	bükk tölgy	61	6	5	9,8	8,2	68	9	6	13,2	8,8	15,6	1,3	1,0	8,3	6,4	16,4	1,4	1,1	8,5	6,7
		71	7	5	9,9	7,0	80	8	6	10,0	7,5	12,0	1,1	0,9	9,2	7,5	9,8	1,0	0,8	10,2	8,2
D (0,7x0,7 mm ²)	bükk tölgy	63	7	5	11,1	7,9	70	5	4	7,1	5,7	14,4	1,2	0,9	8,3	6,3	13,9	1,1	0,8	7,9	6,1
		74	7	5	9,5	6,8	83	9	7	10,8	8,4	11,3	0,9	0,7	8,0	6,2	9,1	0,7	0,5	7,7	5,5
E	bükk tölgy	42	5	4	11,9	9,5	50	7	5	14,0	10,0	32,8	2,6	2,0	7,9	6,1	30,1	2,5	2,0	8,3	6,7
		59	6	5	10,2	8,5	61	7	5	11,5	8,2	25,5	2,4	1,8	9,4	7,1	20,2	2,1	1,8	10,4	8,9



1. ábra

Fűrészforgácslapok hajlítószilárdsága és vastagsági dagadása a fűrészforgács szemcse nagyságának függvényében, tiszta műgyantával ragasztva



2. ábra

Fűrészforgácslapok hajlítószilárdsága és vastagsági dagadása a fűrészforgács szemcse nagyságának függvényében, rozsliszttel nyújtott műgyantával ragasztva

Az enyvezett fűrészforgács kötőanyagtartalmának meghatározását Klauditz, W. és Meyer, K. ismert módszerei alapján végeztük el (5). A vizsgálati módszerek ellenőrző összehasonlításakor a kapott mérési eredmények alapján azt találtuk, hogy a perhydrolos-kénsavas gyors feltárással nem kapunk elfogadható eredményeket. Ezért a forgácsfrakciók kötőanyagtartalmának meghatározására a lassabb Kjeldahl-féle roncsoláson alapuló vizsgálati módszert választottuk.

A Kjeldahl-módszernél tömény kénsavval tárjuk fel a forgácsmintát. A kénsavas oldatból az össznitrogént Parnas-féle ammóniadesztilláló készülékben határozzuk meg. A meglugosított oldatból vizgőzzel kihajtjuk az ammóniát, amit n/10 sósavval kötünk meg és a feleslegben levő savat n/10 nátronlúggal visszatitráljuk.

Mivel a fűrészforgácsot rozsliszttel nyújtott karbamidgyantával enyveztük, és a rozsliszt is tartalmaz nitrogént, a műgyanta- és kötőanyagtartalom meghatározására új számítási módszert kellett kidolgozni. Nyújtott műgyanta esetében ugyanis az ismert Klauditz-Meyer-féle képletek (5) nem használhatók. Szükséges volt a számítási módszer tisztázása azért is, mert a Klauditz - Meyer szerinti meghatározási módszernél a kötőanyagtartalom a forgácslap atro sulyára van vonatkoztatva, nem pedig a faforgács atro sulyára, mint az a forgácslapgyártás gyakorlatában általánosan elfogadott.

Az analitikailag meghatározott össznitrogén (N) g-ban nyújtott kötőanyagánál a műgyantaszárazanyag (N_M), az edző (N_E), a rozsliszt (N_L) és a faforgács (N_F) nitrogéntartalmából tevődik össze. Az előzőekben a forgácslap műgyantataralmát a (2) egyenlettel már definiáltuk. E szerint a műgyantataralom

$$\begin{aligned} \kappa &= \frac{G_M}{G_F} \cdot 100 = \frac{G_M}{G_{Sz} - (G_M + G_L)} \cdot 100 = \\ &= \frac{100 \cdot G_M}{G_{Sz} - (G_M + \frac{\varepsilon \cdot G_M}{100})} = \frac{100 G_M}{G_{Sz} - \frac{G_M}{100} (100 + \varepsilon)} \cdot \% \end{aligned} \quad (14)$$

ahol G_M - a bemérésben levő műgyantaszárazanyag sulya g-ban,
 G_{Sz} - a bemért száraz analizisanyag sulya g-ban,
 G_L - pedig a bemérésben levő nyújtóanyag (liszt) sulya g-ban.

A műgyantaszárazanyag nitrogéntartalma fenti jelölésekkel

$$n_M = \frac{N_M}{G_M} \cdot 100 \% \quad (15)$$

amiből

$$G_M = \frac{N_M}{n_M} \cdot 100$$

következik. Helyettesítsük G_M értékét (14)-be: ekkor a

$$\kappa = \frac{N_M \cdot 10^4}{n_M \cdot G_{Sz} - N_M (100 + \xi)} \% \quad (16)$$

összefüggést kapjuk. Mivel pedig egyrészt

$$N_M = N - (N_E + N_L + N_F) \quad (17)$$

másrészt pedig a műgyantaszárazanyag nitrogéntartalmának részaránya (b) az edző, rozsliszt és műgyanta össznitrogén-tartalmához viszonyítva

$$b = \frac{N_M}{N_M + N_E + N_L} = \frac{1}{1 + \frac{N_E + N_L}{N_M}}$$

következik, hogy

$$N_E + N_L = N_M \left(\frac{1 - b}{b} \right)$$

Ez utóbbi kifejezést (17)-be helyettesítve kapjuk

$$N_M + N_M \left(\frac{1 - b}{b} \right) = N - N_F$$

amiből

$$N_M = b (N - N_F)$$

következik. N_M értékét (16)-ba helyettesítve

$$\kappa = \frac{(N - N_F) b \cdot 10^4}{n_M \cdot G_{Sz} - (N - N_F) \cdot b \cdot (100 + \xi)} \% \quad (18)$$

képlethez jutunk, amelynek segítségével a nyújtott kötőanyaggal enyvezett fűrészforgács műgyantatartalma kiszámítható. A képletben levő jelölések

κ - a forgácslap (fűrészforgács) műgyantatartalma %-ban,

N - az analitikailag meghatározott össznitrogén g-ban,

N_F - a bemért forgácsban levő nitrogén g-ban,

$$N_F = \frac{G_{Sz} \cdot a \cdot n_F}{100} \quad (g),$$

amelyben G_{Sz} - a bemérés, $a = \frac{G_F}{G_{Sz}}$, a faforgács részaránya az abszolút száraz lapsúlyban, normál 8% kötőanyagtartalom (mügyanta + liszt) tartalom esetén $a = 0,92$, n_F - pedig a faforgács százalékos nitrogéntartalma (bükknél 0,17%, tölgnél 0,20%, lucfenyőnél 0,11%, nyárfánál 0,10% stb.).

b - a mügyanta-nitrogén részaránya az edző, rozsliszt és mügyanta össznitrogénben,

$$b = \frac{1}{1 + \frac{g_E \cdot c_E \cdot n_E + g_L \cdot n_L}{g_M \cdot c_M \cdot n_M}}$$

ahol $\frac{g_E}{g_M}$ az edző és a mügyanta, $\frac{g_L}{g_M}$ pedig a rozsliszt és mügyanta keverékének súlyarányát jelenti, c_E -, ill. c_M - az edző-, ill. mügyantaszárazanyag koncentrációját g/g-ban, n_E , n_L , n_M pedig az edző-, rozsliszt - és a mügyantaszárazanyag százalékos nitrogéntartalma.

A forgácslap κ - mügyantatartalmának ismeretében a kötőanyagtartalmat a (11) összefüggés alapján számíthatjuk. E szerint

$$\kappa' = \frac{\kappa}{100} (100 + \varepsilon) \quad \%$$

ahol ε - a mügyanta liszt tartalma %-ban ($\varepsilon = \frac{G_L}{G_M} \cdot 100$)

Fentieket számítási példával világítjuk meg. Rozsliszttel nyújtott karbamidgyantával enyvezett bükkforgács ($n_F = 0,17\%$) κ' - kötőanyag tartalmát kell meghatározni. A karbamidgyanta szárazanyag tartalma (liszt nélkül) $c_M = 50\%$, nitrogéntartalma pedig $n_M = 31,5\%$, a szárazanyagra vonatkoztatva. Az edzőre vonatkozó megfelelő értékek: $c_E = 30\%$, $n_E = 21,6\%$, a rozsliszt nitrogéntartalma $n_L = 3,1\%$. Az edző és mügyanta keverési aránya $\frac{g_E}{g_M} = \frac{1}{100}$, a rozsliszt és mügyantáé $\frac{g_L}{g_M} = \frac{15}{100}$. A bemért 0,5 g absz. száraz analizisanyag

vizsgálatakor a talált nitrogénmennyiség $N = 10,5 \cdot 10^{-3}$ g. Eme adatokkal (a = 0,92 értéket felvéve) N_F és b - számértékei

$$N_F = \frac{0,5 \cdot 0,92 \cdot 0,17}{100} = 0,782 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$b = \frac{1}{1 + \frac{1 \cdot 30 \cdot 21,6 + 15 \cdot 3,1}{100 \cdot 50 \cdot 31,5}} = 0,996$$

κ értéke tehát (18) szerint

$$\kappa = \frac{(10,5 \cdot 10^{-3} - 0,782 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,996 \cdot 10^4}{31,5 \cdot 0,5 - (10,5 \cdot 10^{-3} - 0,782 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,996 (100+30)} = 6,68\%$$

A forgácslap kötőanyagtartalma pedig $\kappa' = \frac{6,68}{100} (100+30) = 8,64\%$.

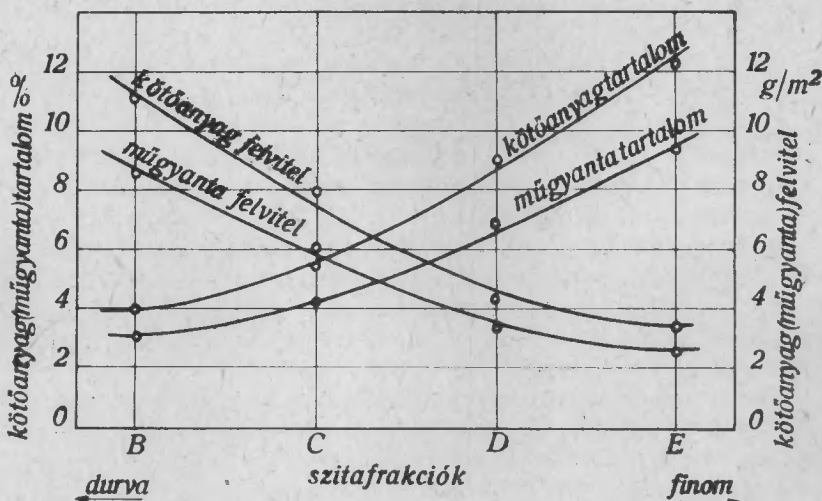
A kötőanyagtartalom meghatározásának pontossága az analitikai módszer pontosságától függ. A Kjeldahl-módszerrel igen jól reprodukálható eredményeket kapunk. Több párhuzamos mérés esetén 8% névleges kötőanyagtartalom mellett az analízis eredménye csupán 7,96-8,04% között változik.

Az enyvezés egyenletességének, vagyis a kötőanyagtartalom szórásának jellemzése céljából a frakciókra bontott fűrészforgács enyvezésekor egyrészt az enyveződob különböző helyeiről, másrészt pedig az utókeverési idő függvényében ugyanazon helyről vettünk ki mintákat és meghatároztuk azok kötőanyagtartalmát. Mint azt említettük a perhydrolos-kénsavas feltárással igen magas, 13 - 31% között változó kötőanyagtartalmat kaptunk, a bükk-fűrészforgács különböző frakcióinak enyvezésekor. Ezt a meghatározási módszert ezért a továbbiakban nem alkalmaztuk.

A Kjeldahl - féle tömény kénsavas roncsolással és az ismertített számítási módszerrel nyújtott kötőanyag használata esetén is megbízható eredményeket kaptunk. Konstans 8% névleges kötőanyagtartalom mellett a forgácsfrakciók fajlagos kötőanyagtartalma 5-15% között változik, ami azt mutatja, hogy a laboratóriumi enyvezőgépnél az enyvfelhordás nem egyenletes, és a kötőanyagtartalom a különböző átlagos szemcseméretű forgácsfrakciónál külön enyvezés esetén sem tekinthető azonosnak.

Az utókeverési idő növelésével az enyvezés egyenletessége javul, vagyis a kötőanyagtartalom szórása csökken. 5 perc utókeverési idő után a kötőanyagtartalom szórása már csak $\pm 1,0\%$, s ennél fogva a fajlagos kötőanyagfelvitel az egyes forgácsokon közel azonos. Enyvezésekor ezért minden esetben az 5 perc utókeverési időt betartottuk, a kötőanyag kiszórása után.

Mivel a fűrészforgácslap szilárdságának kialakulása a forgács alakja és a fafaj mellett a lap, valamint az egyes forgácsok kötőanyagtartalmától is függ, az enyvezés hatásfokának értelmezéséhez meghatároztuk a különböző



3. ábra

A kötőanyag (mügyanta) - tartalom és fajlagos felvitel bükk-fü-részforgács enyvezésekor, a szemcsenagyság függvényében

szemcsenagyságu szitafrakciók enyvezésekor a kötőanyagtartalmat az egyes forgácsfrakcióknál. Az enyvezett fűrészforgácsot a már említett szitafrakciókra bontottuk, s meghatároztuk azok kötőanyagtartalmát a Kjeldahl-eljárással. Az eredmények a 3. ábrán vannak feltüntetve.

Mint látható a kötőanyagtartalom a fűrészforgács fajlagos felületével növekszik. Míg az aránylag durva B-szitafrakciónál a kötőanyagtartalom mindössze 4,0%, az E-finomfrakciónál viszont 12,2%. A mügyantatartalom hasonlóképpen változik a szemcsenagyság függvényében, csak a felvett értékek kisebbek. Ha a kötőanyagtartalomból kiszámítjuk a fajlagos kötőanyagfelvitelt, a B- szitafrakcióra pl. 11,2 g/m² kötőanyagfelvitel adódik, a finomabb E-frakcióra pedig csupán 3,4 g/m². A fajlagos felület és kötőanyagfelvitel ismert relációjánál fogva tehát a B- és C-szitafrakciókat a szükségesnél kevesebb, a D- és E-frakciókat pedig több kötőanyaggal enyvezzük. Azt a kérdést, hogy a fűrészforgácsok különböző enyvezési foka, hogyan befolyásolja a szilárdság kialakulását, még behatóbban tanulmányozni kell. Célszerű lehet a legfinomabb forgácsfrakciót elkülöníteni, és adott esetben a durva forgács utóáprításával a fűrészforgács homogenizálását elvégezni. A homogenizálás mellett szólnak eljárás technológiai szempontok is, így pl. a forgácsszárítás, -enyvezés és -terítés folyamatának zavartalan biztosítása.

A szóró-keverő forgácsenyvezésnél a finomforgács zavaró hatása abban jelentkezik, hogy a forgó dobban csomóképződést okoz, s ezzel gátolja az egyenletes forgácsenyvezést a kötőanyag porlasztásakor. A fűrészforgács hatékony enyvezése ezért speciális enyvezéstechnológiai módosítások alkalmazását teszi szükségessé, a célforgács enyvezéséhez hasonlítva.

2,0 A KÖTŐANYAGTARTALOM ÉS MŰSZAKI TULAJDONSÁGOK
(TÉRFOGATSÚLY, SZILÁRDSÁG, HIGROSZKÓPOSSÁG)
ÖSSZEFÜGGÉSEINEK KISÉRLETI VIZSGÁLATA
BÜKK-FÜRÉSZFORGÁCSLAPOKNÁL

A butor- és építőiparban felhasznált félnehéz forgácslapok térfogat-súly - tartománya ($450 < \rho < 750$) feloleli a jelenleg gyártott forgácslapok tul-nyomó többségét. A forgácslapok átlagos térfogatsúlya 600 kp/m^3 körüli, vagy ennél magasabb érték. A normál butoripari forgácslapok tehát fajlagosan ne-hezebbek, mint a nyersanyagként feldolgozott fafajok. Ez azt jelenti, hogy a faforgácsok tömörítve vannak a forgácslapban. Kivételt képeznek az építé-szetben felhasznált könnyű hőszigetelő és akusztikai lemezek, amelyeknek fel-ső térfogatsúly-határa 450 kp/m^3 .

Kísérleti munkánk a kemény-lombos keretfűrészforgács feldolgozása irányában, a kötőanyagtartalom, térfogatsúly és szilárdság összefüggéseinek tisztázására irányult, a félnehéz butoripari forgácslapoknál, és az építészetben felhasznált könnyű szigetelőlapoknál. Általánosan ismert, hogy a forgács-lapok műszaki tulajdonságai (szilárdság, higroszkóposság) a kötőanyagarta-lom és a térfogatsúly függvénye. Ezek változtatásával a legkülönbözőbb tulaj-donságu forgácslapok állithatók elő. Minthogy azonban a kötőanyag fontos gaz-daóságossági tényező is, elsőrendű feladat annak megállapítása, hogy a fűrész-forgácslapok elírt műszaki tulajdonságai milyen minimális kötőanyagarta-lommal biztosíthatók.

A kötőanyagartalomnak a forgácslapok térfogatsúlyára és fizikai-me-chanikai tulajdonságaira gyakorolt hatásait már korábban behatóan megvizs-gálták (6). Vannak adatok a forgácslapok térfogatsúlya és a szilárdság közötti korreláció vonatkozásában is (7). Fűrészforgácslapoknál azonban, különösen kemény-lombos fűrészporból előállított forgácslapoknál eme kérdéseket szisz-tematikusan még nem vizsgálták.

A forgácslapok gyártásakor - mint azt említettük - a forgácsok nagy részét maradó tömörítésnek vetjük alá. A préselési nyomás megszüntetése után a visszarugási erőt a beágyazott mügyanta fogja fel. A forgácslap tér-fogatsúlyát általánosságban három tényező határozza meg, mégpedig a fa atro térfogatsúlya (ρ'_{oF}), a fa tömörítési foka (i) és a kötőanyagtartalom ($\kappa' = \frac{\kappa}{100} \cdot (100 + \xi)$). A forgácslap atro térfogatsúlya ugyanis eme tényezők függvényeként a következő alakban írható fel:

$$\rho_o = \rho'_{oF} + \frac{\kappa' \cdot \rho'_{oF}}{100} = \frac{\rho'_{oF}}{100} (100 + \kappa) \text{ (kp/m}^3\text{)} \quad (19)$$

A fának tömörítési utáni ρ'_{oF} térfogatsúlya a tömörítési fok ismereté-ben kifejezhető. A tömörítési fok definíció szerint

$$i = \frac{\gamma'_{oF} - \gamma_{oF}}{\gamma'_{oF}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\gamma_{oF}}{\gamma'_{oF}}\right) \cdot 100 \quad (\%) \quad (20)$$

amiből

$$\gamma'_{oF} = \frac{\gamma_{oF} \cdot 100}{100 - i}$$

γ'_{oF} értékét (19)-be helyettesítve a

$$\gamma_o = \frac{\gamma_{oF}}{100 - i} \cdot (100 + \kappa') \text{ kp/m}^3 \quad (21)$$

összefüggést kapjuk. Az összefüggés szerint ugyanazon tömörítési fok és kötőanyagtartalom mellett a keményfából előállított forgácslapok térfogatsulya magasabb, mint az alacsony térfogatsulyu, lágyfából készült forgácslapoké. Ha pl. $i = 25\%$ tömörítési fok mellett bükkfából ($\gamma_{oF} = 680$) és lucfenyőből ($\gamma_{oF} = 430$) állítunk elő 8% kötőanyagtartalmu forgácslapokat, bükkfánál

$$\gamma_o = \frac{680}{75} \cdot 108 = 980 \text{ kp/m}^3,$$

lucfenyőből pedig

$$\gamma_o = \frac{430}{75} \cdot 108 = 620 \text{ kp/m}^3$$

térfogatsulyu forgácslapokat kapunk.

Állandó tömörítési fok és kötőanyagtartalom mellett a (21) egyenlet értelmében a forgácslap térfogatsulya egyenesen arányos a fa atro térfogatsulyával:

$$\gamma_o = k \cdot \gamma_{oF}$$

ahol $k = \frac{100 + \kappa'}{100 - i}$. A térfogatsuly és kötőanyagtartalom összefüggése pedig

$$\gamma_o = \alpha + \beta \cdot \kappa' \quad (22)$$

alaku, amelyben $\alpha = \frac{100 \cdot \gamma'_{oF}}{100 - i}$, $\beta = \frac{\alpha}{100}$

A (22) egyenlet szerint a forgácslap térfogatsulya és a kötőanyagtartalom között lineáris függvénykapcsolat áll fenn. Ha a mechanikai szilárdság (6) és kötőanyagtartalom közötti összefüggés is lineáris,

vagyis

$$\sigma = \xi + \delta \cdot \kappa'$$

alakú, akkor a szilárdság és térfogatsúly hányadosa az ún. alkalmassági szám állandó, tehát

$$\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\alpha}{\xi} = \text{const.}$$

aminek feltétele, hogy az α és ξ állandók értéke egyidejűleg zérus. Ez a feltevés azonban csak fánál teljesül, s ennél fogva fánál a szilárdság arányos a térfogatsúllyal, tehát lineáris regressziókkal számolhatunk. Forgácslapoknál a műgyantahozzáadást és tömörítés következtében az α és ξ állandók általában zérustól eltérnek, a $\frac{\sigma}{\rho}$ hányados ezért κ' -től függ. Forgácslapoknál tehát a mechanikai szilárdság általában nem számítható át más térfogatsúlyra a regressziók kísérleti ellenőrzése nélkül.

A (22) összefüggés értelmében a térfogatsúly arányos a kötőanyag-tartalommal, ha a tömörítési fok állandó. Ebből következik, hogy a kötőanyag-tartalom hasonló módon befolyásolja a forgácslapok tulajdonságait, mint a térfogatsúly.

A fűrészforgácslapok kötőanyag-tartalma és műszaki tulajdonságai közötti összefüggéseket 700 kp/m^3 és 400 kp/m^3 térfogatsúlyú forgácslapok vizsgálatával tisztáztuk. A forgácslapokba 5, 10, 15 és 20% kötőanyagot [atro nyújtott műgyanta /atro forgács] vittünk be és a korábban már részletezett optimális ragasztástechnikai paraméterek betartása mellett $31 \times 38 \times 1,6 \text{ cm}$ méretű fűrészforgácslapokat préseltünk a 6% netto nedvességtartalomra leszáritott bükk-fűrészforgácsból. A rendelkezésre álló fűrészforgácsból a legfinomabb (E) és a legdurvább (A) szitafrakciót eltávolítottuk és a visszamaradó B-, C- és D-szitafrakciókkal végeztük a kísérleteket. A felhasznált kötőanyag ipari rozsliszttel 600 cP viszkozitásértékre beállított karbamidgyanta (nyújtási fok 15%) volt, amit Schlick-rendszerű örvényáramú szórófejekkel szórtunk a forgácsra, ugyanúgy, mint azt előbb részletesen tárgyaltuk. Hideg elősajtolás után a tömörített lapok mindkét oldalára 100 g/m^2 mennyiségű vizet permeteztünk, a gyorsabb átmelegedés érdekében. A ragasztási hőmérséklet 160°C , a préselési idő pedig 8 perc volt.

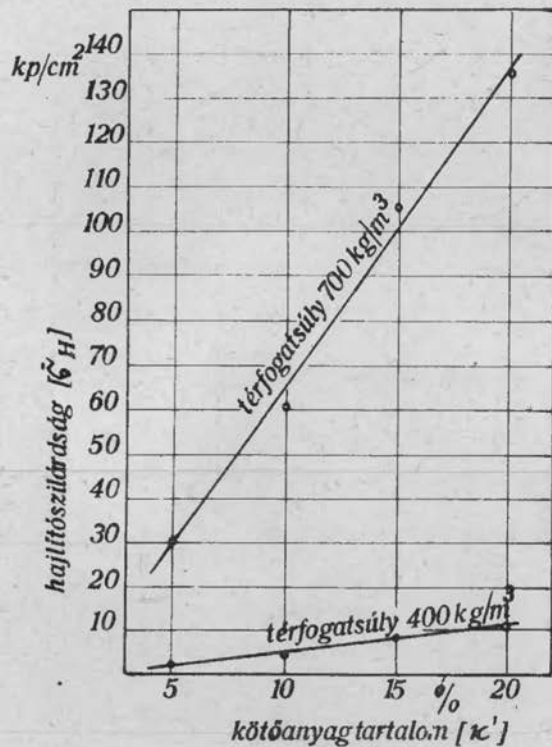
A fűrészforgácslapoknál hajlítoszilárdságot (DIN 52 362), lapleemelőszilárdságot (DIN 52 365) és vastagsági dagadást (DIN 52 364) határoztunk meg. A mérésorozatok átlagértékeit (15 mérési adatból számítva) matematikai-statisztikai segítségével jellemeztük és a 2. táblázatban foglaltuk össze.

A vizsgálati eredmények szerint mind a 400 , mind a 700 kp/m^3 térfogatsúlyú forgácslapoknál a hajlítoszilárdság lineárisan növekszik a gyantataralommal, a vizsgált intervallumban (4. ábra). A lucfenyő és erdei fenyő keretfűrészforgácsból előállított $\kappa = 8\%$ kötőanyag-tartalmú és 600 kp/m^3 térfogatsúlyú forgácslapokra Klauditz által (8) közölt $80\text{--}100 \text{ kp/cm}^2$ hajlítoszilárdságot azonban a 700 kp/m^3 térfogatsúlyú bükk-fűrészforgácslapoknál csak 12–15% kötőanyag bevitelével érhetjük el. A 400 kp/m^3 térfogatsúlyú fűrészforgácslapok hajlítoszilárdsága pedig már olyan alacsony, hogy ilyen térfogatsúlyú lapok gyártása gyakorlatilag nem jöhet számításba.

2. táblázat

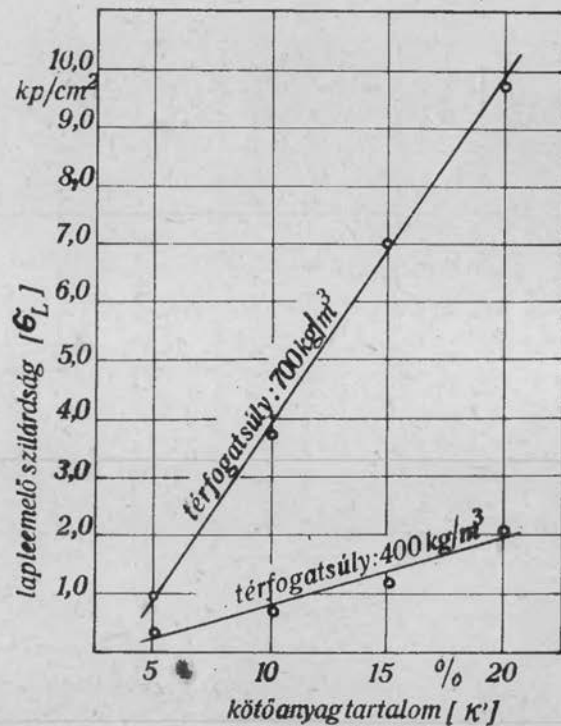
Bükk-fűrészforgácslapok műszaki tulajdonságai a kötőanyagtartalom függvényében (31 x 38 x 1,6 cm méretű, egyrétegű lapok, préselési idő 8 perc, préselési hőmérséklet 160°C)

Kötő- anyag- tarta- lom %	Térfo- gatsuly kp/m ³	Hajlítoszilárdság kp/cm ²					Lapleemelőszilárdság kp/cm ²					Vastagsági dagadás 24 órás %				
		$\bar{\epsilon}_H$	+s	+m	v%	p%	$\bar{\epsilon}_L$	+s	+m	v%	p%	\bar{q}_{24}	+s	+m	v%	p%
5	400	2	0,1	0,1	5,0	5,0	0,3	-	-	-	-	24,9	2,4	2,1	9,6	8,4
	700	30	2,8	2,1	9,3	7,0	1,0	0,1	0,1	10,0	10,0	41,9	2,5	2,1	6,0	5,0
10	400	5	0,4	0,3	8,0	6,0	0,7	-	-	-	-	17,7	1,7	1,6	9,6	9,0
	700	60	5,5	4,3	9,2	7,2	3,7	0,3	0,2	8,1	5,4	27,5	1,6	1,2	5,8	4,4
15	400	9	0,8	0,6	8,9	6,7	1,2	0,1	0,1	8,3	8,3	11,7	1,0	0,7	8,6	6,0
	700	105	10,1	7,7	9,6	7,3	7,0	0,6	0,4	8,6	5,7	16,5	1,4	1,1	8,5	6,7
20	400	11	1,0	0,8	9,1	7,3	2,0	0,2	0,1	10,0	5,0	8,3	0,8	0,6	9,6	7,2
	700	135	12,3	9,2	9,1	6,7	9,7	0,9	0,7	9,3	7,2	13,1	1,4	1,1	10,7	8,4



4. ábra

Bükk-fűrészforgácslapok hajlítószilárdsága a kötőanyagtartalom függvényében (paraméter:térfogatsúly)



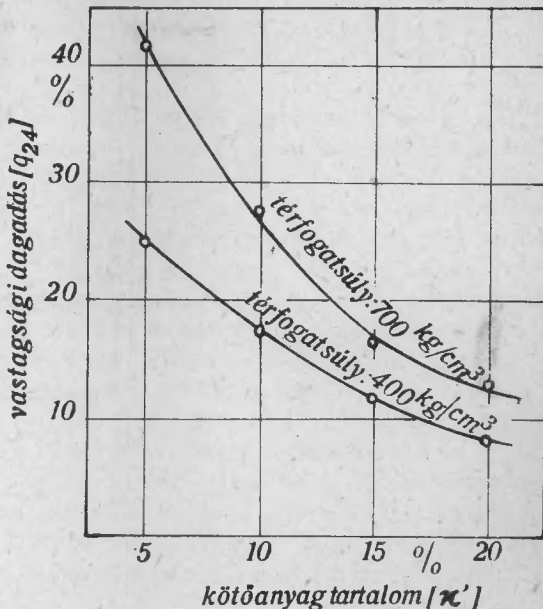
5. ábra

Bükk-fűrészforgácslapok lapleemelőszilárdsága a kötőanyagtartalom függvényében (paraméter:térfogatsúly)

A lapleemelőszilárdság a forgácslapok középrétegének a lapsíkra merőleges húzószilárdságát jellemzi. Fűrészforgácslapoknál a lapleemelőszilárdság kialakulására kedvező viszonyok adódnak, a rövid és minden irányban közel azonos méretű fűrészforgácsok beékelődő ragasztása következtében (8). A lapleemelőszilárdság ezért a fűrészforgácslapoknál aránylag magas (lásd 5. ábrán). Normál 8-10% kötőanyag-tartalom mellett a lapleemelőszilárdság 3-4 kp/cm², ami a félnehéz fűrészforgácslapok aránylag jó csavarállóságára utal.

A vastagsági méretváltozás görbéi a vártnak megfelelően csökkenő tendenciát mutatnak a kötőanyag-tartalom növekedésével (6. ábra). A vastagsági méretváltozás 24 órai vizes áztatáskor aránylag kicsi és alatta marad a célforgácsból készült, paraffinmentes forgácslapokénak. A vastagsági dagadás ugyanis 5-10% kötőanyag-tartalom és 700 kp/m³ térfogatsúly mellett csak 25-40% (400 kp/m³ térfogatsúlynál 17-25%), ami a kötőanyag-tartalom növekedésével még tovább csökken.

A vizsgálatokkal beigazoltuk, hogy tisztán bükk-fűrészforgácsból nem állíthatók elő - még magas kötőanyag-tartalom mellett sem - a félnehéz (450-750 kp/m³) és könnyű (450 kp/m³ alatt) térfogatsúly-tartományban olyan forgácslapok, amelyek kielégítik a gyakorlati felhasználás szilárdsági követelményeit a butor- és építőiparban. A butoripari felhasználásra alkalmas I. osztályu forgácslapokra az MSZ 6784 forgácslapszabvány min. 180 kp/cm² hajlítószilárdságot ír elő. Ez a követelmény a karbamidgyantával ragasztott egyrétegű, ún. "homogén" szerkezetű fűrészforgácslapokkal nem elégíthető ki. Megfelelő hajlítószilárdságú, butoripari felhasználásra alkalmas fűrészforgácslapok gyártásához tehát a többrétegű lemezfelépítést, az ún. "szendvics-szerkezetet" kell alkalmazni (szinelés különféle borítóanyagokkal), vagy pedig szilárdságnövelő szálal forgácsokat (célforgács, pozdorja) kell a fűrészforgácsokhoz keverni. Ugyanez vonatkozik a könnyű szigetelőlapok előállítására is, azzal a különbséggel, hogy a közép- vagy magréteg térfogatsúlyát növelni kell, a mechanikai stabilitás javítása érdekében.



6. ábra

Bükk-fűrészforgácslapok vastagsági dagadása a kötőanyag-tartalom függvényében (paraméter: térfogatsúly)

3, 0 A FELÜLETBORÍTÁS ÉS SZÁLÁS FORGÁCSOK SZILÁRDSÁG- ÉS MINŐSÉGJAVÍTÓ HATÁSÁNAK KISÉRLETI VIZSGÁLATA

A fűrészforgácslapoknak - mint az előzőekben láttuk - aránylag jó a lapleemelőszilárdsága, vastagsági méretváltozása, hő- és hangszigetelőképessége, a szeletelt célforgácsból készült forgácslapokéhoz viszonyítva. A fűrészforgácslapok minőségének javítása érdekében elvégzett vizsgálatok legtöbbször ezért a hajlítószilárdság növelésére irányult. Ez a cél elérhető a "szendvicsszerkezet" elvének megfelelő felületborításokkal (8, 9, 10). Felületborításokhoz javasolnak szeletelt célforgácsot, hajlításmerев, nagyfelületű lemezeket, papirlaminátokat (9). A hajlítószilárdság növelése elérhető ezenkívül szálás forgácsok (célforgács, len- és kenderpozdorja) bekeverésével is, mivel a vékony és keskeny forgácsok mint szilárdságnövelő elemek hatnak a forgácslapban (8).

A következőkben azzal szeretnénk foglalkozni, hogy a célnak megfelelő felületborításokkal és szálás forgácsok bekeverésével hogyan érhető el nagyobb hajlítószilárdság a kemény-lombos fűrészforgácslapoknál. Az alapvető célkitűzés: aránylag csekély ráfordítással a normál bútorigipari forgácslapokkal minőségileg egyenértékű fűrészforgácslapok előállítására.

3, 1 Célforgácsborítás (háromrétegű lapszerkezet) szilárdság- és minőségjavító hatásának vizsgálata

A forgácslapipar jelenlegi helyzetét a háromrétegű forgácslapok gyártása jellemzi. Ezeknél a borító- és középréteg forgácsanyagát és vastagságát eme rétegek tulajdonságkialakító szerepének megfelelően választják. A szendvicsszerkezet elvét azonban nemcsak forgácslapoknál, hanem számos más félgyártmánynál (butor-, ajtólapok stb.) is rendszeresen alkalmazzák. A magréteg borításának elsődleges célja természetesen a lapfelület esztétikai tulajdonságainak javítása, azonban egyidejűleg a lemezek elasztó-mechanikai tulajdonságai is nagymértékben javíthatók (10).

A hajlító- és húzószilárdság növelése szempontjából legfontosabb műszaki tényező a borítórétegek vastagsága és térfogatsúlya. A préseléskor felépő erősebb tömörödés következtében a borítórétegek térfogatsúlya általában mindig nagyobb, mint a középrétegé, még akkor is, ha a forgácspaplan felépítéséhez azonos jellegű forgácsokat használunk. A következőkben röviden számítási módszert ismertetünk - az egyrétegű forgácslapok korábban már tárgyalt számításához hasonlóan - melynek alapján a háromrétegű forgácslapok átlagos térfogatsúlya, kötőanyagtartalma és a forgácspaplan nedvességtartalma pontosan számítható. Ez a számítás ugyanis sokban eltér a már tárgyalt módszertől.

A háromrétegű forgácslapok átlagos térfogatsúlya az egyes rétegek térfogatsúlyának súlyozott középértékékként állítható elő. Ez érvényes a mügyanta-, nedvesség- vagy más abszolút száraz sulyra vonatkoztatott anyagkomponensre is. A háromrétegű forgácslapok átlagos térfogatsúlya ezek szerint

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum G}{\sum v} = \frac{\gamma_K \cdot (v-2s) + \gamma_B \cdot 2s}{v} = \gamma_K + \frac{2s}{v} (\gamma_B - \gamma_K) = \gamma_K + \lambda (\gamma_B - \gamma_K) \quad (23)$$

Az egyenletben γ_K - a középréteg térfogatsúlya, $\gamma_{B1} = \gamma_{B2} = \gamma_B$ - a borítóréteg térfogatsúlya, $s_1 = s_2 = s$ az egyik borítóréteg vastagsága, v - a lap teljes vastagsága, $v - 2s$ - a középréteg vastagsága, $\frac{2s}{v} = \lambda = \frac{\lambda_1 \cdot v + \lambda_2 \cdot v}{v} =$ = "borítási arány".

A $\bar{\gamma}$ térfogatsúlyu, háromrétegi forgácslapok előállítására nem a (23) definícióegyenlet alapján történik, hanem az alábbi összefüggés szerint

$$\frac{G_K + G_B}{F \cdot v} = \gamma_K \cdot (1 - \lambda) + \gamma_B \cdot \lambda = \bar{\gamma}, \quad (23a)$$

ahol a G_K és G_B - a közép- és borítóforgács súlya, F - a lapfelület, $v = f(p)$ - a forgácslap kívánt vastagsága, vagy annak a p -nyomástól való függvénye.

A (23a) egyenlet megoldásához két további összefüggés, nevezetesen a $\gamma_K = f(p)$ és $\gamma_B = f(p)$ szükséges. A nyersanyagtól függően, eme két függvénykapcsolat alapján a forgácslapgyártásnál meghatározott λ , illetve belső szerkezet alakul ki a készterméknél, a p présnyomás függvényében. Ha pl. a forgácslapok préselése előtt a borítóréteg forgácsanyagát nedvesítjük, akkor ezáltal $\gamma_B = f(p)$ változik, és konstans $\bar{\gamma}$ átlagos térfogatsúly mellett is változó λ és γ_K értékeket kapunk.

A forgács anyagára vonatkoztatott kötőanyag-, ill. víztartalmat háromrétegi forgácslapoknál hasonló elvek alapján számíthatjuk. A forgácslap átlagos kötőanyag-, ill. nedvességtartalmára pl. felírható

$$\bar{x} = \frac{\sum G_x}{\sum G_o} \cdot 100 = \frac{x_K \cdot \gamma_{oK} \cdot (v - 2s) + x_B \cdot \gamma_{oB} \cdot 2s}{\gamma_{oK} \cdot (v - 2s) + \gamma_{oB} \cdot 2s} \%.$$

s ennél fogva

$$\bar{x} \cdot \bar{\gamma}_o = x_K \cdot \gamma_{oK} (1 - \lambda) + x_B \cdot \gamma_{oB} \cdot \lambda,$$

illetve

$$\bar{x} = \frac{x_K}{1 + \varrho_1} + \frac{\varrho_1 \cdot x_B}{1 + \varrho_1} \% , \quad (24)$$

ha

$$\varrho_1 = \frac{G_{oB}}{G_{oK}} = \frac{\lambda \cdot \vartheta_{oB}}{(1 - \lambda) \cdot \vartheta_{oK}},$$

vagyis a borító- és középréteg sulyaránya.

Az egyenletben G_{oB} - a borítórétegek atro sulya, G_{oK} - a középréteg atro sulya, x_B - a borítóréteg %-os kötőanyag (nedvesség)-tartalma, x_K - a középréteg %-os kötőanyag (nedvesség)-tartalma, ϑ_{oB} - a borítóréteg atro terfogatsulya, ϑ_{oK} - a középréteg atro terfogatsulya, v , s és λ mint az előzőekben.

Az átlagos kötőanyagtartalom meghatározásához legalább négy mennyiséget kell ismerni, nevezetesen:

a középréteg κ_K kötőanyagtartalmát,

a λ - borítási arányt,

a $q = \frac{\vartheta_{oB}}{\vartheta_{oK}}$ tömörítési arányt és

a $k = \frac{\kappa_B}{\kappa_K}$ kötőanyagtartalom arányt, mely közelítően ≈ 2 .

Eme adatokkal a (24) egyenlet szerint

$$\bar{\kappa} = \frac{\kappa_K [1 + \lambda(q \cdot k - 1)]}{1 + \lambda(q - 1)} \% \quad (24a)$$

Háromrétegű forgácslapok gyártása esetén a forgácspaplan összedvesség-tartalma a borítóréteg φ'_B %, a középréteg φ'_K % nedvesség-tartalma és az utólag felpermetezett G_v kp vízmennyiség ismeretében a (24) egyenlettel felírható

$$\bar{\varphi}' = \frac{\varphi'_K}{1 + \varrho_1} + \frac{\varrho_1 \cdot \varphi'_B}{1 + \varrho_1} + \frac{100 G_v}{G_P} \%$$

vagy pedig fanedvességre, enyvnedvességre és felpermetezett vízmennyiségre felosztva

$$\bar{\varphi}' = \frac{\varrho_1}{1 + \varrho_1} \cdot \frac{100 \cdot \varphi_B}{(100 + \kappa_B^2)} + \frac{100 \varphi_K}{(1 + \varrho_1) \cdot (100 + \kappa_K^2)} +$$

$$+ \frac{\varrho_1}{(1 + \varrho_1)} \cdot \frac{\kappa'_B \cdot \varphi_{KA}}{100 + \kappa'_B} + \frac{\kappa'_K \cdot \varphi_{KA}}{(100 + \kappa'_K) \cdot (1 + \varrho_1)} +$$

$$+ \frac{100 G_v}{G_P}$$

A B és K index a borító- és középrétegre utal. A gyakorlatban szokásos φ forgácsnedvesség, κ' kötőanyagtartalom, ϱ_1 sulyarányok és G_v felpermetezett vízmennyiség számértékeinek behelyettesítésével meggyőződhetünk, hogy a vízpermetezés, vagy a borítóréteg nagyobb nedvességtartalma a forgácspaplan össznedvességtartalmát csak kismértékben (kb. 1%-kal) növeli.

A szendvicsszerkezet szilárdság- és minőségjavító hatásának kísérleti ellenőrzése céljából háromrétegű, 700 kp/m³ átlagos térfogatsúlyu és 8% átlagos kötőanyagtartalmu forgácslapokat készítettünk, 31 x 38 x 1,8 cm méretben. A vékony lapkás lucfenyő borítóforgács kötőanyagtartalma 12%, a bükk-fűrészforgács középrétegé pedig 6% volt (a borítóforgács jellemzését lásd a 3.3 fejezetpontban). A borítóforgács sulyarányát az összforgácsmennyiség 20 és 30 sulyszázalékának választottuk. A háromrétegű kombinált forgácslapokat egyébként az előzőekben már tárgyalt technológiai irányelvek szerint készítettük és vizsgáltuk meg hajlító- és lapleemelőszilárdság, valamint vastagsági méretváltozás szempontjából (3. táblázat).

A vizsgálati eredmények szerint a háromrétegű szerkezeti felépítés révén jelentős szilárdságnövekedés volt tapasztalható, az egyrétegű fűrészforgácslapokhoz viszonyítva. A borítóréteg 30% sulyaránya mellett a hajlítószilárdság kb. háromszorosára növekszik és csak kb. 20%-kal alacsonyabb a tiszta célforgácsból préselt lapok 230 kp/cm² hajlítószilárdságához képest. A lapleemelőszilárdság és vastagsági méretváltozás mindegyik háromrétegű lapnál azonos a tiszta fűrészforgácsból préselt egyrétegű lapokéval. Ennélfogva az összforgácsmennyiségnek mindössze 30%-át kitevő szeletelt célforgáccsal értékes borított fűrészforgácslapokat kapunk, amelyek a félnehéz térfogatsúlytartományban már kielégítik a gyakorlati felhasználás szilárdsági követelményeit a butor- és építőiparban.

Aránylag kevés, mintegy 20 sulyszázalék mennyiségű borítóréteg felvitelével is jelentős, kb. 150-160 kp/cm² hajlítószilárdság érhető el. Megállapítható tehát, hogy a célforgáccsal borított bükk-fűrészforgácslapok szilárdsági szempontból helyettesíthetik a szeletelt célforgácsból készült normál butoripari forgácslapokat. A fűrészforgács alacsony karcsusági foka, és minden irányban közel azonos mérete következtében a kombinált forgácslapok lapleemelőszilárdsága aránylag magas, s ezért szeg- és csavarállóság szempontjából a háromrétegű fűrészforgácslapok gyakorlatilag egyenértékűek a szeletelt célforgácsból préselt lapokkal. Ezek a lapok tehát butoripari és építészeti felhasználásra már alkalmasnak minősíthetők.

3. táblázat

Vékony, lapkás lucfenyőforgáccsal borított, háromrétegű fűrészforgácsolapok hajlító- és lapleemelőszilárdsága, valamint vastagsági méretváltozása

Laptípus	Borítási arány (borító/középforg.)	Hajlítószilárdság kp/cm ²					Lapleemelőszilárdság kp/cm ²					Vastagsági dagadás %				
		$\bar{\sigma}_H$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	$\bar{\sigma}_L$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	\bar{q}_{24}	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%
Háromrétegű komb.lap	20:80	161	18	14	11,2	8,6	2,8	0,3	0,2	10,7	7,2	28,1	1,4	1,1	5,0	3,9
Háromrétegű komb.lap	30:70	187	18	14	9,5	7,4	2,7	0,3	0,2	11,1	7,4	30,8	1,5	1,2	4,9	3,9

4. táblázat

Nyárfurnérral és Dekorit lemezzel színelt fűrészforgácsolapok hajlítószilárdsága és rugalmassági modulusza

Laptípus	Borítási arány λ	Hajlítószilárdság kp/cm ²					Rugalmassági modulusz kp/cm ²					A szilárdság növekedése a maglemezéhez viszonyítva %
		$\bar{\sigma}_H$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	E	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	
Nyárfurnérral színelt	0,10	220	26	21	11,8	9,6	280,700	27,800	21,380	9,8	7,0	310
Dekoritlemezzel színelt	0,12	260	19	15	7,3	5,7	362,700	30,300	23,300	8,3	6,4	370

3,2 A szinelés szilárdság- és minőségjavító hatásának vizsgálata

A többretegű forgácslapok fizikai és mechanikai törvényszerűségeit Keylwerth, R. vizsgálta behatóbban (10). A szerzett ismeretek a szinelés általános törvényszerűségei és a forgácslapok tulajdonságai figyelembevételével értelemszerűen alkalmazhatók a szinelt lapoknál fennálló viszonyokra is.

A hajlítószilárdság növelése szempontjából a szinelőlemez $E \cdot J$ -hajlítómerevsége döntő tényező, mert a szinelt lapnak a rugalmas tartományban átvihető hajlítónyomatéka

$$M_{sz} = \frac{M \cdot E_{sz} \cdot J_{sz}}{E \cdot J}$$

a szinelt (kombinált) rendszerben ébredő hajlítófeszültség pedig

$$\sigma_{sz} = \frac{M_{sz}}{W_{sz}}$$

képletekkel fejezhető ki. A szinelőlemezeket azonban kielégítően jellemezhetjük az

$$E = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot J \cdot f}$$

rugalmassági moduluszokkal is, ha a próbapálca terhelése hasonló az egyik végén mereven befogott négyszögkeresztmetszetű tartók terhelési sémájához. A képletekben levő jelölések:

- M - a rugalmas tartományban átvihető hajlítónyomaték,
- σ_{sz} - hajlítófeszültség a szinelt lapban,
- E - rugalmassági modulusz,
- J - tehetetlenségi nyomaték,
- W - ellenállásnyomaték,
- P - a próbapálca szabad végén ható erő,
- l - a próbapálca szabad hossza,
- f - a próbapálca lehajlása a P erő hatására

Az sz -index a szinelt lapot jelöli. A J tehetetlenségi nyomatékot a

$$J = \frac{a^3 \cdot b}{12}$$

képlet alapján számítjuk, ahol a - a próbapálca vastagságát, b - pedig annak szélességét jelenti.

Kísérleteinknél 1 mm-es nyárfurnérral és 1,2 mm vastag papírvázás műanyaglemezzel (Dekorit) színelte fűrészforgácslapokat vizsgáltunk. A hordozólapokat az előzőekben már tárgyalt módon készítettük, osztályozott bükk-fűrészforgácsból (B- és C-frakció). A hordozólapok kötőanyagtartalma 8%, térfogatsúlya 600 kp/m^3 volt, az enyvezés és préselés az előzőekben leírtak szerint történt. A hordozólapokat színelés előtt 60-as csiszolópapírral megcsiszoltuk. Furnérozásnál a következő ragasztóanyagot használtuk:

70 súlyrész Amicoll 50 mügyanta,
30 súlyrész ipari rozsliszttel nyujtva és
- 1% ammónium -klorid edzővel keverve.

A préselési nyomás 5 kp/cm^2 préselési hőmérséklet 110°C préselési idő 5 perc volt.

A Dekorit - lemez felragasztása ugyanazon ragasztóanyaggal történt, szobahőmérsékleten. A színelte lapoknál hajlítószilárdságot és a rugalmassági moduluszt határoztuk meg a DIN 52 362 szerint. A vizsgálati eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

A borítási arány fogalmát Keylwerth, R. vezette be (10), és szimmetrikus borításra a következőképpen definiálta

$$\lambda = \frac{2s}{v}$$

ahol s - a borítóréteg vastagsága és v a színelte lemez vastagsága. A borítási arány döntően befolyásolja a színelte lemez tulajdonságait. Azonban nagy hajlítószilárdságot nem feltétlenül magas borítási aránynál érhetünk el. Flemming, H. szerint max. 0,3 borítási arány adható meg a szilárdság értelemszerű növelésére (11). A gazdaságosság határa azonban rendszerint ez alatt van.

A fűrészforgácslapoknak színeléssel történő utólagos merevítésével általában az alakállóság javítását érjük el. Az eltérő térfogatsúly azonban a forgácsolószerszámoknál veszélyes berezgéseket okozhat, különösen Dekorit-lemezzel borított lapoknál, ha az optimális vágáskörülményeket nem tartjuk be. További problémaként jelentkezhet merev borítóanyagok használata esetén az élek felválása.

3,3 Szálas forgácsok szilárdság- és minőségjavító hatásának kísérleti vizsgálata

A fűrészforgácsokhoz kevert szálas forgácsok szilárdság- és minőségjavító hatásának vizsgálatakor a tisztázandó alapkérdés az volt, hogy a fűrészforgács és szálas forgácsok különböző arányú keverésekor a forgácslapok szilárdsága hogyan változik, illetve a kevert forgácsból előállítható forgácslapok szilárdsága milyen keverési aránynál elégti ki a bútortipari és építészeti felhasználásra előírt szabványos követelményeket.

A forgácslapgyártás gyakorlatából ismert, hogy a forgácslapok elasztomechanikai tulajdonságait döntően az határozza meg, hogy a faforgácsok adott szilárdsága milyen mértékben vihető át a ragasztott forgácsrendszerbe. Klauditz, W. szisztematikusan kísérletekkel kimutatta, hogy a faforgácsok szilárdságának átvitele a rostiránnyal párhuzamosan mért h - forgács hosszának a v - forgácsvastagságtól való arányától, vagyis a

$$\psi = \frac{h}{v} \quad (25)$$

tényezőtől, az ún. karcsusági foktól függ. A (25) alatti képletbe a fa γ_{OF} atro térfogatsúlyának bevitelével Klauditz a karcsusági - fok fogalmát tovább általánosította és bevezette a

$$\psi_{\text{H}} = \frac{h}{v \cdot \gamma_{\text{OF}}} \quad (26)$$

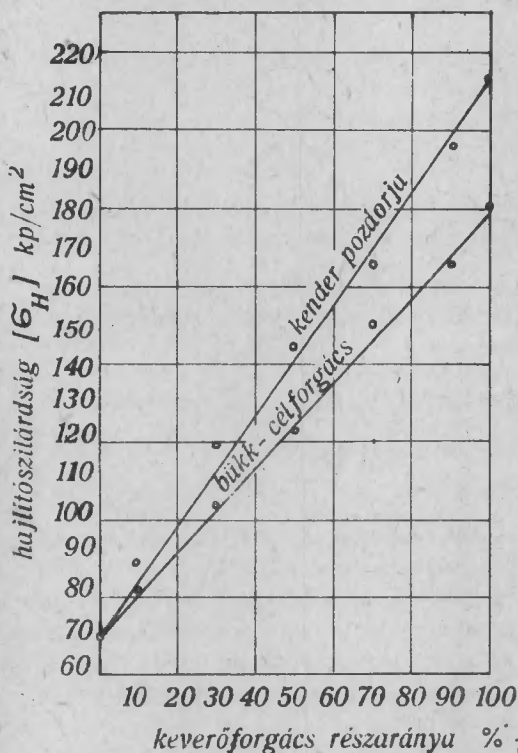
összefüggéssel definiált hatékony karcsusági fokot. A (26) képletben h - a faforgácsok átlagos hosszát jelenti mm-ben, v - a forgácsok átlagos vastagságát mm-ben, γ_{OF} - pedig a fa atro térfogatsúlyát p/cm^3 -ben. Lucfenyőből ($\gamma_{\text{OF}} = 0,45 \text{ p/cm}^3$) előállított $\gamma_{\text{O}} = 600 \text{ kp/m}^3$ térfogatsúlyu és $\kappa = 8\%$ mügyantatartalmu forgácslapoknál az optimális hajlítási tulajdonságok szempontjából legkedvezőbbnek találták a $\psi_{\text{H}} = 230-280$ értéket. Kimutatható volt ezenkívül, hogy a lapleemelőszilárdság és a higroszkóposság is függvénye a karcsusági foknak. A forgácsoknak ezért a forgácslapok szerkezetétől és tulajdonságaitól, valamint a fafajtól és a ragasztás minőségétől függően meghatározott karcsusági fokkal kell rendelkezniük.

A (26) összefüggés szerint a hatékony karcsusági tényező optimális értékéhez kemény és lágyfáknál más - más $\frac{h}{v}$ arány tartozik. Lucfenyőnél ($\gamma_{\text{OF}} = 0,43 \text{ p/cm}^3$) pl. $\frac{h}{v} = 100-120$, bükkfánál ($\gamma_{\text{OF}} = 0,68$) viszont $\frac{h}{v} = 156-190$. Ez azt jelenti, hogy a hatékony karcsusági fok optimális értékének biztosításához, vagyis a faforgácsok szilárdságának optimális átviteléhez konstans forgácsvastagság mellett keményfából hosszabb forgácsot kell vágni, mint a lágyfából, vagy pedig állandó hossz méret tartásával keményfáknál a forgács vastagsági méretét csökkenteni kell. Ha pl. az átlagos forgácsvastagság $v = 0,3 \text{ mm}$, a (26) reláció értelmében a bükkforgács optimális hossza 47-57 mm, a lucfenyőforgácsé pedig 30-36 mm.

Lucfenyőből előállított félnehéz forgácslapok gyártásához Klauditz a következő forgácsméretekert javasolta, mint legalkalmasabbat: vastagság 0,1-0,3 mm, hossz 20-40 mm, szélesség 5-10 mm (12). Ennek alapján a keverőforgácsnak használt szeletelt bükkforgács méreteit az alábbiak szerint választottuk: átlagos hossz 30 mm, átlagos vastagság 0,2 mm, szélesség 5-6 mm. A célforgács hatékony karcsusági foka 100 egyedi mérés átlagából számítva

220-nak adódott, tehát nagyjából megegyezett a Klauditz által javasolt optimális értékkel. Ilyképpen kísérleteinknél a faforgácsok adott szilárdságának a ragasztott forgácsrendszerbe való jó hatásfoku átvitelét biztosítottuk, a forgácsméretek és alakijellemzők célszerű megválasztásával.

A fűrészforgácsokhoz kevert szálaspforgácsok szilárdság- és minőségjavító hatását 10, 30, 50, 70, 90% bükkcélforgács és kenderpozdorja bekeverésével tisztáztuk. A felhasznált bükkfa-fűrészforgács 5 x 5 mm² lyukméretű szitán áthulló és 1,5 x 1,5 mm² lyukméretű szitán fennmaradó B- és C-forgácsfrakció volt. A fűrészforgács nedvességtartalma szárítás után 6%, karcsusági tényezője pedig 11,56 volt. Keverőforgácsnak bükktrönkből korongbaltán szeletelt és kalapácsos aprítógépen utánaaprított célforgácsot használtunk, amit az előzőekben már jellemeztünk. A keverőforgácsnak felhasznált bükkcélforgácsot és kenderpozdorját előzetesen osztályoztuk és 8% nedvességtartalomra szárítottuk. A pozdorja hossza átlagosan 13,70 mm, szélessége 3,29 mm, vastagsága 1,2 mm volt. Az ebből számítható karcsusági fok $\frac{h}{v} = 11,6$.



7. ábra

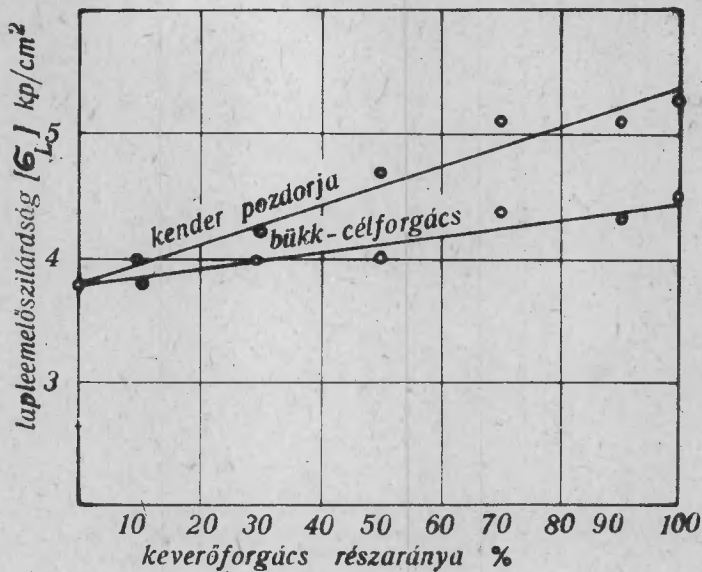
Bükk-fűrészforgács és -célforgács, valamint kenderpozdorja keverékeiből készült forgácslapok hajlítószilárdsága a keverőforgács részaránya függvényében

A fűrészforgács és szálaspforgácsok fenti sulyarány keverékeiből a már tárgyalt ragasztástechnológia szerint forgácslapokat készítettünk. Emellett tisztán fűrészforgácsból, célforgácsból és kenderpozdorjából is készítettünk ugyanolyan összetételű lapokat összehasonlítás végett. A különböző forgácskeverékekből sajtolt forgácslapoknál hajlító- és lapleemelőszilárdságot határoztunk meg. Minden egyes keverési aránynál 15 szilárdságvizsgálatot végeztünk. A mérési adatokat matematikai-statisztika segítségével jellemeztük és az 5. táblázatban foglaltuk össze. A hajlító- és lapleemelőszilárdságra kapott mérési eredményeket a keverőforgács részaránya függvényében ábrázoltuk (7. és 8. ábra).

A vizsgálati eredmények szerint a forgácslapok hajlító- és lapleemelőszilárdsága lineárisan növekszik a célforgács és kenderpozdorja részarányának növekedésével. Azonban - mint látható - kemény-lombos fűrészforgácsból a félnehéz (450-750 kp/m³) térfogat-

Bükk-fűrészforgács és -célforgács, valamint kenderpozdorja keverékeiből készült forgácslapok hajlító- és lapléemelő-szilárdsága a keverési arány függvényében (31 x 38 x 1,8 cm. méretű, 600 kp/m³ térfogatsúlyu, egyrétegű lapok, kö-tányagtartalom 8%, préselési idő 8 perc, préselési hőmérséklet 160°C)

Laptípus	Keverési arány	Hajlítószilárdság kp/cm ²					Lapléemelőszilárdság kp/cm ²				
		$\bar{\sigma}_H$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%	$\bar{\sigma}_L$	$\pm s$	$\pm m$	v%	p%
Bükk-fűrészfor-gács (B és C frakció)	-	70	8	6	11,4	8,6	3,8	0,6	0,4	15,8	10,5
Bükk-célforgács	-	180	20	16	11,1	8,9	4,5	0,6	0,4	13,3	8,8
Kenderpozdorja	-	213	23	18	10,8	8,5	5,2	0,7	0,5	13,5	9,6
Fűrészforgács - célforgács	90:10	82	11	8	13,4	9,8	3,8	0,5	0,4	13,2	10,5
- " -	70:30	103	13	10	12,6	9,7	4,0	0,6	0,4	15,0	10,0
- " -	50:50	123	14	11	11,4	8,9	4,0	0,4	0,3	10,0	7,5
- " -	30:70	150	18	14	12,0	9,3	4,4	0,5	0,4	11,4	9,1
- " -	10:90	165	18	14	10,9	8,5	4,3	0,3	0,2	7,0	4,7
Fűrészforgács - kenderpozdorja	90:10	89	10	8	11,2	9,0	4,0	0,6	0,4	15,0	10,0
- " -	70:30	119	14	10	11,8	8,4	4,2	0,4	0,3	9,5	7,1
- " -	50:50	144	16	13	11,1	9,0	4,7	0,5	0,4	10,6	8,5
- " -	30:70	165	17	13	10,3	7,9	5,1	0,6	0,4	11,8	7,8
- " -	10:90	195	20	15	10,2	7,7	5,1	0,7	0,5	13,7	9,8



8. ábra

Bükk-fűrészforgács és -célforgács, valamint kenderpozdorja keverékeiből készült forgácslapok lapleemelőszilárdsága a keverőforgács részaránya függvényében

sulytartományban kis részarányban szálas forgácsok bekeverésével nem állíthatók elő butoripari és építészeti felhasználásra alkalmas forgácslapok. A hajlítószilárdság ugyanis még 50% mennyiségű keverőforgács bevitelével sem éri el a szabványban előírt értéket. Ilyképpen a kemény-lombos fűrészforgácsot csak a célforgácsból vagy pozdorjából előállított forgácslapok adalékanyagaként lehet felhasználni, 10-20% mennyiségben.

Az I. osztályu butoripari forgácslapokra előírt min. 180 kp/cm^2 hajlítószilárdságot 20% mennyiségű fűrészforgács bevitelével még biztosítani lehet. Sőt a II. minőségi osztályba sorolt forgácslapok min. 100 kp/cm^2 hajlítószilárdsága 30% fűrészforgács bekeverésével is elérhető. A fűrész- és célforgács keverékének feldolgozásakor azonban a fűrészforgács kiülepedési hajlama miatt technológiai nehézségekkel kell számolni, így pl. a forgácsok terítésekor.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgáltuk a fűrészüzemekben jelentős mennyiségben keletkező és jelenleg tulnyomó részben még tüzelőanyagként használt bükk-tölgy vegyes keretfűrészforgács felhasználási lehetőségeit a forgácslapgyártásban. Kísérletileg beigazoltuk, hogy a keretfűrészforgács morfológiai sajátosságai következtében, önmagában keményfa keretfűrészforgácsból nem állíthatók elő - még ipari

rozsliszttel nyújtott karbamidgyanta használata és magas kötőanyagtartalom mellett sem - kielégítő műszaki tulajdonságokkal rendelkező, butoripari és építészeti felhasználásra alkalmas félnehéz és könnyű forgácslapok.

A forgácsenyvezés egyenletességének vizsgálatakor - a műgyanta-, illetve kötőanyagtartalom meghatározására kidolgozott számítási módszer segítségével - megállapítható volt, hogy a keményfa keretfűrészforgács szitafrakcióinak együttes enyvezésekor a különböző átlagos szemcsenagyságu forgácsfrakciók kötőanyagtartalma eltérő, mégpedig a forgácsfrakciók fajlagos felületének növekedésével a műgyanta-, ill. kötőanyagtartalom is növekszik, hasonlóképpen, mint azt lágýfa keretfűrészforgács enyvezésekor korábban már tapasztalták (8).

Mivel a keményfa keretfűrészforgácsból préselt forgácslapok laple-emelőszilárdsága aránylag magas, megvizsgáltuk, hogy háromrétegű szerkezeti felépítés analógiájára, lucfenyő célforgács borítóréteg és keményfa keretfűrészforgács középréteg alkalmazásával, valamint a keményfa keretfűrészforgácsból sajtolt forgácslapok utólagos szinelésével, előállíthatók-e olyan forgácslapok, amelyek kielégítik a gyakorlati felhasználás szilárdsági követelményeit a butor- és építőiparban. Megállapítható volt, hogy a 20-30% súlyarányban lucfenyő célforgácssal borított fűrészforgácslapok és a legalább 1 mm vastag nyár-furnérral vagy rétegelt műanyaglemezzel szinelt félnehéz fűrészforgácslapok aránylag magas minőségi igények kielégítésére alkalmasak.

A továbbiakban szálas forgácsokkal kevert fűrészforgácslapokat vizsgáltunk. Keverőforgácsnak bükk-célforgácsot és kenderpozdorját használtunk. A vizsgálati eredmények szerint a félnehéz térfogatsúly - tartományban kis mennyiségben szálas forgácsok bekeverésével nem állíthatók elő keményfa keretfűrészforgácsból szabványos minőségű, egyrétegű forgácslapok. A keményfa keretfűrészforgácsot csakis a lágýfa célforgácsból vagy pozdorjából sajtolt egy- vagy háromrétegű forgácslapok adalékanyagaként lehet felhasználni, max. 10-20% mennyiségben.

A vizsgálatok alapján, a technika mai állásának figyelembevételével, a keményfa keretfűrészforgács ipari hasznosítására a forgácslapgyártás keretében az alábbi lehetőségek kínálkoznak:

1. Lágýfa vagy pozdorja nyersanyagu, egy- vagy háromrétegű félnehéz forgácslapok adalékanyaga, kb. 10-20% mennyiségben.

2. Lágýfa, vagy pozdorja nyersanyagu, háromrétegű, félnehéz forgácslapok középrétege, illetve, a lágýfa középréteg keverőforgácsa, kb. 30-50% mennyiségben.

3. Fafurnérokkaal vagy műanyaglemezekkel szinelt kombinált lapok középrétege, illetve a lágýfa vagy pozdorja középréteg keverőforgácsa. A szinelés a maglemez préselésével egyidejűleg, vagy utólag történhet.

IRODALOM

1. Faipari Kutató Intézet 33.10.01.03/1963.sz. jelentése (Fűrészpor kémiai feldolgozása).
2. Klauditz, W.: Entwicklung, Stand und holzwirtschaftliche Bedeutung der Holzspanplattenherstellung. Holz als Roh- und Werkstoff 13. (1955) 11. 405.
3. Klauditz, W.: Zur Entwicklung und zum Stande der Holzspanplattenherstellung, 1955-bis 1961. Holz als Roh- und Werkstoff, 20. (1962) 1. 1-12.
4. Faipari Kutató Intézet 6-103/1959. sz. jelentése (A karbamid típusú műgyanta üzemi alkalmazása a forgácsolóiparban.)
5. Klauditz, W.-Meyer, K.: Zur Bestimmung des Harnstoff- und Melaminharzgehaltes von Holzspanplatten, Holz als Roh- und Werkstoff, 18. (1960) 5. 163.
6. Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Bd. II. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer Verl. 1955.
7. Plath, E.: Einfluss der Rohdichte auf die Eigenschaften von Holzwerkstoffen. Holz als Roh- und Werkstoff, 21. (1963) 3. 104.
8. Klauditz, W.-Buro, A.: Die Eignung von Sägespänen zur Herstellung von Holzspanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, 20. (1962) 1. 19.
9. Flemming, H.-Böhme, P.: Verbundwerkstoffe aus Sägespäneplatten und verschiedenen Beplankungsmaterialien. Holztechnologie, 3. (1962) 3. 241.
10. Keylwerth, R.: Zur Mechanik der mehrschichtigen Spanplatte. Holz als Roh- und Werkstoff, 16. (1958) 11. 419.
11. Böhme, P.: Vergleichende Untersuchungen über die Auswirkung verschiedener Beplankung auf die Eigenschaften von Spanplatten geringer Festigkeit. Unveröff. Dipl. Arbeit, TU Dresden, Dezember 1961.
12. Klauditz, W.: Entwicklung und Stand der Holzspanplattenherstellung. Holz-Zentralblatt, 83. (1957) 9. 87.

НОВЕЙШИЕ ИСПЫТАНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ ЛЕСОПИЛОЧНЫХ СТРУЖЕК ДЛЯ ПРОИЗ-
ВОДСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

2. Сообщение

Зембори Янош
научн. сотр.

Мы испытывали возможности использования стружек бука и дуба, применяющих для отопления, в большом количестве встречающихся в лесопильных заводах, для производства древесно-стружечных плит. Опытами мы доказали, что иззи морфологических особенностей лесопилечных сружек нельзя достать стружки соответствующих технических качеств, пригодных для кабельной промышленности и применяемости в снроительной промышленности для производства полутяжелых и легких стружечных щитов. Лесопильные стружки покрытые стружками хвойных в 20-30 % ной доли по весу а по крайней мере № мм толстой столярной фанерой, или пластовой плитой из искусственного материала, уже пригодны для удовлетво- рения относительно высоким качественным требованиям.

По нашим испытаниям, учитывал достижения современной техни- ки для использования твердых лесопилочных стружек в рамках произ- водства древесно-стружечных плит, предполагал следующие возмож- ности:

1. Присадочный материал одно- или же трехпластных сружечных щитов из мягкого или кострового исходного материала в количестве приблизительного 10-20 %-ов.
2. Средний слой или смешивающие сружки мягкой древес ины трех пластовых стружечных плит в количестве 30-50 %-ов.
3. Средний пласт, или же смешивающие стружки среднего слоя мягкой древесины или кострика комбинированных щитов обли- цованных фанерами или плитами из искусственных материалов.

SUBSEQUENT RESEARCHES ON THE PROCESSING OF THE
HARDWOOD FRAMSAW CHIPPINGS IN THE CHIPBOARD PRODUCTION

(2nd Publication)

János Zombori
research worker

It has been examined the possibilities of the utilization of the beech-oak mixed fram-saw chippings. The tests proved, that the hardwood chip in itself - in consequence of its morphological characteristics - is not suitable for the production of light heavy weight and light chipboards having acceptable characteristics, for employment in the furniture - respectively - in the building industry.

For the utilization of hardwood chippings - within the compass of chipboard production - offer the following possibilities:

1. As addition, approximately in 10-20% quantities, to single or three layer chipboards, produced from soft wood or flax raw materials.
2. As middle layer or as addition to the soft wood middle layer, in 30-50% quantities, of chipboards - produced from soft wood or flax raw materials.

NEUERE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE AUFARBEITUNG DER
GATTERSÄGESPÄNE DER HARTHÖLZER IN DER
SPANPLATTENHERSTELLUNG

Mitteilung 2.

János Zombori
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Wir untersuchten die Verwendungsmöglichkeiten in der Spanplattenherstellung der gemischten Buche-Eiche Gattersägespäne, die in den Sägebetrieben in grosser Menge entstehen und die gegenwärtig überwiegend als Brennstoff verbrauchen. Experimentell haben wir bewiesen, dass man wegen der morphologischen Eigenschaften der Gattersägespäne allein aus den Gattersägespänen der Harthölzer halbschwere und leichte zur möbelindustriellen und Bauverwendung geeignete Spanplatten mit ausreichenden technischen Eigenschaften nicht herstellen kann. Aber die Sägespanplatten, die in 20-30% Gewichtsanteil mit Fichtenschneidspänen oder die halbschwere Sägespanplatten, die mit mindestens 1 mm dickem Pappelfurnier oder mit geschichteter Kunststoffplatte gedeckt sind, haben schon eine verhältnismässig grosse Qualität. Auf dem Grund unserer Untersuchungen, unter Berücksichtigung des heutigen Standes der Technik bieten sich die folgenden Möglichkeiten der Nutzbarmachung der Gattersägespäne der Harthölzer im Rahmen der Spanplattenherstellung:

1. Der Zuschlagsstoff der Weichholz-, Schäbe-, ein-, oder dreischichtigen Spanplatten etwa in 10-20% Menge.

2. Die Mittelschicht der Weichholz-, Schäbe-, dreischichtigen, halbschweren Spanplatten bzw. die Mischspäne der Weichholzmittelschicht etwa in 30-50% Menge.

3. Die Mittelschicht der mit Holzfurnieren oder mit Kunststoffplatten gedeckten kombinierten Platten bzw. die Mischspäne der Weichholz-, oder Schäbemittelschicht. Die Deckfurnierung kann man gleichzeitig mit dem Pressen der Kernplatte oder später durchführen.

RÉTEGELT, RAGASZTOTT AKNAKASVEZETŐ-GERENDÁK GYÁRTÁSI TECHNOLOGIÁJÁNAK KIDOLGOZÁSA

dr. Petri László tudományos munkatárs

Tomek Antalné tudományos munkatárs Molnár Tiborné tudományos munkatárs
Pásztory Ferenc faipari technikus Garamvölgyi Anna laboráns

BEVEZETÉS

1. A téma felvetésének szükségessége

A föld színe alatti szénbányászatban, a függőaknában az aknakas vezetésére szolgál az aknakasvezető -gerenda (MSZ - 3089 - 56). Vezetőgerenda céljára már hosszú idők óta négyszögkeresztmetszetre fűrészelt tömörfát alkalmaznak. Felhasználható fafajok: tölgy, vörös-, luc-, jegenye- és erdei fenyő. Méretek: hosszúság 600 (+5) cm, keresztmetszet 140x190, 180x200 mm stb.

A kasvezetőlécek beépítési pontosságát a szállítókasok sebességének felemelése miatt növelni szükséges. A Bányászati Tervező Intézet pl. a lécek homloklapjára vonatkoztatva + 0 mm tűrést irt elő és fafajként a vörös fenyő alkalmazását tette kötelezővé.

A kísérleti kasvezetőléceket a bányászat Ausztriából, nyers méretben (tömörfaként) szereztette be. A beépített vezetőlécek az egyes aknában igen eltérő, de általában kedvezőtlen körülmények között üzemelnek, emiatt a helyi sajátosságoknak megfelelően különböző mértékű méretváltozások és deformációk keletkeznek. A kedvezőtlen körülményekre jellemző, hogy évi viszonylatban adott aknánál a hőmérséklet-ingadozás + 28°C -tól -20°C -ig, a relatív légnedvesség 61 -100%-ig terjed és a kasvezetőlécek savas és lugos kémhatású csepegő víz hatásának is ki vannak téve.

A bányászat célkitűzését a tapasztalatok szerint természetes fából készült kasvezetőlécek alkalmazásával megvalósítani gazdaságosan (a gerendákat gyakran kell cserélni, és ez munkaidőkiesést okoz) nem lehet.

Az Intézet már 1962. év folyamán több alkalommal is adott szakvéleményt a faanyagok méretállandóságára vonatkozólag és lerögzítette, hogy a Bányászati Tervező Intézet által megkívánt méretállandóság és deformációmentesség természetes faanyagok esetében nem biztosítható.

A Bányászati Akanmélyítő Tröszt felvetette, hogy külföldön több rétegből ragasztott vezetőléceket használnak, viszont a külföldről beszerezhető ragasztott vezérléc igen drága importanyag (kb. 7000, -Ft/m³). Ezért a Tröszt megbizta az Intézetet hazai vagy külföldi nyersanyagból idehaza előállítható ragasztott vezérlécek gyártástechnológiájának kutatásával és kidolgozásával.

2. A téma pontos és részletes megfogalmazása

A szénbányák aknáiba beépített kasvezetőlécekkel szemben a szokásos szilárdsági követelményeken túlmenően több követelményt támasztanak. Az első ilyen követelmény a beépített kasvezetőlécek mérettartása és deformáció -

mentessége, amelyekre a nagysebességgel mozgó és nagyszulyú kasok biztonságos közlekedése érdekében van szükség. Fontos követelmény a kasvezetőlécek kopásállósága, amely a vezetett kas lengésmentes vezetése szempontjából szükséges. További követelményként merül fel a kasvezetőlécek olyan jellegű szilárdsága, hogy üzemzavar esetén a kasvezetőlécekbe mélyedő vaskarmok segítségével a berendezés lefékezhető, illetve megállítható legyen. A faanyagok vetemedése és csavarodása nagymértékben kiküszöbölhető a több rétegből összeragasztott aknakasvezető - gerendák alkalmazásával. A több rétegű ragasztott kasvezetőléc alkalmazását gazdasági megfontolások is indokolják. A több rétegből ragasztott kasvezetőlécek használata esetén ugyanis viszonylagos faanyag - megtakarítás érhető el azáltal, hogy csak a legkülső szelvények készülnek a kopásállóbb tölgyfából vagy vörös fenyőből, míg a belső rétegek erdeifenyőből.

A több rétegből ragasztott aknakasvezető-gerendák gyártási technológiájának kialakításánál tehát a következő feladatokat kell megoldani:

a) Kiválasztandó a faanyag, amelyből a vezetőgerendát, illetve annak egyes szelvényeit készíteni kell.

b) Meg kell határozni a kasvezetőléc szerkezeti felépítését, rétegszámát, esetleg az egyes szelvények elhelyezkedési módját, valamint a szelvények mechanikai megmunkálásának módját és azok fizikai állapotát.

c) Ki kell választani a megfelelő ragasztási módszert és ragasztóanyagot, amely biztosítja az egyes szelvények között létesülő tartós kapcsolatot.

d) Gazdasági számításokat kell végezni a javasolt eljárások hozzávetőleges folyamatos üzemi költségeire és beruházási költségeire vonatkozólag.

1. Rétegelt faanyagok ragasztása. Ragasztáselmélet, ragasztóanyagok és azok alkalmazása

a) A rétegelés célja és gazdasági jelentősége

A természetes állapotú faanyag anizotróp jellegű, méreteit a nedveségváltás arányában, az anatómiai irányoknak megfelelően különböző mértékben változtatja, dagad, illetve zsugorodik. Az egyes anatómiai irányoknak (hur -, sugár -, rostirányu) megfelelő különböző mértékű alakváltozás magyarázata az, hogy a fák szöveti felépítése nem egyforma, a szöveti szerkezet, annak tömörsége stb. még azonos törzsen belül az egymást követő évgűrűkben, a törzs hosszirányában is különböző lehet.

Fenti okok miatt az alakváltozás sokszor egyenlőtlen, így pl. a hasáb alakban kifűrészelt fatermékek deformálódnak. Az alakváltozásnál a fatermékekben ezzel egyidejűleg feszültségek keletkeznek, illetve oldódnak fel. Az egyenlőtlen alakváltozás csökkentésére alkalmas többek között a fatermékek rétegelten ragasztva történő előállítás.

A rétegelt fatermékek megfelelő ragasztás esetén szilárdságilag is erősebbek, de legalább egyenértékűek a természetes fából készült azonos ter-

mékekkel. Ez utóbbi megállapítás feltételezi az összehasonlító termékek alapanyagának teljesen azonos strukturáját.

A rétegelt fával kapcsolatos elmélet, valamint tapasztalatok készítették arra a különböző országok kutatóit, hogy foglalkozzanak az aknakasvezető -gerendák rétegelten történő előállításával.

Az aknakasvezető - gerendák és egyéb gerendaszerű szerkezetek rétegelten történő előállításának a kisebb deformációs hajlamon és legalább egyenértékű szilárdságon kívül gazdasági előnye is van, mivel nagy dimenzióju termékeket csak megfelelő minőségű - válogatott - rönkökből, viszonylag nagy anyagvesztéssel lehet előállítani, míg fűrészárut (amiből a rétegelt gerenda készülhet) általában bármilyen szabványos minőségű rönkből, illetve gömbfából lehet termelni. Így rétegelt gerendákat olyan faanyagokból is elő lehet állítani, amelyek nem alkalmasak gerenda előállítására. Ez olcsóbb nyersanyagot, végső fokon faanyagtakarékossgot is jelent.

b) A rétegek tartós egyesítésének feltételei

A farétegek tartós egyesítésének alapfeltételei:

- a ragasztandó felületek illeszkedése, nedvességtartalma,
- a megfelelő ragasztó- kötőanyag,
- a ragasztás körülményeinek biztosítása.

A ragasztandó felületek pontos illeszkedését a faanyagok mechanikai megmunkálásával kell biztosítani. A ragasztóanyaggal való takarékoság, de a ragasztás szilárdsága és a létrehozandó adhéziós erők érdekében is szükséges a felületeket simára gyalulással megmunkálni, hogy azok szorosan egymáshoz illeszthetők legyenek. A ragasztandó felületek anyagainál a kötés érdekében biztosítani kell a megfelelő nedvességtartalmat (9-12%), amely faanyagoknál természetes szárítás útján nem mindig érhető el, ezért az össze- ragasztandó faanyagot általában mesterségesen is szárítani kell.

Megfelelő az a ragasztóanyag, amely az összeragasztandó felületek között tartós kötést létesít anélkül, hogy a faanyagot károsítaná, és figyelemmel a konkrét esetre (bányászati felhasználás körülményei) víz- és fűzésálló ragasztást biztosít. Ilyen ragasztóanyagok az úgynevezett műgyantaragasztók egyes fajtái, amelyek polikondenzáció útján rendkívül erős kötést képesek létesíteni és különböző hatásoknak, így a víz- és hő hatásának is ellenállnak.

A ragasztás körülményei közül a nyomás biztosítása a felületek pontos illeszkedése és a ragasztóanyag adhéziós képességének kialakítása miatt fontos. A ragasztási felületek között levő ragasztóanyaggal a kondenzáció elősegítése érdekében általában különböző nagyságu és mennyiségű hőt is kell közölni. A kondenzáció történhet forróan (100°C felett) melegen (30-100°C) és hidegen (20-30°C).

A hőközlés módja többféle lehet:

- hőközlés hővezetéssel
- hőközlés hőszigeteléssel
- hőközlés dielektromos melegítéssel.

A ragasztás egyéb körülményei közé tartoznak a ragasztás környezetének jellemzői: hőmérséklet, páratartalom stb., és maga a technológia is.

c) Műgyantaragasztók és alkalmazásuk

A műgyantaragasztók tulajdonságaiknál fogva alkalmasak a rétegelt gerendák ragasztására. Ezek közül a célkitűzésnek megfelelő víz- és fűzés-álló ragasztók alkalmazását tettük vizsgálat tárgyává, amelyek egyuttal a mikroorganizmusoknak és gombáknak is ellenállnak. Ilyenek a fenol-formaldehid és a rezorcin-formaldehid műgyantaragasztók.

A ragasztási célokra alkalmas fenolgyantákat fenolból, fenolhomológokból és formaldehidből állítják elő lugos kondenzációval. A képződő gyanták minősége az alkalmazott alapanyagoktól, az előállítási recepturától és a főzés körülményeitől függ. Mivel a kedvező fiziko-mechanikai tulajdonságokat a kondenzált fenolgyanták térhálós molekulaszervezete biztosítja, a kiindulási komponensek közül legalább az egyiknek trifunkciós vegyületnek, a másiknak pedig bifunkciósnak kell lennie. A fenol ennek a kritériumnak eleget tesz, a fenolhomológok közül azonban irányítottságától függően csak néhány. Az irányító hatás különösen aktivitás szempontjából jelentős. Példa erre a rezorcin, amely meta helyzetű fenolos hidroxiljai révén igen jó szubsztitúciós reakciókészséget mutat, különösen a kettős irányítottságú 2, 4 helyzetben. Ennek következtében alkalmas hidegen kötő ragasztóanyagok előállítására is.

A ragasztási feladatoknál a cél az, hogy a folyékony reszolgyantából a préselés művelete alatt szilárd resit alakulhasson ki. A gyanta a "A" fázisból a "C" fázisba hőmérséklet, katalizátor, illetve a hőmérséklet és katalizátor együttes hatására kerülhet. A préselés alatti nyomás a felületek illeszkedésének biztosítására, valamint a fenol gyanták kondenzációjánál melléktermékként keletkező víztől származó buborékok eltávolítása miatt szükséges. A kondenzációs végtermék molekula szerkezete a keményítés módjától függ. A műgyantaragasztók kikeményítése általában forrón (100°C felett) történik, amikor nagyobb stabilitású metilénéter ($-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$), míg savas kondenzációnál pedig kisebb stabilitású metilén ($-\text{CH}_2-$), hidak létesítik a kapcsolatot az egyes fenolmolekulák között. A kétféle szerkezeti forma azonban egész élesen nem határolható el egymástól az alkalmazott keményítési mód szerint, mert bizonyos átmenet fennáll, és így helyesebb a metilén-; ill. metilén-éter-csoportokat csak mint az egyes kötési módok jellemző csoportját megjelölni.

A savasan keményített gyanták alacsonyabb szerkezeti stabilitása a fiziko-kémiai tulajdonságok kismértékű csökkenésében jelentkezik. Megjegyezzük azonban, hogy E. Plath megállapításai szerint a savasan keményített gyanták minőségi jellemzői még így is olyan kedvezőek, hogy a gyanta alkalmas viharálló, trópusi időjárásnak kitett termékek ragasztására is.

A savas keményítéssel megoldódott a fenolgyanták külső hőhatás nélküli, úgynevezett hideg kondenzálása. A gyanták térhálósodási reakciója ugyanis az adagolt savas edző disszociált H-ionjainak hatására megindul és a sav erősségének és mennyiségének megfelelő sebességgel "C" fázisú terméket eredményez. A savasan edzett kondenzációs reakciók általában exotermek; a felszabaduló hő további gyorsító hatást fejt ki, amelyet az edző mennyiségének megállapításánál figyelembe kell venni. Edzőként főleg erős szerves savakat használnak, vannak azonban olyan gyantatípusok is, amelyek szerves savas edzéstűk. A gyakorlatban használt edzőszerek a következők: hangyasav, oxálsav, p-toluolszulfosav, kénsav stb. Ezeket általában a felhasználás előtt vízzel vagy oldószerekkel 50-60%-ra hígítják. Az edzők K. Hultsch szerint a kondenzáció folyamán nem épülnek be a gyantaszerkezetbe, hanem mint szabad savak részben semlegesítik a nem teljes közömbös fenolgyantát, részben pedig hinonszerű szinezékanyagokká alakulnak. Az utóbbit bizonyítja a beédzett gyanta színváltozása a fehéres zöldtől a végső vöröses szinig. A savas keményítés munkafolyamatai egyszerűbbek mint a meleg keményítés műveletei. Itt elmarad az előkondenzáció és a költséges hőpréselés. Hátránya, hogy az előkészítést követő műveleteket, mint pl. ragasztófelhordás, munkadarab összeállítása, présbe helyezése, viszonylag gyorsabban kell végezni, mint meleg ragasztásnál, mert a ragasztó úgynevezett fazékideje kisebb. Ebből kifolyólag csak kisebb mennyiségű ragasztóanyagot célszerű egyszerre előkészíteni, melynek felhasználása a fazékidő alatt biztosított.

Meg kell említeni a savas edzéssel kapcsolatban feltételezett fakárosító hatást. Ezzel kapcsolatban E. Plath megállapítja, hogy ezek a feltételezések alaptalanok, mert eddig egy ragasztási hiba sem volt visszavezethető savas eredetű fakárosodásra.

Az alacsony hőfoku (meleg) keményítés lényegében a mérsékelt külső hőhatás és edző adagolás kombinációján alapszik. Ebben az esetben azonban edzőanyagként általában nagyobb reaktivitású gyantát használnak fel, amely képes az alapgyanta kondenzációs reakcióját meggyorsítani. Itt a gyanták típusának megfelelően több variációs lehetőség áll fenn, amelyeknél alapvető szempont a gyanta partnerek eredeti tulajdonsága és egymással szembeni reaktivitása.

Példaként említjük a fenol-rezorcín-gyantákat, amelyek 20-115°C-ig kondenzálhatók az összetétel függvényében.

Összefoglalva

A faanyagok tartós egyesítése, tehát a rétegelt fatermek előállítása ragasztás útján lehetséges. A megfelelő ragasztóanyag alkalmazásának fő feltételei:

- a faanyag előírás szerinti mechanikai megmunkálása;
- a ragasztás egyéb körülményeinek (hőközlés, nyomás stb.) biztosítása.

A következő fejezetben a hőközlés két módjának leírásával és annak gazdasági és technológiai vonatkozásával foglalkozunk.

2. Az alkalmazásra tervbe vett nagyfrekvenciás ragasztási eljárás. Elmélete, rövid leírása és gazdasági szempontjai

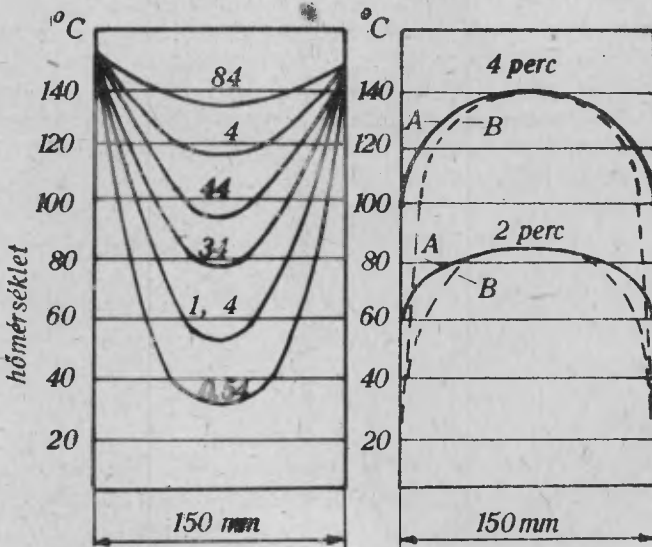
A hazai viszonyokat is figyelembe véve az aknakasvezető gerendák ragasztására kétféle eljárás alkalmas. A kétféle eljárást a továbbiakban külön-külön tárgyaljuk.

Nagyfrekvenciás ragasztás (dielektromos melegítés):

A nagyfrekvenciás ragasztás, mint melegítési eljárás a faiparban a következő előnyökkel jár:

- A ragasztáshoz szükséges meleg magában a melegítendő anyagban keletkezik, tehát nem hővezetés útján terjed.
- A felmelegedés sebessége igen gyors.
- A hőfejlődés koncentrálható a ragasztási felületekre.
- A melegítésre felhasználandó villamosenergia pontosan adagolható.

Az egyenletes felmelegedés igen nagy előnyt jelent, vastag pallók összeragasztásánál. Amennyiben ezek összeragasztását felfűtött préslapok kö-



1. ábra

Goldstein féle diagram

Bal oldalon: Melegítés hővezetéssel

Jobb oldalon: Melegítés dielektromosan

zött kívánnánk megoldani, a hővezetéssel történő melegítés eredménye az volna, hogy a legkülső rétegek a szükséges magas hő miatt már szenesednének, amikor a belső rétegek hőmérséklete még hosszabb idő múlva is lényegesen alacsonyabb volna. Nagyfrekvenciás melegítés esetén, mint azt az 1. ábrán Goldstein diagramja (jobb oldalon) is mutatja a legkülső rétegek viszonylag alacsonyabb hőfokától eltekintve az egész fatömeg egyenletesen felmelegszik, még hozzá igen rövid idő alatt. A külső rétegek viszonylag alacsonyabb hőfokának oka a felületi lehűlés a levegővel történő érintkezés. Az ábrából az is kitűnik, hogy a nagyfrekvenciás melegítés előnye annál nagyobb, minél vastagabb az átmelegítendő faanyag (1. ábra).

A felmelegedés sebessége függ a fa és a ragasztóanyag fizikai állandóitól, az alkalmazott frekvenciától és a térerősség négyzetétől. Ez a kérdés igen fontos a nagyfrekvenciás ragasztásnál, mivel a villamosenergia ára viszonylag magas és felhasználásánál (nagy energiákról lévén szó) nem közömbös, mennyi időt vesz igénybe a dielektromos melegítés adott esetben.

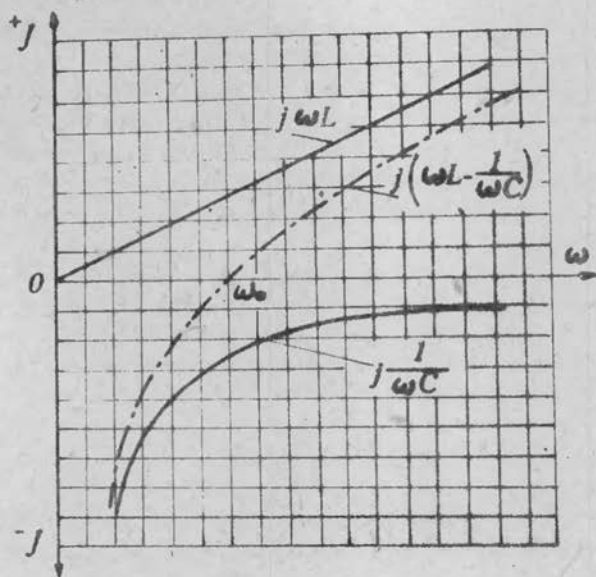
A nagyfrekvenciás ragasztás elmélete és gyakorlata:

Elvileg az eljárás a következőképpen magyarázható:

Egy kondenzátor két lemeze között feszültségkülönbséget létesítve, a lapok között elektromos erőtér alakul ki. Ennek hatására a fegyverzetek közé helyezett szigetelő anyagban (üveg, porcelán, fa stb.), illetve az anyag molekuláiban a pozitív és negatív elektromosság sulypontja igyekszik egymástól eltávolodni. Az elektromos töltés eltolódása következtében a molekulák deformációt szenvednek és igyekeznek az elektromos tér irányában polaritásuknak megfelelően beállni. Amennyiben a kondenzátor lemezei között levő elektromos erőtér iránya megváltozik, a leírt polarizációs jelenségek fordított irányban játszódnak le. A töltések elmozdításához és a molekulák átfordításához munka szükséges, amely a dielektrikumban (a lemezek közé helyezett szigetelőanyagban) mint fejlődő hő jelentkezik. Amennyiben az elektromos erőtér iránya sűrűn változik, úgy nagyobb lesz az időegység alatt fejlődő hőmennyiség.

Fent leírt jelenség az ugynevezett nagyfrekvenciákkal, vagy magas rezgésszámu frekvenciákkal, mint váltakozó árammal hozható létre, és felhasználható arra is, hogy rétegelt faanyagokat a rétegek között levő ragasztóanyaggal (mint dielektrikumot) olyan hőmérsékletre melegítsük fel, amely elegendő ahhoz, hogy pl. a műgyantaragasztó "C" állapotba jutva megkössön és így a farétegeket tartós kötéssel egyesítse.

Ahhoz, hogy a dielektromos melegítés (nagyfrekvenciás ragasztás) feltételei adott esetben tisztázhatók legyenek először a nagyfrekvenciás áram előállításával és tulajdonságaival kell megismerkedni. A nagyfrekvenciás áramot generátorokkal tudjuk előállítani. A nagyfrekvenciás üzemi generátor tulajdonképpen egy adóberendezés, amely a külső hálózathoz felvett alacsony periódusú váltakozóáramot magas rezgésszámu váltakozó árammá alakítja át, amely a generátor berendezései között elhelyezett rezgőkörben jelentkezik. A generátor üzemi körülmények között egy külső rezgőkörrel rendelkezik, amelynek lényeges eleme az a kondenzátor, amely között a dielektrikumot,



2. ábra

Rezgőkör és elemei látszólagos ellenállásának változása különböző frekvenciákon

Az ideális indukciós tekercs látszólagos ellenállása ($X_L = \omega \cdot L$) a frekvenciával (f) egyenes, a kapacitással, illetve a kapacitást képviselő kondenzátorral fordított arányban van ($X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$). Adott frekvenciánál előáll az az állapot, amikor az indukció látszólagos ellenállásával, amely esetben ez a pont a rezonanciapont, és itt lép fel az ugynevezett feszültség rezonancia, s ekkor a rezgőkörben az áram maximális. Mint említettük a belső és külső áramkör összehangolásánál azt az állapotot kell biztosítani, amikor a generátor által gerjesztett rezgőkör rezonancia frekvenciája megegyezik a külső rezgőkörével.

A külső rezgőkörben elhelyezett munkadarab változó tényezői (pl. a fánál a fafaj, anatómiai irány, méretek, ragasztóanyag stb.) miatt az összehangolás csak úgy biztosítható, hogy a külső rezgőkör elemei, az induktivitás és a kapacitás változtatható, ugyanis a külső rezgőkör a rezonancia frekvenciánál nagyobb frekvencia esetén induktív, kisebb frekvencia esetén pedig kapacitív jellegű. Az első esetben a külső rezgőkör kapacitását, az utóbbi esetben pedig a rezgőkör induktivitását kell növelni ahhoz, hogy az a belső rezgőkör rezonancia frekvenciájára legyen hangolható.

Mint említettük, a külső rezgőkör kondenzátorának lemezei közé helyezett dielektrikumban a felmelegedés a dielektrikum molekuláinak helyváltoztatása következtében áll elő, amelyet a generátor magasan megválasztott

konkrét esetben a fát elhelyezzük. A nagyfrekvenciás ragasztásnál a cél az, hogy a generátor belső és külső rezgőkör energiája csak ebben az esetben képes a külső rezgőkörbe áttevédni. A két rezgőkör összehangolása rendkívül bonyolult feladat, mert az összehangolás feltételei igen széles körűek.

Ennek megértéséhez meg kell említenünk, hogy a rezgőkörök, általában indukcióból (L), és kapacitásból (C) állnak. Ezenkívül természetesen tiszta ohmos ellenállást is tartalmaznak. Egy rezgőkörnek különböző frekvenciákon való viselkedését a 2. ábra mutatja.

frekvenciájával (rezgésszámával) lehet növelni. Az erőtér villamosenergiájának egy része így a dielektrikumban hőenergiává alakul át.

A hőenergiát előállító teljesítmény

$$N = 5,56 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \text{tg} \quad (\text{Watt/cm}^3)$$

V = térerősség (V/cm)

f = frekvencia (M Hz)

ε = dielektromos állandó

tg = teljesítménytényező (veszteségi tényező)

Ez a képlet a dielektromos melegítés alapképlete. Az ε és a tg együtt: P veszteségi tényezőben foglalható össze. A dielektrikumban hővé alakuló villamos teljesítmény (tekintettel arra, hogy V = az elektródák közötti térerősség (V/cm) állandó, továbbá a frekvencia - amelyen a generátor működik - szintén állandó) a P veszteségi tényezőtől függ. Ez a veszteségi tényező az, ami a dielektrikum "minőségének" megfelelően változik. A konkrét kérdés tárgyalása érdekében lényeges dolog foglalkozni a fa és a ragasztóanyag, mint dielektrikum tulajdonságaival.

Mielőtt azonban a fának és ragasztóanyagnak azon fizikai tulajdonságaival foglalkoznánk, amelyek a villamos teljesítményt és így a felmelegedés sebességét megszabják, szükséges még egy kérdéssel foglalkozni: a fa, a ragasztóréteg és az elektródák kölcsönös térbeli helyzetével, amelytől a keletkező hőenergia eloszlása függ.

A dielektrikum anyagállandóinak meghatározása, valamint a ragasztandó tárgy alakjának, rétegeinek meghatározása után el kell dönteni azt, hogy a konkrét feladatot illetően milyen elektródaelrendezést kell kiválasztani ahhoz, hogy a fa, a ragasztóanyag és az elektródák kölcsönös helyzete kedvező legyen a tervezett gyártási műveletre. Nagyfelületű faanyagok ragasztásánál a ragasztóréteggel párhuzamos, illetve a ragasztóanyagra merőleges elektróda



párhuzamos



teljesítmény különbség



hőmérséklet különbség



merőleges



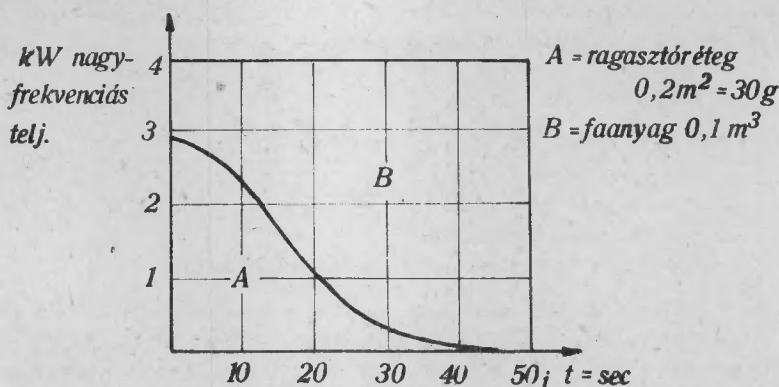
teljesítmény különbség



hőmérséklet különbség

3. ábra

Teljesítmény és hőmérsékletviszonyok sematikus ábrázolása merőleges és párhuzamos dielektromos melegítés esetén



4. ábra

A kimenőteljesítmény eloszlásának változása a kötési idő függvényében

elrendezés használható. A párhuzamos elektróda elrendezésnél (3. ábra) az elektromos erővonalak iránya megegyezik a ragasztóréteg irányával és amennyiben a fa és ragasztóanyag dielektromos állandói kedvezően vannak megválasztva, úgy a hővé alakuló villamosenergia nagyobb része fordítódik a ragasztóanyag felmelegítésére, míg a fa kevésbé melegedik fel.

A merőleges elektródaelrendezésnél az elektródák síkja merőleges a ragasztórétegekre, amely esetben a ragasztóanyagon kívül a faanyag is jelentősen felmelegszik. A párhuzamos és merőleges melegítésnél fennálló teljesítménykülönbséget és ennek hatására keletkező hőmérsékletkülönbséget, valamint a nagyfrekvenciás teljesítmény eloszlását a kötési idő függvényében a 4. ábra mutatja.

Az energiaeloszlás a dielektrikum anyagainak ismert dielektromos jellemzőiből kiszámítható az alábbi képletekkel:

Párhuzamos melegítésnél

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_1}$$

Merőleges melegítésnél

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\epsilon_1 \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{\epsilon_2 \cdot \operatorname{tg} \delta_1}$$

N_2 = a ragasztóréteg térfogategységében keletkező melegmennyiség

Rezorcingyanta: $\epsilon_2 = 28$ $N_1 = a$ fa térfogategységében keletkező me-
leg mennyiség
 $\text{tg } \delta_2 = 0,9$

Faanyag: $\epsilon_{1-2} = 3,2$ $\epsilon_{1-2} = a$ fa, illetve a ragasztóanyag di-
elektromos állandója
 $\text{tg } \delta_1 = 0,05$
 $\text{tg } \delta_{1-2} = a$ fa- és ragasztóanyag teljesít-
ménytényezője

Párhuzamos melegítésnél:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{28 \cdot 0,9}{3,2 \cdot 0,05} = \frac{25,2}{0,16} = 158$$

Merőleges melegítésnél:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{3,2 \cdot 0,9}{28 \cdot 0,05} = \frac{2,88}{1,4} = 2,06$$

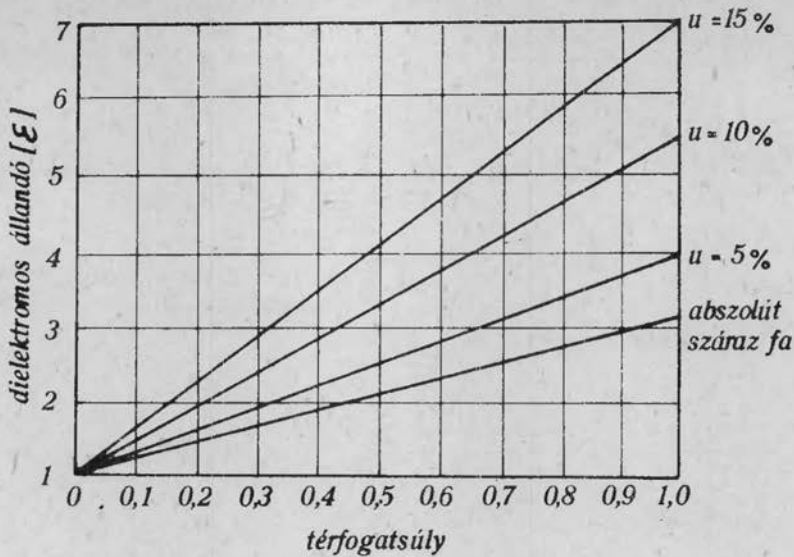
Az energiaeloszlás rezorcingyanta és erdeifenyő faanyag esetén azt mutatja, hogy a párhuzamos melegítésnél a ragasztóanyag elméletileg 158-szoros merőleges melegítésnél csupán 2-szeres energiát képes abszorbeálni a faanyaghoz képest (természetesen térfogategységre viszonyítva).

A fa és a ragasztóanyag dielektromos tulajdonságai:

A faanyagoknál ezután vizsgálat tárgyává tesszük a dielektromos állandó és a teljesítménytényező alakulását. Ezek a tényezők ugyanis nagymértékben befolyásolják a fajlagos ellenállást, amely fordítottan arányos a veszteségi tényezővel.

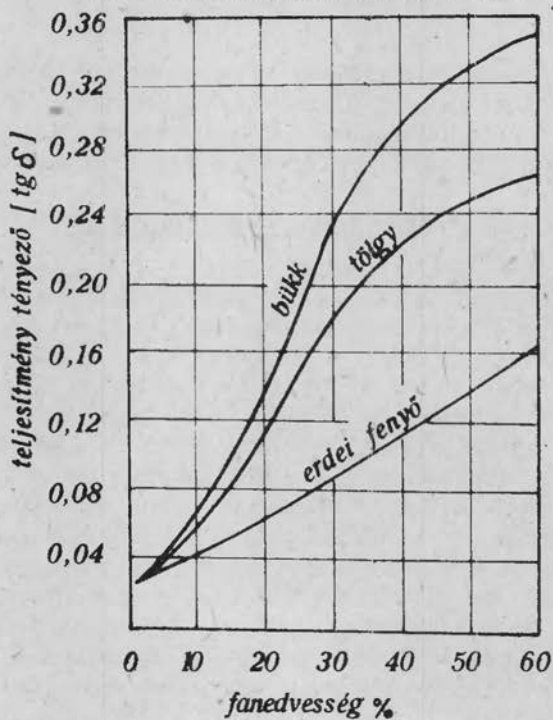
A dielektromos tényező azt jelzi, hogy az anyag molekulái mennyire polarizálódnak az elektromos tér hatására. A faanyagok dielektromos tényezői részben a fa térfogatsúlyával (sűrűségével), illetve a fa fajával, valamint a fa nedvességével változnak. E kettő változását az 5. ábra mutatja. A teljesítménytényező (veszteségi szög) változását, amely a dielektrikum által elnyelt energia mennyiségét határozza meg, ugyancsak befolyásolják a fa térfogatsúlyának, illetve a fa fajának és a fanedvesség értékének változásai. A teljesítménytényező függőségét a 6. ábra mutatja az említett tényezők függvényében. A dielektromos állandó és a teljesítménytényező (veszteségi szög) a faanyag tulajdonságain kívül függ még a faanyag anatómiai irányától és a fanedvességével összefüggésben változik még a frekvencia függvényében is.

A 7. ábra pl. adott fafaj dielektromos állandójának és veszteségi szögének változását mutatja 17 MHz frekvencián a fanedvességtől függően.



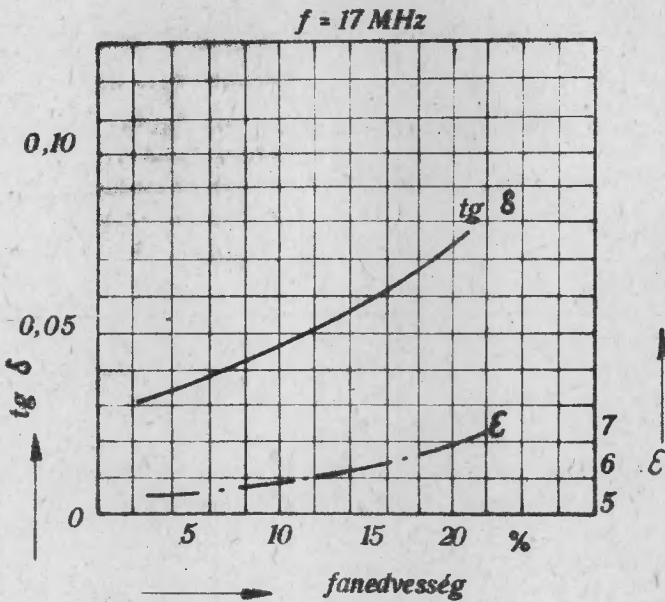
5. ábra

Dielektromos állandó változása a fánál



6. ábra

Teljesítménytényező (vesztési szög) változása a fánál



7. ábra

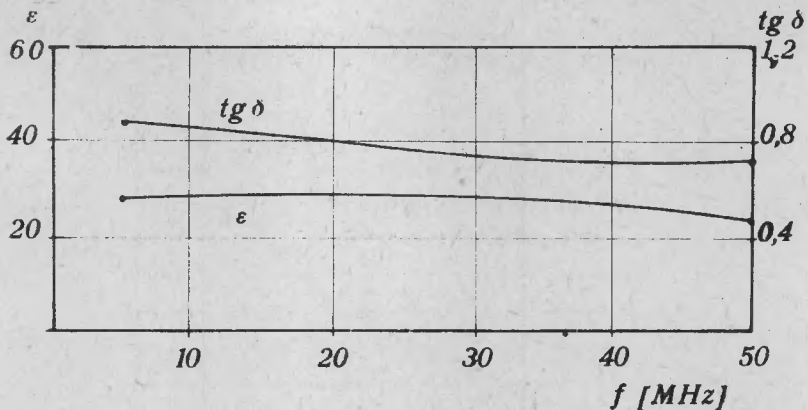
Adott fafaj dielektromos tulajdonságainak változása 17 MHz frekvencián a nedvességtartalom függvényében

A faipari jellegű feladatoknál a fa, mint nyersanyag valamennyi jellemzőjével adott.

A nagyfrekvenciás ragasztáshoz használandó ragasztóanyag viszont választható és ehhez képest több speciális követelménynek kell megfelelnie. Az egyes ragasztóanyagok dielektromos tulajdonságai (dielektromos állandó és a teljesítménytényező) szabják meg azt az arányt, hogy a ragasztandó tárgyba betáplált energia hogyan oszlik meg a ragasztórétegek és a fa között.

A ragasztóanyag kiválasztásánál nyilván arra kell törekedni, hogy a

$\frac{N_2}{N_1}$ tört értéke minél nagyobb legyen, vagyis a ragasztóréteg térfogat egységében minél több energia abszorbeálódjék. A képletek szerint merőleges melegítés esetén olyan ragasztóanyagot kell használni, amelynek dielektromos állandója (ϵ) kicsiny, teljesítménytényezője ($\text{tg } \delta$) pedig minél nagyobb. Párhuzamos melegítésnél a dielektromos állandónak és a veszteségi szögnek egyaránt nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy a tört értéke minél nagyobb legyen. A ragasztóanyagok dielektromos állandóinak értéke az alkalmazás szempontjából tehát attól függ, hogy milyen elektroáelrendezést kívánunk alkalmazni. A különböző ragasztóanyagok természetesen különböző dielektromos tulajdonságokkal rendelkeznek.



8. ábra

Resorcin "K" műgyantaragasztó dielektromos állandója és veszteségi szöge különböző frekvencián

Igy adott frekvencián:

	ϵ	$\text{tg } \delta$
Karbamidgyanta	16,9	1,12
Fenolgyanta	57,3	0,0065
Resorcingyanta	28,2	0,895

A rezorcingyanta dielektromos jellemzőinek változását a frekvencia függvényében a 8. ábra mutatja.

A dielektromos melegítés egyéb körülményei:

A dielektromos ragasztás műveleti idejét a melegítés hőfoka és a melegítés időtartama határozza meg. A melegítés időtartamára azért kell különös gondot fordítani, mert annak túlzott alkalmazása a ragasztóanyag károsodásával jár (a műgyantaragasztó elég) továbbá a melegítéshez szükséges elektromos energia igen drága, tehát a kötési időnek minél rövidebbnek kell lenni. Adott ragasztó esetén a tökéletes kikeményedéshez szükséges kötési időnek minél rövidebbnek kell lenni. Adott ragasztó esetén a tökéletes kikeményedéshez szükséges kötési idő a hőmérséklet emelkedésével rohamosan csökken és tekintettel ennek az időtartamnak a rövidségére, valamint a ragasztási szilárdság és a melegítés idejének összefüggésére, célszerű a kötési időt perc nagyságrendben meghatározni. Ez a kikötés együttjár azzal, hogy a ragasztási hőmérsékletet nem célszerű 100°C fölé beállítani, mert e körül a kikeményedés sebessége nagy. A 100°C alatti hőmérsékletet megköveteli a faanyag nedvességtartalma következtében fennálló az a helyzet is, hogy a bizonyos vízmennyiséget tartalmazó faanyag a nagysebességű felmelegedés miatt a bennelevő víz intenzív párolgása következtében aránytalan deformálódhatik. Ez azért is jelentős tényező, mivel a melegítés tartalma alatt a ragasztandó tárgy

nyomás alatt áll, és így a faanyag deformálódásakor, a prés utánállása következtében a faanyag összeroncsolódhatik. A 100°C fölötti hőfokon történő melegítés hátrányos az energiaszükséglet és az energia hasznosítása szempontjából is, mivel az energia jó része a fa nedvesség elpárologtatása miatt kisebb mértékben fordítódik a fa és a ragasztóanyag felmelegedésére. További hátrányt jelent az, hogy a fa a 100°C -on felüli melegítés esetén erősen szárad és a présből történt kiemelése után a nedvesebb levegőn lassan beáll a higroszkópos egyensúly, aminek következtében a fa az anatómiai irányoknak megfelelően különböző mértékben dagad.

A kikeményedési folyamatot gyorsító katalizátor adagolásának feltétlenül összhangban kell lenni a hőmérséklettel, így a magas hőmérsékleten történő ragasztásnál a katalizátor sokkal gyorsabban fejti ki hatását.

Fentiek miatt rétegelt faanyagok dielektromos melegítésénél ajánlatos a 100°C hőmérséklet alatti ragasztás, amely egyúttal determinálja az eljárás gazdaságosságát is.

A hővé alakuló energia mennyiségét a dielektromos melegítésnél az alaképlet értelmezésében az alábbi, a dielektromos melegítésben részt vevő tényezők szabályozásával tudjuk a kívánt értékre beállítani.

- a térerősség változtatása
- a frekvencia változtatása
- az anyag dielektromos állandójának változtatása
- az anyag veszteség szögének (teljesítmény tényezőjének) változtatása

utján.

Abban az esetben tehát, ha adott konkrét feladatnál a dielektromos melegítés szükséges ideje (kötési idő) túl hosszúra nyúlna, úgy azt befolyásolni lehet a faanyag megválasztásával, vagy ha erre nincs mód, úgy a ragasztóanyag megválasztásával. Amennyiben a ragasztandó szerkezet alkotóiban változtatást nem eszközölhetünk, úgy foglalkozhatunk frekvencia növelésének gondolatával, vagy amennyiben ez elektromos szempontból nem helyes (a tárgy nagysága és alakja determinálólólag hat), úgy növelni lehet a térerősséget a generátor kimenő teljesítményének növelésével.

A frekvencia növelésére lehetőség csak adott frekvenciahatárok között van, mivel az egyenletes melegítés alapfeltétele, hogy az alkalmazott elektródák maximális hossza a generátor frekvenciájához tartozó hullámhossz $1/20$ része, az elektródabevezetőké viszont $1/4$ része lehet. Amennyiben a frekvenciát adott határon túl növeljük, vagyis a hullámhosszat csökkentjük, az elektróda hossza marad, akkor feszültségi csomópontok keletkezhetnek az elektródák felületén és az anyag felmelegedése egyenlőtlen lesz.

Meg kell említeni, hogy a keményfák párhuzamos elektródaelrendezési dielektromos melegítésénél óvatosan kell eljárni, mert a ragasztóanyag és a fa dielektromos tulajdonságainak egyes esetekben fennálló különbözősége miatt a potenciál gradiens túl magas lesz és így a ragasztórétegben a túlzott koncentráció miatt égésfoltok keletkezhetnek. A fenyő és lágylombos fáknál a párhuzamos elektróda elrendezést bátrabban lehet alkalmazni azok eltérő dielektromos tulajdonságai miatt. A nagyfrekvenciás generátor elhelyezésére, árnyékolására az elektródák kivezetéseinek módjára, a kivezetések szerke-

zetére, anyagára és egyéb technikai részletekre vonatkozóan számos tudnivalót volna szükséges felsorolni. Ezek és ezeknek alkalmazása azonban többnyire a konkrét helyi viszonyoktól függ, ezért ezekkel részletesen nem foglalkozunk.

A dielektromos melegítések alkalmazásával betartandó biztonsági szabályokkal viszont technológiák leírása során fogunk foglalkozni.

3. A végzett kísérletek leírása, eredmények, tapasztalatok

A kasvezetőgerendák gyártásával kapcsolatos kísérletek laboratóriumi és félüzemi szintű kísérletek voltak. Keretünkben háromféle ragasztási módszert próbáltunk ki és ezek leírását, valamint a nyert tapasztalatokat a következőkben vázoljuk. A háromféle ragasztási módszer:

- nagyfrekvenciás ragasztás (dielektromos melegítés)
- hideg (20-30°C) ragasztás
- meleg (30-90°C) ragasztás.

A nagyfrekvenciás ragasztási kísérleteket alkalmas generátor és hidraulikus præs hiányában a Budapesti Falemezművek 2-es sz. telepén (Ujpest, Váci ut 60.) bonyolítottuk le.

a) Nagyfrekvenciás ragasztási kísérletek

A kísérleteket három sorozatban végeztük a következő berendezésekkel:

Hazai gyártású DG.25 nagyfrekvenciás generátor

Műszaki adatok: Üzemi frekvencia 13,5 MHz
 Kimenő teljesítményfokozat: I. 8,5 kW
 II. 17 "
 III. 25 "

aszimmetrikus elektróda kivezetések (egyik elektróda földelt)
adócső hűtése: vízzel

NSzK gyártású Bürkle hidraulikus præs: 140-200 atm -ra
dugattyú 2 db 250 mm Ø
præslelap mérete 1200x600 mm

A berendezések segítségével 5, illetve 6 rétegben 140x190x600 mm méretű próbadarabokat gyártottunk. A méret kiválasztását részben a hidraulikus præs mérete determinálta, másrészt az az elgondolás, hogy ebből a méretből a szabványos anyagvizsgálatok céljára megfelelő számú próbatestet vehessünk ki. A præsélések alkalmazásával minden esetben 9-12% netto nedves-ségtartalmu erdei fenyő és vörös fenyő anyagot használtunk fel, amelyet előzetesen vastagsági gyalugépen munkáltunk meg pontos méretre.

I-II. kísérletsorozat:

A kísérletek célja az volt, hogy különböző hazai származású ragasztóanyagokat próbáljunk ki, a ragasztandó próbadarab méretének megfelelően biztosítsuk a generátor külső rezgőkörének (elektrodák, mint kapacitások és az induktivitás) behangolását, és tájékoztató értékeket kapjunk a konkrét feladattal kapcsolatban a dielektromos melegítés idejére. Ugyanezen kísérlet keretében kipróbáltuk a különböző elektrodaelrendezéseket, a későbbi kísérletekhez alkalmazandó szigetelő anyagokat, a kóboráramok hatását és az esetleges átütések, ivhuzások jellegét és helyét.

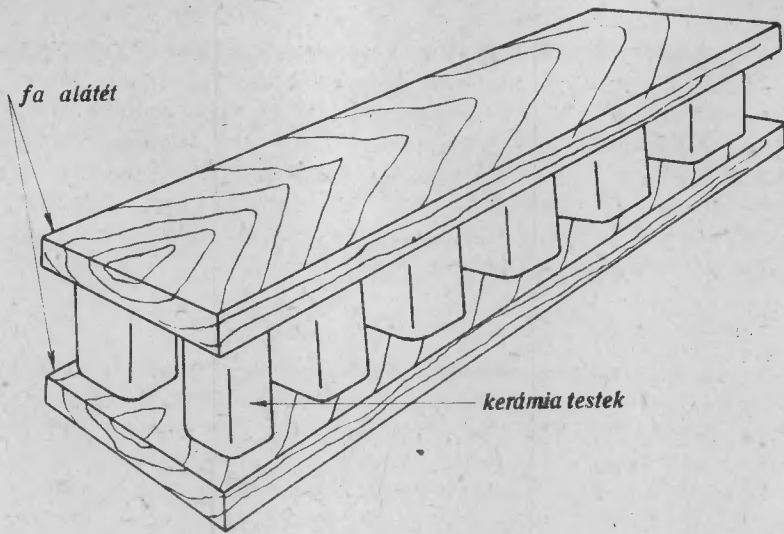
Tapasztalatok:

A nagyfrekvenciás generátor külső rezgőkörének behangolását minden esetben egy tranzisztoros griddip mérővel ellenőriztettük. A behangolás kezdetén tapasztaltuk, hogy a behelyezett próbadarab, mint dielektrikum esetén a rezgőkör erősen kapacitív jellegű, ezért az előzetesen 20 mm Ø-jű vörösréz csőből készített 4 menetű indukciós tekercs menetszámát hegesztéses toldással meg kellett növelni, hogy a külső rezgőkör kapacitása a generátor belső frekvenciájával megegyezzen. Az indukciós tekercset elektrodákkal párhuzamosan kötöttük be, míg a rendszert a generátor kivezetéseivel az indukciós tekercs hideg pontján és az indukciós tekercs közép leágazásánál kapcsoltuk. Ilyen elrendezés mellett állt be a generátor frekvenciájának megfelelő 13,5 MHz hidegen mért frekvencia.

A kísérletek alatt FKČ, Dorolac VII. és Dorolac VI. ragasztóanyagokat próbáltunk ki. Az FKČ és Dorolac VI. gyanták próbái azt igazolták, hogy ezek a ragasztóanyagok forrón kötőek lévén nem alkalmasak a konkrét esetben nagyfrekvenciás ragasztásra, mivel a rezonanciafrekvenciára behangolt külső rezgőkör a részükre szükséges hőmérsékletet még 10-13 perc után sem tudja biztosítani, amely idő alatt viszont a fa gőzölög (nedvességtartalma forrásnak indul) és deformálódik; a ragasztóréteg viszont megég. Emiatt a továbbiakban a kísérleteket a Dorolac VII. műgyantaragasztóval folytattuk.

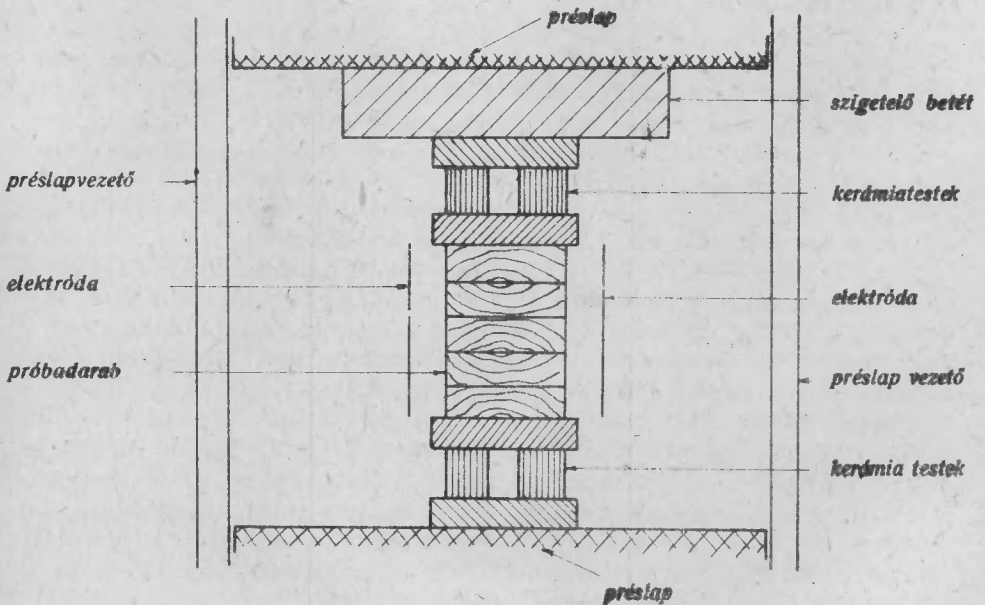
A kísérleteknél azért, hogy az elektrodáktól a hidraulikus prés fémfelületeit (amelyekben kóboráramok vannak jelen) távontartsuk, különböző szigetelőanyagokkal próbálkoztunk. Első ízben légszáraz állapotú bukkfából készült rétegelt verőfatömböket építettünk be a présbe, azonban kiderült, hogy ezek a meleg elektroda közelében 100°C fölé melegedtek és rétegeiben levő műgyantaragasztó összeroncsolódott és több deformációt szenvedett, s így módon alkalmatlanná vált további kísérletekhez. Ekkor a Kőbányai Porcelángyártól nagyfrekvenciás szempontból is megfelelő dielektromos tulajdonságú NOL-III. típusú kerámiatesteket szereztünk be, amelyeket a ragasztandó faanyagok megfelelő nedvességtartalmu vörös fenyő deszkákkal kombinálva (lásd 9. ábra) helyeztünk be szigetelőréteggel az elektrodák és a prés fémfelületei (nyomólapja) közé (lásd 10. ábra).

A nagyfrekvenciás generátort általában az I. fokozatban használtuk, mivel a II. fokozatban a nagyobb térerősség a ragasztóanyag elégését, és különböző ivhuzásokat idézett elő. Még a kísérletek elején áttértünk a párhuzam-



9. ábra

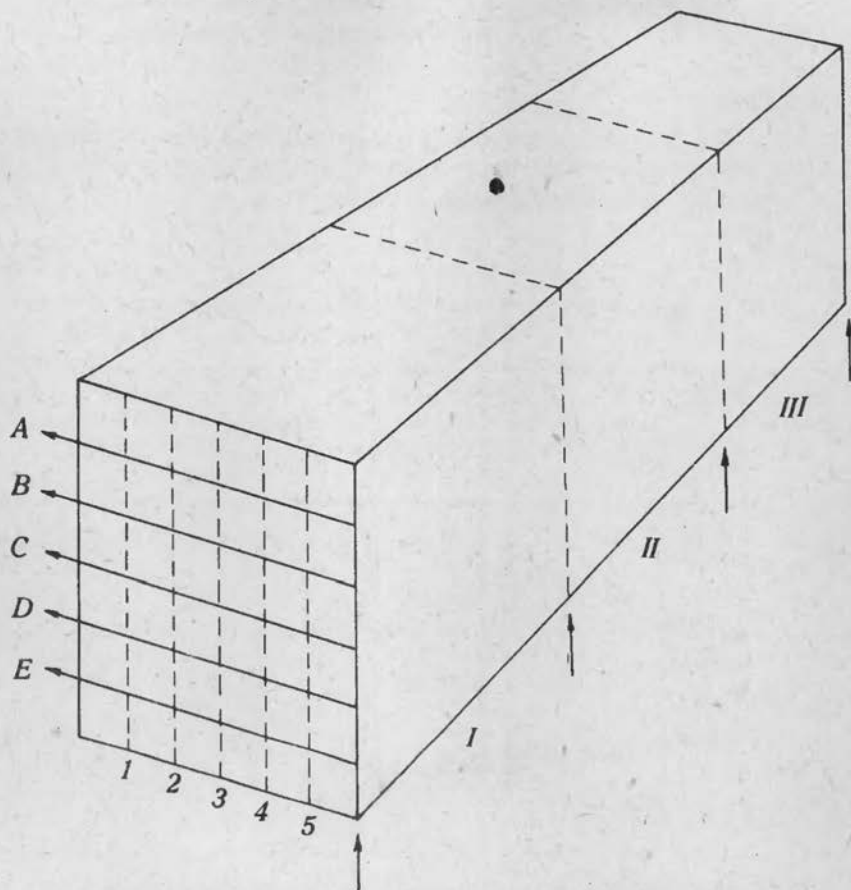
NOL -III. kerámiatestek felhasználásával összeállított szigetelőrétegek



10. ábra

A nagyfrekvenciás generátor és hidraulikus prés üzem közben.
A próbadarabok az elektródák és a szigetelőrétegek között

mos elektroáelrendezés alkalmazására, mivel bebizonyosodott, hogy merőleges elrendezés esetén 10-15 perc dielektromos melegítés volt szükséges a Dorolac VII. műgyantarasztó kikeményedéséhez. Párhuzamos melegítés esetén ugyanezen ragasztóhoz 3-6 perc volt a szükséges melegítés ideje.



A→E: az egyes ragasztórétegek

1→5-6 stb. ragasztórétegre merőleges zónák

I-II-III hossz tengely szerinti zónák

11. ábra

A próbadarabok zónákra való felbontása az anyagvizsgálatokhoz

A préselt próbadarabokat a 11. ábrának megfelelően zónabeosztás szerint dolgoztuk fel szabványos próbatestekké. Az egyes rétegekből kifűrészelt próbatesteken szabványos anyagvizsgálatokat végeztünk:

- a ragasztott faanyag hajlítoszilárdságára
- " " ragasztószilárdságára
- " " 24 órai áztatás utáni ragasztószilárdságára
- " " ütő-hajlítoszilárdságára vonatkozólag.

Megállapítások:

Az I. és II. kísérletsorozat próbadarabjaiból készített próbatestek szabványos anyagvizsgálataiból nyert eredményeket feldolgoztuk (lásd 1. táblázat) s ennek alapján az alábbi megállapításokat tettük.

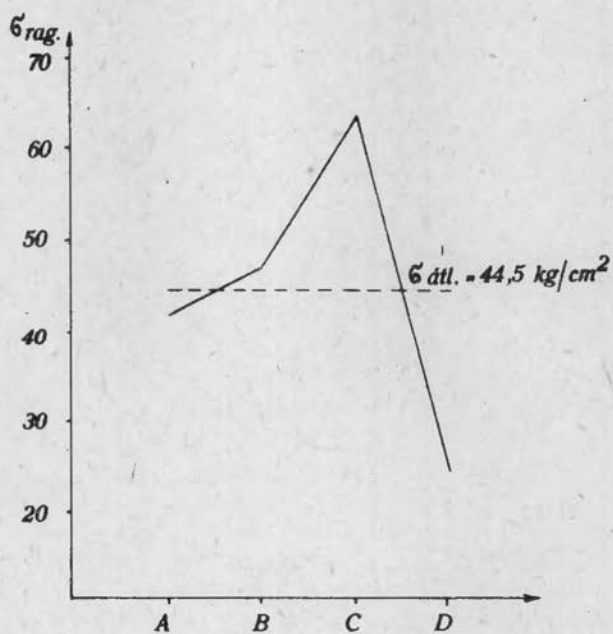
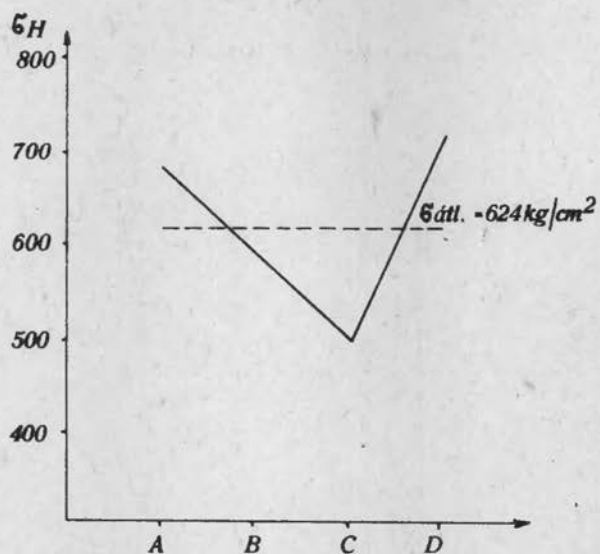
1. táblázat

Az I. és II. nagyfrekvenciás kísérleti ragasztássorozat anyagvizsgálatai eredményei

Do- ro- lac VII. mű- gyan- ta- ra- gasz- tő- val	Merő- leges elekt- róda elhe- lye- zés- sel	Fafaj	Hajl. szil. kg/cm ²	P.test db szám	Ütő-tő- rősz. kg/cm ²	db	Rag. szil. kg/cm ²	db	24 órai ázt.után rag.sz. kg/cm ²	db
		erdei- fenyő	631	12	0,338	40	52,3	28	33,0	27
		vörös fenyő	900	16	0,496	15	70,4	16	44,9	32
	Pár- huza- mos elekt- róda elh.	erdei fenyő	-	-	0,301	36	47,2	30	26,7	28
		vörös fenyő	702	103	-	-	51,07	65	27,8	44

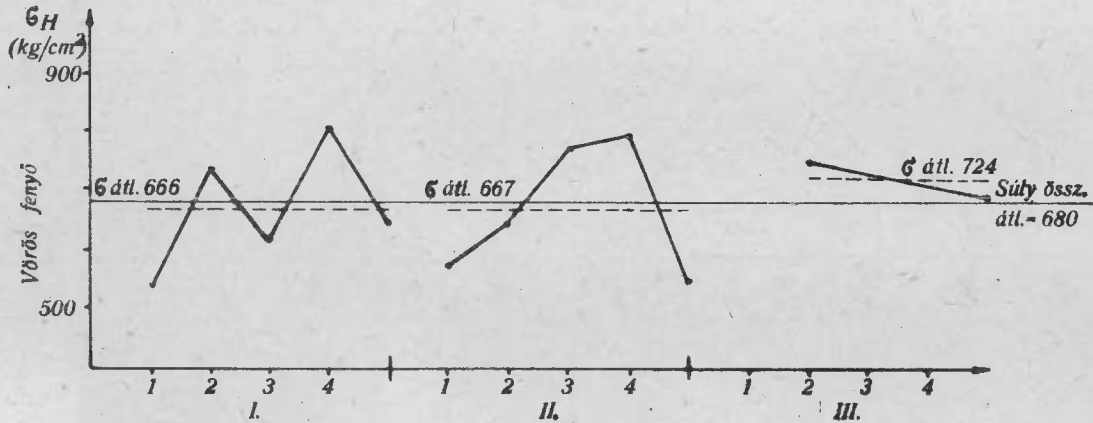
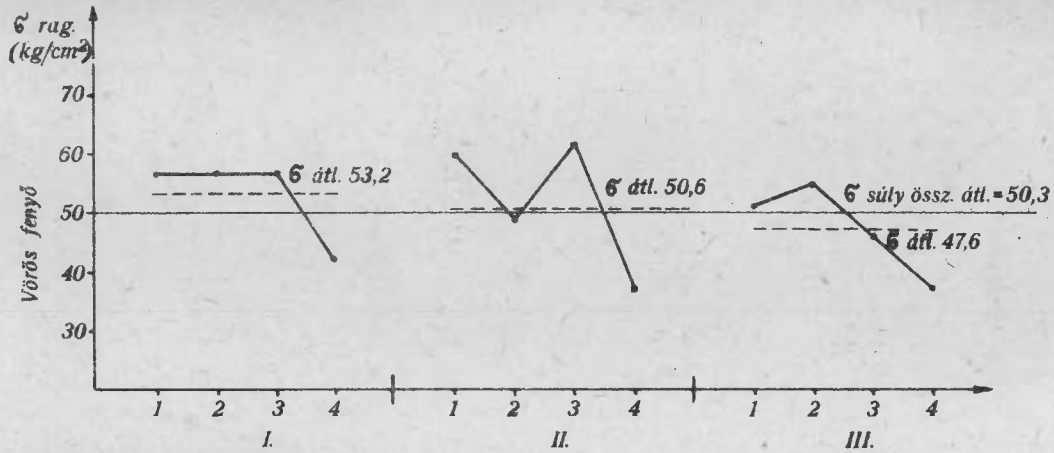
Az üzemi gyakorlatban aszimmetrikus kivezetésű elektródák nem alkalmazhatók, mert az elektródák között elhelyezett fában és ragasztórétegekben a hőmérsékleteloszlás nem lesz egyenletes, sem merőleges, sem pedig párhuzamos elektródaelrendezés esetén és ez messzemenően kihat a szerkezet szilárdságára. (lásd 12., 13. ábra)

A kasvezetőgerendák ragasztása esetében párhuzamos elektródaelrendezés alkalmazandó, mivel így a szerkezetre gyakorolt nyomás tengelye nem esik egybe az erőtér irányával és így a összennyomhatósága nem befolyásolja az elektródák távolságát. A párhuzamos elektródaelrendezést ezenkívül a villamosenergiával való takarékoság is szükségessé teszi, mivel ezzel az elrendezéssel kb. fele időtartamu dielektromos melegítéssel lehet biztosítani az azonos műgyanta kikeményedését.



12. ábra

Az aszimmetrikus elektródakivezetés különböző befolyása az erdeifenyő hajlító- és ragasztószilárdságra (merőleges elektródák esetén)



13. ábra

Az aszimmetrikus elektródakivezetések hátrányai a nagyfrekvenciás ragasztásnál (párhuzamos elektródák) esetén

Tapasztalatunk szerint a Dorolac VII. műgyantaragasztó alkalmas nagyfrekvenciás ragasztások végrehajtásához és a vele ragasztott szerkezetek kielégítő szilárdságot mutatnak. Dorolac VI. és az FKC műgyantaragasztó használata a konkrét esetben negatív eredménnyel járt, ezek ui. forróntűgyanták, hosszú időtartamu melegítést kívánnak, edző alkalmazása pedig legtöbb esetben együtt jár a ragasztóréteg beégésével.

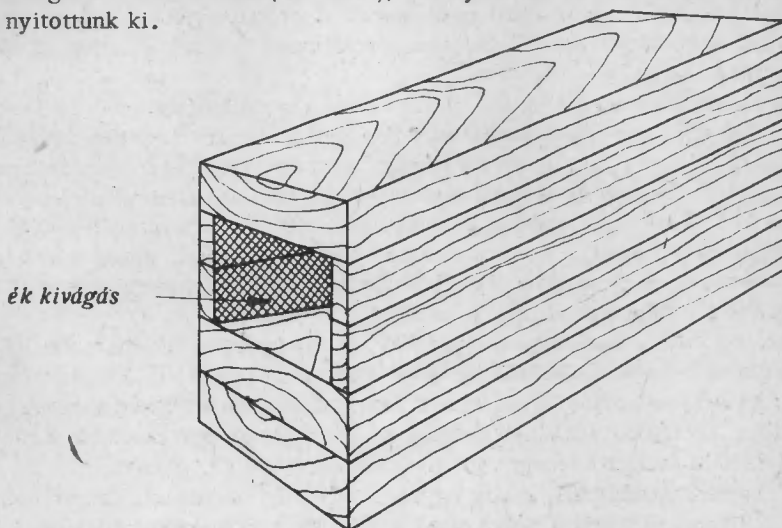
A további kísérletekhez ezért párhuzamos elektróda elrendezést és Dorolac VII. ragasztó mellett 4-6 perc dielektromos melegítést terveztünk.

III. Kísérlet-sorozat:

A kísérletsorozat célja az volt, hogy 10-12% nedvességtartalmu erdei és vörös fenyő anyagból állandó kezdeti nyomás és állandó dielektromos melegítési időtartam mellett olyan próbadarabokat gyártunk, amelyeknek felfűrészelése után kialakított próbatestek szilárdsági adataiból következtetéseket vonhatunk le az alkalmazandó ragasztóanyagokra és a dielektromos melegítést követő nyomás alatti pihentetési idő mértékére nézve. Ebbe a kísérletsorozatba bekapcsoltuk az időközben Svájc-ból megérkezett Ciba gyártmányu Aero-dux 185 B típusu rezorcinalapu műgyantaragasztót is.

A kísérletsorozat alkalmával az eredeti berendezést használtuk és üzem közben a külső rezgőkör frekvenciáját hideg-méréssel, grid-dip méterrel ellenőriztük.

A próbadarabok gyártása közben a generátor kikapcsolása után, a pihentetési idő alatt rendszeresen ellenőriztük a fajlagos nyomás változását és a ragasztóréteg, valamint a faanyag hőmérsékletét, illetve annak változását. A faanyag hőmérsékletét termisztoros tapintóhőmérővel (TUH-3 típusu, gyártja: Fővárosi Finommechanikai Vállalat) ellenőriztük úgy, hogy a próbadarabokon kivágást alkalmaztunk (14. ábra), amelyet csak a hőmérsékletmérés idejére nyitottunk ki.



14. ábra

Hőmérsékletmérésre megnyitott 140X190X600 mm-es próbadarab

Az előállított három próbadarab sorozat jellemzői és a dielektromos melegítés alatt mért adatok

	11-16. sor - számmal jelzett	21-25 sor - számmal jelzett	31-33 sor - számmal jelzett
próbadarabok			
Fafaj, nedvességtartalom	erdeifenyő u = 7-8%	vörösfenyő u = 8-9%	vörösfenyő u = 8-9%
Műgyantaragasztó Edző és aránya (%)	Dorolac VII. Hig.kénsav 10%	Dorolac VII. Hig.kénsav 10%	Auerodux 185 B HRP 155.
Felvitel (g/m ²)	150	125	220
Dielektromos melegítés ideje (perc)	5'	5'	5'
Pihentetési idő prés- ben (perc)	5, 7, 9, 11, 14, 17	5, 7, 9, 11, 14	5, 7, 9
Nyomás (kg/cm ²)	25	25	25
Hőmérséklet die. melegítés után (°C)	rag: 60-65 fa: 45-50	rag: 60-70 fa: 45-50	rag: 55-65 fa: 45-50
Hőmérséklet kivé- telkor (°C)	rag: 50 fa: 45	rag: 50-55 fa: 45	rag: 50-55 fa: 45

A III. kísérletsorozatheli próbadarabok próbatestjeivel végzett anyagvizsgálatok eredményeit a 3. táblázat tartalmazza. Ezek alapján az alábbi megállapítások tehetők:

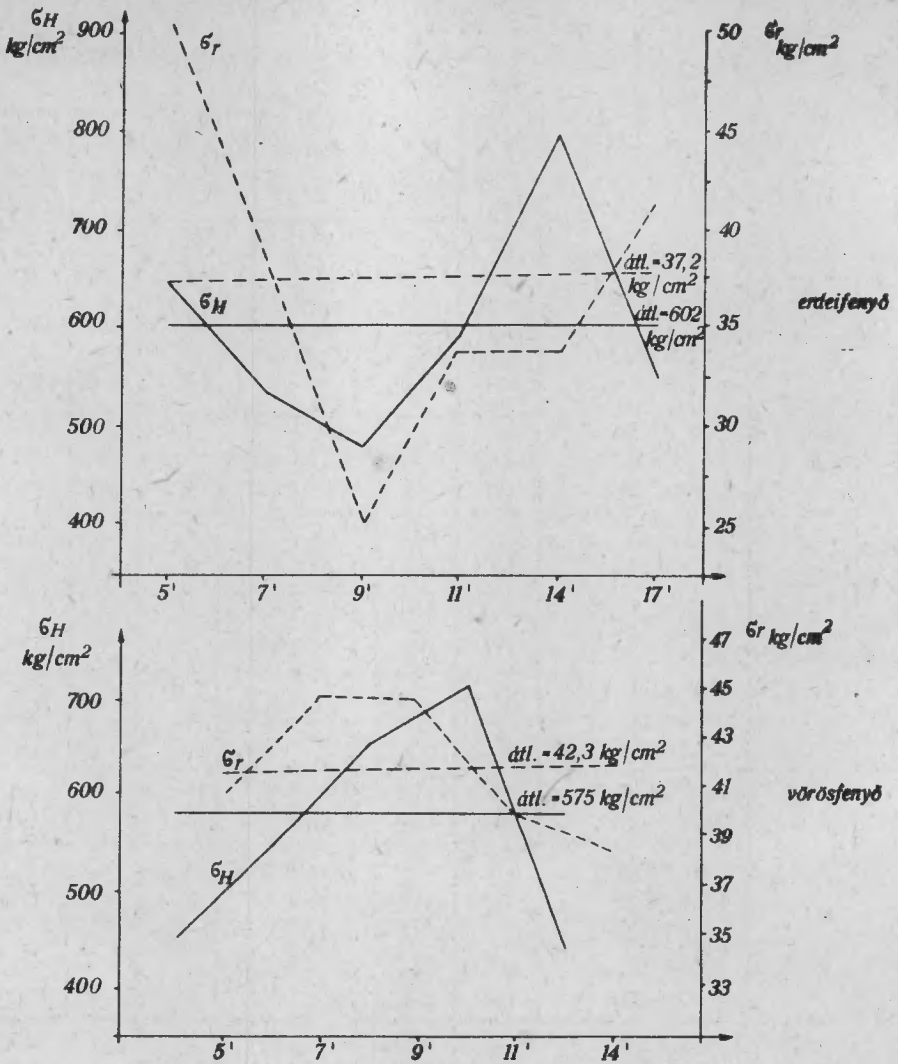
A dielektromos melegítés után nyomás alatt alkalmazott 9-13 perc pihentetési idő a hajlító- és ragasztószilárdság alakulására kedvező befolyással van (lásd 15. és 16. ábra), mivel a műgyantaragasztó kikeményedésének folyamata meleg állapotú fa- és ragasztóanyagban tovább halad. A dielektromos melegítés után azonnal kiszedett anyag (amennyiben a ragasztóréteg még nem keményedett ki teljesen), szilárdsága kedvezőtlenebb lesz, mivel a szilárdan ki nem alakult kötések nem tudják ellensúlyozni a faanyagban (a vele közölt hő következtében) fellépő feszültségek hatását.

Az Aerodux 185.B. típusú rezorcín alapú ragasztó alkalmasabb 100°C-on aluli dielektromos melegítésre, mint a hazai Dorolac VII. típusú fenolragasztó. Ugyanazon körülmények között (aszimmetrikus kivezetésű generátor-nál) a hideg elektróda melletti rétegek hajlítószilárdsága csaknem azonos a meleg elektróda melletti rétegek szilárdságával (lásd 17. ábra).

A ragasztószilárdság pedig egyes rétegekben magasabb; ezzel szemben a Dorolac VII. ragasztónál a hideg oldal szilárdsága mindig alacsonyabb. (lásd 13. ábra)

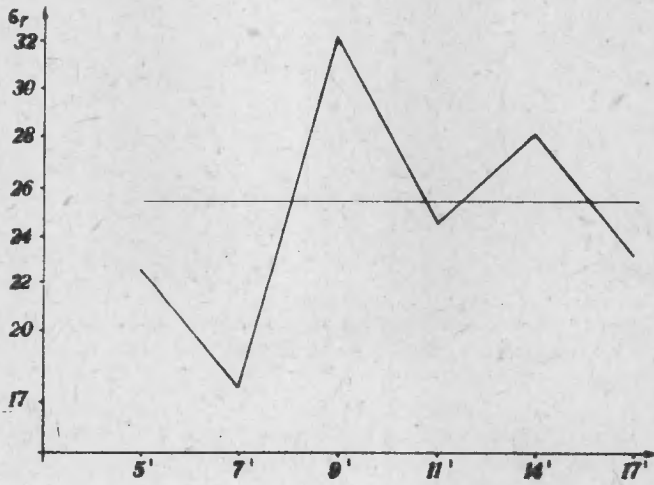
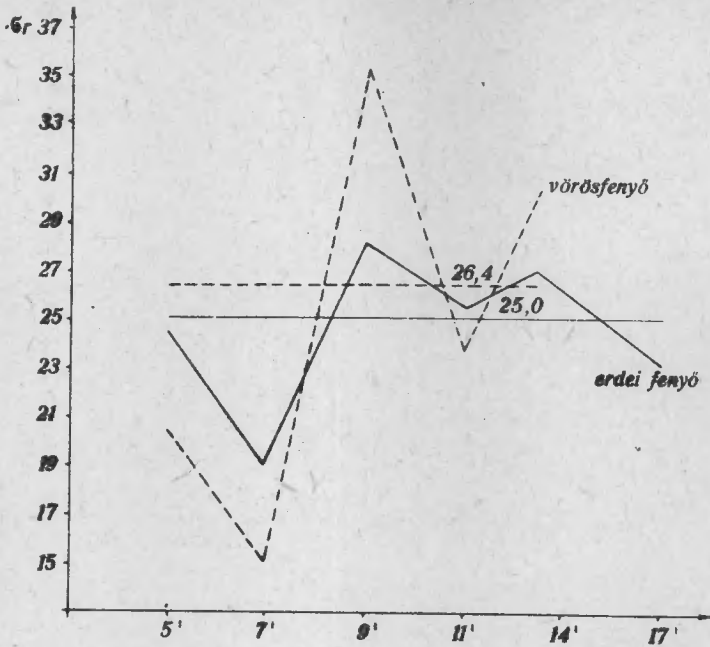
A III. nagyfrekvenciás kísérleti ragasztás-sorozat anyagvizsgálati eredményei

		5 percig tartó dielektromos melegítést követő nyomás alatt alkalmazott						Statiz- tikai átlag ² kg/cm	
		+5	+7	+9	+11	+14	+17		
		perc pihentetési idő után kg/cm ²							
Dorolac VII. műgyanta ragasztás-nál	erdei fenyő (csak a meleg oldal)	hajl. szil. prtest db.	648 (10)	539 (11)	482 (9)	592 (13)	796 (11)	550 (13)	602 (67)
		rag. szil. prtest db.	50,4 (10)	37,9 (11)	27,3 (11)	34,3 (11)	34,0 (11)	40,2 (12)	37,2 (66)
		rag. szil. 24. ó. ázt. u. prtest db.	24,4 (5)	19,1 (4)	28,2 (5)	25,6 (6)	27,1 (6)	23,2 (4)	25 (30)
	vörös fenyő (csak a meleg oldal)	hajl. szil. prtest db.	450 (11)	546 (9)	650 (13)	707 (11)	441 (6)	-	575 (41)
		rag. szil. prtest db.	41,5 (7)	45,0 (6)	44,8 (11)	40,8 (13)	38,6 (4)	-	42,3 (41)
		rag. szil. 24 ó. ázt. u. prtest db.	20,5 (4)	15,1 (2)	35,3 (6)	23,8 (6)	30,4 (2)	-	26,4 (20)
Aerodux 185 B műgyanta ragasztóval	vörös fenyő (meleg oldal)	hajl. szil. prtest db.	851 (14)	1005 (14)	919 (14)	-	-	-	925 (42)
		rag. szil. prtest db.	64,8 (13)	78 (16)	69,2 (14)	-	-	-	71,1 (43)
		rag. szil. 24. ó. ázt. u. prtest db.	34,7 (9)	51,7 (9)	56,4 (9)	-	-	-	47,6 (27)
	vörös fenyő (hideg oldal)	hajl. szil. prtest db.	900 (10)	916 (10)	897 (9)	-	-	-	905 (29)
		rag. szil. prtest db.	63,8 (14)	71,5 (15)	63,5 (14)	-	-	-	66,4 (43)
	Természetes fa	vörös fenyő	hajl. szil. nyirószil.						
erdei fenyő		hajl. szil. nyirószil.							687 64,1



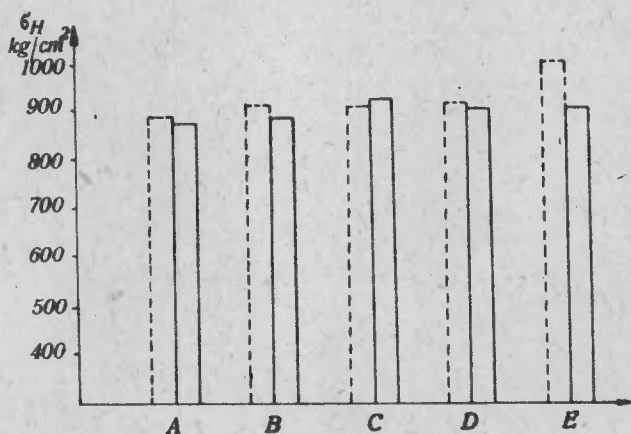
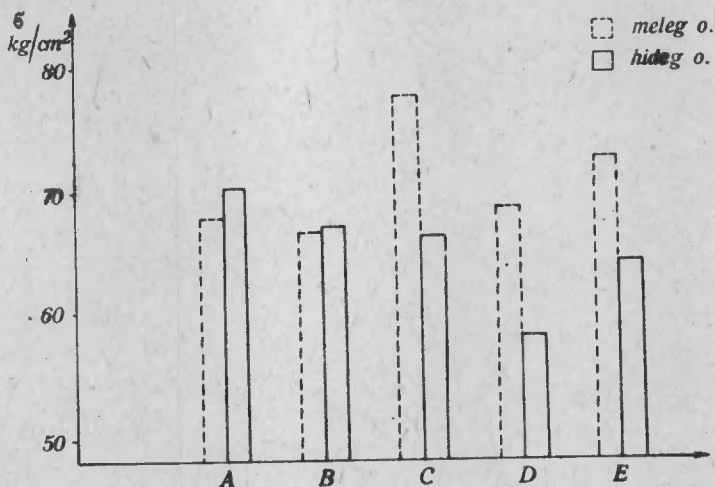
15. ábra

Erdei- és vörösfenyő próbatestek hajlító- és ragasztószilárdsága a dielektromos melegítést (egységesen 5 perc) követő pihentetési idő függvényében Dorolac VII. ragasztónál



16. ábra

A 24 órás áztatás után mért ragasztószilárdság alakulása az erdei- és vörösfenő anyagnál, a dielektromos melegítést követő nyomás alatti pihentetési idő függvényében



17. ábra

Az ún. meleg- és hidegoldal hajlító- és ragasztószilárdságának alakulása az Aerodux 185.B.-vel ragasztott vörösfenyő anyagnál rétegenként

Összefoglalva a nagyfrekvenciás ragasztási kísérletek tapasztalatait:

1. Az aknakasvezető-gerendák rétegelten, pallókból, műgyantarasztó felhasználásával történő előállítása a gyakorlatban nagyfrekvenciás ragasztással is megoldható. Ez a módszer a gyártási technológiában, a rövid ütemszerű présidők folytán gépesítést, folyamatosságot és gyors átfutási időt tesz lehetővé.

2. A nagyfrekvenciás ragasztáshoz csak szimmetrikus elektródakivezetésű generátort szabad alkalmazni a nagy elektródatávolság miatt.

3. A rétegelt aknakasvezetőgerendák ragasztóanyagául - figyelembe véve a felhasználás követelményeit - a rezorcín alapú Aerodux 185 B. műgyantaragasztót lehet javasolni, amelyet indokol a gyanta kondenzációjának stabil jellege, valamint a vele elért, a hazainál magasabb értékű ragasztó és hajlítószilárdsági értékek.

4. A rétegelt aknakasvezetőgerendák faanyagként erdei és vörös fenyő egyaránt használható, de a kopásnak kitett vagy huzott, nyomott rétegekbe feltétlenül vörösfenyő-pallók ajánlhatók, annak szilárdsági jellemzői lényegesen magasabbak.

b) Hideg (20-30^oC) és meleg (30-90^oC) ragasztási kísérletek

A kísérleteket két sorozatban hajtottuk végre. A kísérletek első részét egy, az Intézet által kivitelezett, 1,25 m hosszú orsóprésszel végeztük.

Ugyanezen orsós présben kipróbáltuk a pneumatikus nyomás mellett történő hidegragasztást is. Ezt a kísérletet egy 10 atm-ig terhelhető gumitömlő és kompresszor segítségével hajtottuk végre. Megállapítottuk, hogy a gyakorlatban a pneumatikus nyomású préselés megvalósítható, s a módszer lehetővé teszi az összerakott szelvények gyors nyomás alá helyezését. A különleges tömlőt jelenleg a Sportszerárugyárban használják silécek és különleges alaku rétegelt szerkezetek ragasztására.

A tömlő importból a Ferrunion útján szerezhető be a Siemens Cégtől, de hazánkban is előállít ilyen terméket a Gumiipari KTSz és a Ruggyantaárugyár is. Tapasztalatunk szerint a NSZK-ból beszerzett perlon "A"-val átszőtt gumitömlők az üzemi körülményeket lényegesen jobban bírják. Célszerű 15 atm nyomásig használható tömlők beszerzése.

A hidegragasztási technikai kísérletek után az alábbiakban leírt és erre a célra kiválasztott háromféle műgyantaragasztóval végeztünk laboratóriumi kísérleteket, a tervbe vett természetes nagyságu rétegelt aknakasvezetőgerendák előállítása során alkalmazható ragasztási technológia kialakítása miatt.

A hideg- és melegragasztási kísérleteinkhez felhasznált ragasztóanyagok ismertetése:

a) Dorolac VII.

A Kőbányai Műanyaggyár által forgalombahozott termék gyári ismeretése.

Fenol-formaldehid alapú, folyékony rezolgyanta, nátronlugos kondenzáció útján készül. Denaturált szesszel a kívánt viszkozításúra hígítható. Melegen vagy savas edzővel hidegen oldhatatlan és olvaszthatatlan anyaggá keményíthető. Használják saválló csempeborítások, ragasztó, fugázó anyagként, saválló bevonatként. Szerkezeti anyagoknál kvarcpor vagy azbeszt szolgál

töltőanyagként. Jól záró vasdobokban kerül forgalomba. Száraz, hűvös helyen tárolandó.

Minőségi jellemzők: szín: lilás barna. Szárazanyagtartalom: min. 65%. Alkoholban oldhatatlan maradék: 1%. Keményedési ideje: 60°C-on 5% 2:1 sulyarányú alkohol tömény kénsav keverékkel, max. 30 perc. Szabad fenoltartalom: max. 5%.

Nettó termelői ár: 10 800 Ft/t.

b) Aerodux 185 B.

Az Aerodux 185 B resorcin-formaldehid tartalmu Ciba gyártmányu műgyantaragasztó. Három fajta edzővel hozzák forgalomba, amelyek biztosítják a ragasztó széles körü felhasználhatóságát. A HRP edző fugakitöltő sajátosságokkal rendelkezik és így előnyösen használható nagyfelületű munkadarabok alacsonyabb nyomás melletti ragasztásánál. A kialakuló kötések időjárás és főzésállók, ellenállnak továbbá lugoknak, hig savaknak, penészgombáknak, mikroorganizmusoknak.

A gyanta előkészítése és a préselés alatt alkalmazott hőmérséklet határozza meg a kikeményítéshez szükséges időt, amely gyakorlatilag pár perctől több óráig terjedhet. A préselési nyomásként csak a felületek tökéletes érintkezését kell biztosítani, magasabb nyomás alkalmazása káros. A ragasztott darabok - az alkalmazott hőfok és edző függvényében - az előírt préselési idő letelte után azonnal megmunkálhatók. Ettől eltekintve a fennálló utókonkondenzáció folytán a szilárdsági értékek a maximumot 7 nap után érik el. Belföldi importátadási ára: 49,-Ft/kg.

c) FAKI "A" gyanta rezorcingyantával módosítva

A fenol-formaldehid alapu FAKI gyanta alkalmas önmagában is p-toluol sulfosavas edzővel kötések kialakítására.

A szűkeges kondenzációs idő a hőmérséklet és edző függvényében változik. A rezorcingyanta paraformaldehides katalizálással szintén felhasználható ragasztási célokra. Annyiban különbözik a fenolgyantától, hogy a keményítése hőhatás nélkül nem lehetséges.

A fenti két gyanta megfelelő arányu keveréke - általában 10-15% rezorcingyanta szükséges - lehetővé teszi a préselés hőmérsékletének leszállítását a présidő néhány óránál nem hosszabb kitolódása mellett.

Minőségi követelményei: törésmutató 20°C-on: 1,550+0,003. Szabad fenoltartalom: maximum 5%, acetonnal 1,530 törésmutatóra való beállítás után viszkozitás 450 + 100 cP. Katalizátor érzékenység 60°C-on 10% p-toluol szulfosavas edzővel, (1,1 ml-ben 1 g p-toluol sulfosavmonohidrát) 8 + 1 perc.

A ragasztási kísérletek vázlatos ismertetése és kiértékelése:

Ragasztási kísérleteink folyamán eljárást dolgoztunk ki a savas (hideg) és meleg keményítési mód kombinációjára. A munka folyamán úgy jártunk el, hogy a savasan katalizált gyantát felkentük az egyik fafelületre, míg a másik fafelületet 40-60°C-ra melegítettük fel.

Hogy az enyvezési rés ragasztási viszonyait a hideg és meleg felület vonatkozásban egyaránt egyenletesre állíthassuk be, vizsgáltuk a ragasztó beszívódás és felmelegedés kérdését. Ezek alapján a hideg felületre felkent ragasztónak hosszabb beszívódási időtartamot biztosítottunk egy 2-5 perces pihentetési idő beiktatásával. Ezzel kompenzáltuk a melegített felület - alacsonyabb felületi nedvességtartalmából eredő - megnövekedett adszorpciós képességét és a gyanta melegragasztására végbemenő viszkozitás csökkenéséből következő nagyobb diffúziós sebességét. Felmelegedés szempontjából csak a ragasztási rés közvetlen környezete - a jelenlegi hosszirányú fenyőragasztással mintegy 0,2 mm, valamint a ragasztóréteg vastagsága, amely eltekintve a durva felületi megmunkálásból adódó nem megengedett mélyedésektől, maximálisan 0,01 mm - jön számításba.

Az átmelegítendő vastagság tehát összesen 0,21 mm, amely egyoldali hőközléssel (melegített felület) is zavartalanul átmelegíthető.

Az előmelegített felületek alkalmazásával nemcsak a folyamat meggyorsítása volt a célunk, hanem egyúttal kedvezőbb feltételeket szándékoztunk biztosítani a molekulaszervezet kialakulásához is.

Az előzőekben ismertetett ragasztókkal több kísérletet folytattunk le részben az összetétel, részben a felhordott ragasztóanyagmennyiség és préselési körülmények változtatásával. A ragasztott próbatesteket ragasztási szilárdságra nézve vizsgáltuk. Az eredményeket matematikai statisztikai módszerek alapján értékeltük ki, hogy alkalmunk legyen az egyes ragasztási módoknál észlelt szórásokból is következtetni az eljárás pontosságára. Összehasonlítási alaplul az azonos módon kialakított ragasztatlan fa próbatestek szilárdsági értékeit használtuk fel (l. 4. táblázat).

4. táblázat

A melegragasztási kísérletek, anyagvizsgálati eredményeinek kiértékelése

Rag. anyag	Felvitel g/m ²	fafaj	\bar{X}	$\pm s$	$\pm m$	v %	p %	Próbatest száma
Aero- dux 185 B	130 g/m ²	erdeifenyő	18,2	5,43	2,23	29,83	12,25	6
	130 "	vörösfenyő	44,8	9,74	3,25	21,74	7,25	9
	200 "	"	66,53	15,01	4,75	22,56	1,13	10
	360 "	"	60,85	10,36	3,27	17,02	5,37	10
Doro- lac VII	130 g/m ²	erdeifenyő	41,5	13,07	2,51	31,40	6,04	27
	130 "	vörösfenyő	53,4	15,16	2,52	28,30	4,71	36
FAKI "A"+R	130 g/m ²	erdeifenyő	50,9	8,79	2,93	17,25	5,75	9
	200 "	erdeifenyő	57,6	15,40	5,13	26,73	8,91	9
Természetes "		vörösfenyő	70,23	21,91	6,93	31,19	9,86	10
		erdeifenyő	56,6	15,22	4,81	26,9	8,5	20

\bar{X} = statisztikai átlagérték $\pm s$ = szórás $\pm m$ = megbízhatóság v% = relatív szórás
p% = pontossági mutató

Az anyagvizsgálati eredmények kiértékelésének konklúziói a gyakorlat számára:

1. Valamennyi ragasztott felületnél a szilárdsági értékek relativ szórása alatta van az azonos természetes fa szilárdsági szórásának. A pontossági mutató ugyancsak nem rosszabb a természetes fa pontossági mutatójánál. A mérési sorozatok összehasonlíthatók.

2. A ragasztóanyagok közül a legmagasabb kötési szilárdság az Aerodux 185 B-vel érhető el. Az ezzel ragasztott faszerkezetek szilárdsága legalább egyenértékű a természetes fa szilárdságával. (A vizsgálati módszer nem teszi lehetővé magasabb érték kimutatását.)

3. Az Aerodux 185. B. műgyantaragasztónál min. 200 g/m^2 felvitelt kell alkalmazni.

4. Az erdei fenyő esetén bármely ragasztóanyagból nagyobb mennyiséget kell felhordani, mint a vörösfenyőnél.

5. A hazai gyártású Dorolac VII. és az Intézet által kivitelezett módosított FAKI "A" műgyantaragasztó ugyancsak jó ragasztószilárdsági értékeket mutat.

Ragasztási technológia:

A ragasztási technológia kialakításánál a döntő szempont az volt, hogy a három féle ragasztó recepturáját úgy dolgozzuk ki, hogy az előkészített ragasztók préselési művelete a préselés technikájának egységességét biztosítsa. Ez a körülmény azért volt fontos, mert a ragasztás nagyobb gépesítési szintű szakasza az enyvfelhordás és préselés, amely gépesítettségénél fogva kisebb mértékű módosítási lehetőséggel rendelkezik.

Ragasztóanyagok technológiai előkészítése:

a) Dorolac VII.

A kísérleti résznél ismertetett Dorolac VII. gyanta felhasználását minőségének ellenőrzése előzi meg. A vizsgálatok a szárazanyagtartalom és bekötési idő meghatározására terjednek ki.

Szárazanyagtartalom meghatározás:

A vizsgálandó gyantából órávegre elhelyezett $3 \text{ cm } \varnothing$ -jű szűrőpapírra analitikai mérlegben bemérünk $0,1 \text{ mg}$ pontossággal közelítőleg 1 g gyantát és szárítószekrényben $105 \pm 2^\circ\text{C}$ -on sulyállandóságig szárítjuk. A visszamaradt anyag s₁va osztva a beméréssel és szorozva 100-zal, a gyanta szárazanyag-tartalmát adja %-ban.

Bekötési idő meghatározás:

A vizsgálandó gyantából 20°C -on bemérünk 20 g -t, hozzáadjuk 5% 2:1 sulyarányu alkohol cc kénsav keveréket és alaposan összekeverjük. Ezután a

gyantát 60°C-os vízfürdőbe helyezük és keverés közben stopper órával mérjük azt az időt, amikor a gyanta megdermed és az üvegbottal kihuzott gyantánál megtörik. A bekötési idő maximum 30 perc.

A levizsgált műgyanta előkészítése:

A gyanta szárazanyagtartalmát denaturált szesszel 65%-ra higitjuk. A higitásnál ügyelni kell arra, hogy az oldat a denaturált szeszt teljes egészében felvegye és homogén oldat alakuljon ki. Az így higitott gyanta jól záródó edényben több héten keresztül tárolható. Huzamosabb állási idő után a szárazanyag-tartalmat ellenőrizni kell és a szükséges higitást ismét el kell végezni. A gyanta edzőanyaga a bekötési idő mérésénél is használt alkohol: kénsav= 2:1 sulyarányu keverék. Az edző készítése nagy gondosságot igényel, mivel a felhasznált sav tömény kénsav.

A munkálatnál be kell tartani a kénsavra előírt balesetvédelmi utasításokat. Védőszemüveg, gumikesztyű és kötény használata kötelező.

A szükséges edző mennyisége 8%, a 65% szárazanyagtartalomra beállított gyanta sulyára vonatkoztatva. Az edzőt kis részletekben kell a gyantához adagolni, az oldatot közben erőteljesen kell keverni. Az edző hatására a gyanta színe fokozatosan kivilágosodik és fehéres sárga vagy zöld színű lesz. Az így előkészített gyanta 2 - 3^h-n keresztül felhasználható állapotban marad. Amennyiben a bekötési idő a 30 percet meghaladja, hosszabb ragasztási időt kell alkalmazni. Az edző mennyiség emelése nem megengedett, mert az edző mértéktelen használata rideg, repedésekkel telített enyvezési fuga kialakulásához vezet. Ha a bekötési idő tulgyors (10 perc alatti) akkor a megállapított 8% katalizátor mennyiséget csökkenteni kell. A katalizátor legkevesebb mennyisége 5% lehet.

A ragasztóanyag felhasználása:

Az előkészített ragasztóanyagot azután kézi felhordás vagy ragasztóanyag - felhordógép segítségével egyenletes vastagságban a ragasztandó felületre kell juttatni. A megfelelő szilárdságú ragasztás biztosításához 130-150 g/m² fajlagos ragasztóanyag felhordás szükséges.

A jó ragasztás előfeltétele a farétegek egyenletes vastagsága és felületi simasága, valamint a keresztoldások megfelelő elhelyezése. A fa nedvességtartalma 8-12% között változhat. A magasabb nedvességtartalom zavarja a ragasztóréteg beszívódását a felületi rétegbe és hiányos ragasztást eredményez. A túlságosan száraz fa (8% alatti) feldolgozása sem kedvező, mert a gyorsabb diffúziós lehetőség folytán a fugába kevesebb ragasztó marad vissza, mint amennyi a tökéletes kötéshez szükséges. Ez magasabb ragasztóanyag felvitellel kompenzálható.

A két oldalán műgyantaragasztóval bevont deszkákat 50-60°C-ra előmelegített deszkák közé helyezve alakítjuk ki a munkadarabot. A rétegszám megválasztásánál tekintettel kell lenni az enyvezett hideg és enyvezetlen meleg deszkadarabok olyan összeállíthatóságára, hogy az enyvezett felület mindig melegfelülettel kerüljön érintkezésbe, valamint, hogy a külső rétegek me-

Legített deszkák legyenek. Az így összeállított munkadarabok présbe kerülnek, ahol 3^{h} -n keresztül $10-15 \text{ kg/cm}^2$ nyomás alatt állnak. Amennyiben a préselést 15°C -nál alacsonyabb hőmérsékletű helyiségben végzik, a préselési időt meg kell hosszabbítani.

Az enyvezési és főleg az összeállítási és préselési műveletet gyors ütemben kell végezni, mert a vékony rétegben felkent ragasztó a levegőben levő CO_2 , valamint a meleg hatására tovább kondenzálódik és lassu munkánál előfordulhat, hogy még a nyomás megadása előtt "C" fázisba megy át és így ragasztási hibák állhatnak elő. Az összeállítás és a présnyomás elérése között megengedett maximális idő: $10'$.

A kész munkadarabok maximális szilárdsági értéküket csak néhány nap múlva éri el, ezért továbbfeldolgozás előtt minimum 24 órán keresztül normál klimaviszonyok mellett pihentetni kell. A szilárdsági vizsgálatok is csak 24 órás tárolás után végezhetőek el.

A ragasztásnál használt eszközök tisztán tartása denaturált szeszes mosással lehetséges. A tisztítást közvetlenül a munka befejezése után kell elvégezni, mert a már kondenzált gyanta nem oldható.

b) Aerodux 185. B.

Az Aerodux 185 B. vizsgálata csak a bekötési idő meghatározására terjed ki. A ragasztást megelőzően a felhasználási utasításnak megfelelő összetételt kell beállítani és mérni kell szobahőfokon a fazékidőt, valamint $40-50^{\circ}\text{C}$ -on a bekötési időt. A két értéknek meg kell közelíteni az üzemi technológiai előírásokat. Az aerodux magyar előírások szerinti vizsgálata nem alkalmas ellenőrzésre, mert a gyanta eltér a hazai termékektől. Általános tapasztalatunk szerint a gyanta és edző száraz, hűvös helyen, zárt edényben való tárolás esetén több hónapig eltartható. A cég által garantált 1 év leellenőrzése az idő rövidsége miatt nem állt módunkban.

A ragasztó előkészítése:

Az Aerodux 185 B-t fugakitöltő hatásv HRP edzővel célszerű felhasználni. 5 sulyrész Aeroduxhoz 1 sulyrész edzőt kell adagolni és alaposan össze kell keverni. Ügyelni kell arra, hogy csomómentes, egyenletes massa keletkezzék.

A ragasztó felhasználása:

A nyert gyanta sűrű konzisztenciájú, amely kézi és gépi uton egyaránt felkenhető a ragasztandó felületre. Szükséges fajlagos ragasztóanyag mennyiség: mint 200 g/m^2 . A feldolgozás módja és feldolgozás paramétereire meggyeznek a Dorolac VII-nél ismertekkel. A gyanta előnyeként meg kell említeni, hogy mint ragasztómassza, vizoldékony és így a berendezés és eszközök tisztán tartása forró vizes mosással elvégezhető.

c) FAKI "A" + rezorcingyanta

A gyantavizsgálatokat csak a FAKI "A"-ra szükséges elvégezni. A gyanta ismertetésénél megadott minőségi jellemzők közül a törésmutató és katalizátorérzékenység meghatározása szükséges.

Törésmutató meghatározása:

A vizsgálat elvégzéséhez refraktométer és ultratermosztát szükséges. A 20°C-ra beállított mérőprizmára 1-2 csepp ragasztót kell cseppenteni, majd a fedőrész zárása után a készülék megfelelő beállításával a törésmutató leolvasható. A prizmán a zárás után kialakuló ragasztófilmet ellenőrizni kell és amennyiben buborékos, a műveletet meg kell ismételni.

Bekötési idő meghatározás:

Csak az edző fajtában és mennyiségben tér el a Dorolac VII-nél megadott módszertől. A kivitelezés azonos. Az edzőarányt lásd a gyanta ismertetésénél.

A ragasztó előkészítése:

A FAKI "A" gyanta törésmutatóját szükség szerint acetonos hígítással 1,530-ra állítjuk be. Ha a gyanta törésmutatója hígítás nélkül 1,530 alatt van, a későbbiekben megadott fajlagos ragasztóanyag szükségletet emelni kell. A megfelelő törésmutatójú FAKI "A"-hoz 10%-p-toluol szulfosavas edzőt (1,1 ml 1 g p-toluol-szulfosav-monohidrátot tartalmaz) adagolunk apró részletekben. A gyantát az edzővel alaposan homogenizálni kell, hogy az edző egyenletes eloszlása biztosítva legyen. Ezután a gyantához adagolunk 15% rezorcingyantát és a két gyantát alaposan összekeverjük. A rezorcingyantát a fenolgyantával való összekeverés előtt 10% paraformaldehiddel kell vegyíteni. A paraformaldehid mint további kondenzációs partner a rezorcingyantával hidegen igen lassan reagál. Ezért a paraformaldehides rezorcingyanta zárt edényben több napon keresztül felhasználásra alkalmas állapotban tartható. Az így előállított gyanta felhordásra kész.

A ragasztó felhasználása:

A FAKI "A" + rezorcingyanta feldolgozása azonos a Dorolac VII-tel. Eltérés az előmelegítés hőmérséklete: 70-80°C.

Szükséges fajlagos ragasztóanyag mennyiség: 200 g/m²,

Préselési ideje: 3 óra.

Ki kell térni még rövidebb fazékidejére (1 óra), ami által a munka szervezett gyors tempóját méginkább megköveteli, mint az előző két ragasztó.

Természetes nagyságu rétegelt aknakeszvető gerendák előállítására hideg- és melegragasztással

A hideg (20-30°C-on) és meleg (30-90°C-on) ragasztás technológiájának kidolgozása után került sor a megbízó által közölt méretnek (160x180x6000 mm beépítési méret) megfelelő ragasztott próbagerendák legyártására.

Előkészítő munka:

A próbagerendák félüzemi szintű legyártásához szükség volt az alábbi feltételek biztosítására:

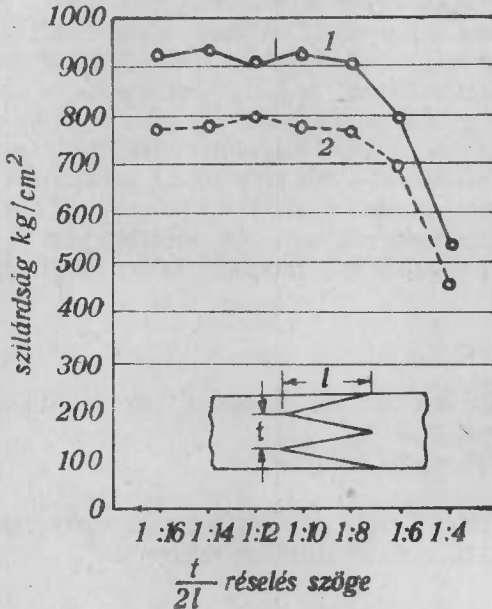
- 6500 mm hosszú, egyidejűleg két db gerenda préselésére alkalmas hidegragasztó présre, amelyet Intézetünk tervezett és vitelezett ki.

- a szükséges nyomás előállításához 10-15 atm teherbírásu különleges gumitömítőt ebben a hosszúságban nem tudtunk biztosítani, ezért azt a teherviselő orsók anyáinak csavarkulccsal történő meghuzásával biztosítottuk;

- a nyomás ellenőrzéséhez beszereztünk egy "FACOM M 200" típusu, francia gyártmányu dinamométert, amelyet nyomatékjelző - csavarmeghúzó kulcsként alkalmaztunk;

- a faanyag szükséges előmelegítését egy korábban fatelítéshez használt csőkipályával, gőzzel fűtött befedhető kádát használtunk, ahol a fa felületét 50-60°C-ra tudtuk felmelegíteni;

- a szelvényeket hosszúsági toldáshoz az Óbudai Épületasztalosipari Gyáregység "Hübel és Platzer" gyártmányu fogazó marógépen készítettük elő.



18. ábra

Fogazottan csapolt elem szilárdsága a csaplejtőszög függvényében (1= húzó-szilárdság; 2= hajlítószilárdság)

A szelvények hosszúsági toldására azért volt szükség, mert a hazai termelésű, de az import eredetű fűrészáru is csak elenyészően tartalmaz 6 m-en felüli hosszúságu szelvényeket, így az üzemi körülmények között sem lehet biztosítani teljes hosszúságu szelvények felhasználását.

A fűrészáru hosszúsági toldását világszerte alkalmazzák. Ennek az eljárásnak az eredménye nem csupán az, hogy rövid szelvényekből (hosszúsági)

toldással hosszú szelvényeket is lehet készíteni, hanem a konkrét esetben a szilárdságot csökkentő fahibák kifűrészelésével a szerkezet szilárdságát lehet növelni, így alacsonyabb minőségi osztályú fűrészarút olyan helyekre lehet beépíteni, ahol egyébként a hibái miatt az nem megengedett. A hosszúsági toldásnál a fogazott csap és csaprés viszonyait a kötés szilárdsága szempontjából tudományosan is vizsgálták (V. P. Pavlov, lásd irodalmi jegyzék), amelynek lényeges eredményeit a 18. és 19. ábra mutatja.

A rétegelt kasvezetőgerendák előállítására:

Az előző b) fejezet ragasztási technológiája és az itt leírt előkészítő munka alapján a kész gerendák ragasztását kézi kezeléssel orsós-présben hajtottuk végre.

A préselés főbb adatait az 5. táblázat tartalmazza.

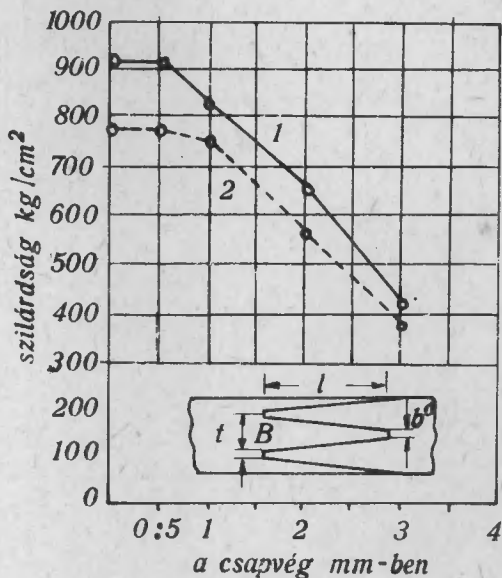
A gerendaragasztások során tapasztaltak összefoglalása:

1. A Dorolac VII. műgyanta tapasztalataink szerint nem homogén termék, amelynél - különösen tárolás hatására - egyenlőtlen mértékű kondenzáció állhat elő. Ebből kifolyólag a kísérleteknél meghatározott recepturák bizonyos foku módosítása vált szükségessé, amely miatt a kötés - még megnövelt préselési ciklus mellett is - bizonytalan minőségű volt (5., 7. sorszámú ragasztások).

2. A FAKI "A" műgyantánál az előmelegítésnél a recepturában előírt 70-80°C-ot nem sikerült elérnünk, így kötés nem jöhetett létre.

3. Az Aerodux 185B. típusú műgyantaragasztó felhasználásával ragasztott gerendák az előírt edzőarány mellett megfelelő idő alatt bekötöttek.

4. A felemelt edzőarány és hő közlése mellett ragasztott (3. és 4. sorszámú ragasztás) gerendák a lassu prészárás és nyomásátadás miatt nem voltak alkalmasak a fedőlapok tervezett felragasztására. Az Aerodux 185.B. ragasztóanyag ugyanis idő előtt bekötött, s így a farétegek között csak egyes he-

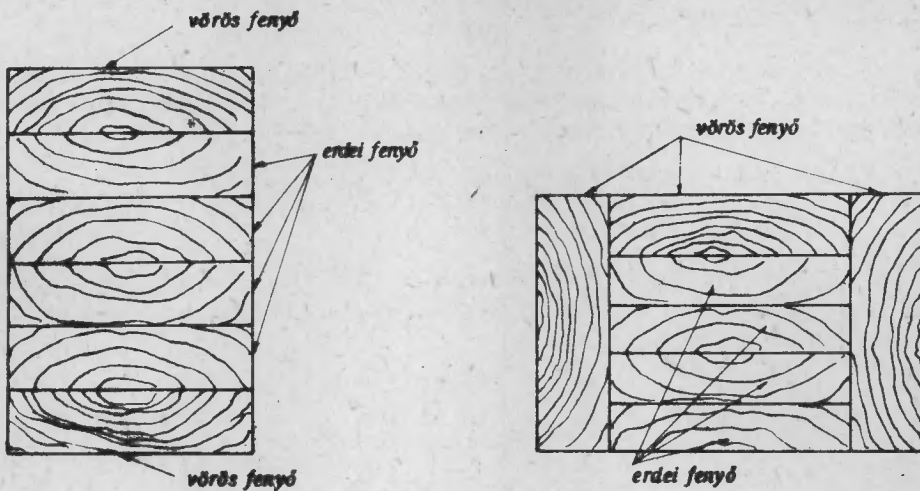


19. ábra

Fogazottan csapolt elem szilárdsága a csapvég tompaságának függvényében (1=húzószilárdság; 2=hajlítószilárdság)

Természetes nagyságban (160x180x6050 mm beépítési méretre) gyártott rétegelt
aknakasvezető gerendák hideg-melegragasztási adatai

Sor - szám	F a f a j	ragasztó	Nyomás kg/cm ²	Felhordás g/m ²	Rétegsz. db.	Hőmérsék- let °C	Szerkezet	Megjegyzés
1.	Erdeif.	Dorolac VII.	15	125	5	50	Egyszerű	Lassan kötött, rész- ben elvált.
2.	Erdeif.	FAKI "A"	10	150	5	50	Egyszerű	Kötés nem jött létre.
3.	Erdeif. vf.borítás	A. 185 B.	10	250	5	50	Középrész	Korán bekötött a magas edzőarány és hő miatt.
4.	Erdeif. vf.borítás	A. 185 B.	10	250	5	50	Középrész	Korán bekötött a magas edzőarány és hő miatt.
5.	Erdeif.	Dorolac VII.	10	150	5	60	Egyszerű	Lassan kötött, fehér maradt.
6.	Erdeif. vf.borítás	A. 185.B.	10	200	5	20	Középrész	Jól bekötött.
7.	Erdeif.	Dorolac VII.	10	150	6	60	Egyszerű	Lassan kötött, fehér maradt.
8.	Erdeif. vf.borítás	A. 185.B.	10	250	6	20	Egyszerű	Jól bekötött.
9.	Vörösf.	A. 185.B.	10	250	2+közép- rész	20	Borítás (6. számúval)	Jól bekötött



20. ábra

lyeken jött létre kötés, amelyek csak igen nagy erő hatására, a fa egyidejű roncsolódása mellett váltak el egymástól.

5. A hosszúsági toldások után az egyes szelvényeket vastagsági gyalugépen pontos vastagsági méretre, egyenletesen meg kell gyalulni.

6. A természetes nagyságu gerendák préselésénél pontos, egyenletes felületi megmunkálás mellett is legalább 15 kg/cm^2 nyomás szükséges.

Az elkészített gerendákból kettő darab ajánlható fel a bányászat részére kipróbálásra. A két gerendából (8. és 9.) vett minta ragasztószilárdsága:

9. sorszámú gerenda (20. ábra) vörösfenyő
 a középrész rétegei között: min: $44,1 \text{ kg/cm}^2$
 max: $74,5 \text{ "}$
 átl: $60,2 \text{ "}$

a fedőlapok és a középrész
 között: min: $23,9 \text{ kg/cm}^2$
 max: $76,4 \text{ "}$
 átl: $44,7 \text{ "}$

8. sorszámú gerenda (20. ábra)
 az egyes rétegek közötti ragasztószil:
 min: $21,9 \text{ kg/cm}^2$
 max: $72,8 \text{ "}$
 átl: $44,5 \text{ "}$

A többi gerendát statikus és dinamikus szilárdsági próbáknak kívánjuk alávetni.

4. Gyártási technológiák leírása

A gyakorlati kísérletek tapasztalatai a külföldi szakirodalom és a hazai nyersanyag- és egyéb helyzet egybevetése alapján a rétegelt kasvezetőgerendák gyártására kétfajta technológia kidolgozását tartottuk célszerűnek:

- nagyfrekvenciás ragasztással történő előállítás;
- vegyes meleg (40-60°C-on) és hideg (20-30°C-on) ragasztással történő előállítás.

Fenti technológiákra vonatkozólag gazdasági vonatkozású számításokat is végeztünk, amelyek alapján az egyes technológiák gazdasági előnyei - hátrányai összehasonlíthatók.



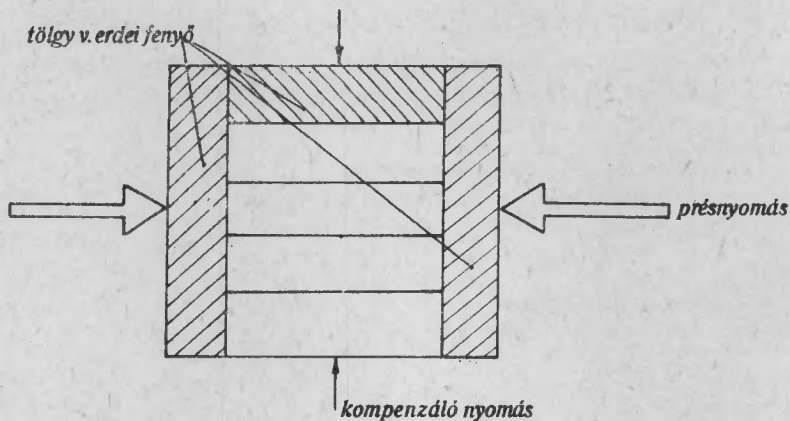
5-8 rétegű tiszta erdei fenyő



borítórétegek (2) vörös fenyő (30-35 mm)
belső rétegek (3-5) erdei fenyőből



borítórétegek (2) tölgy (24-33 mm)
belső rétegek (3-5) erdei fenyőből



21. ábra

Különböző szerkezetű rétegelt kasvezető gerendák metszeti képe

A) Rétegelt kasvezetőgerendák előállítása nagyfrekvenciás ragasztással

Gyártmányok:

A bányászatanban az egyes aknák jellemzőitől függően különböző kereszt-szelvényű, esetleg változó hosszúságú és szerkezetű kasvezető gerendákra van szükség. A gyártás- és a termelőberendezések kapacitásának kihasználása és a gerenda biztonságos használata szempontjából legelőnyösebb a különböző rétegszámmal kialakított, a felületi igénybevétel szerint változó fafajú, egyszerű rétegelt kasvezetőgerenda. (lásd 21. ábra) Természetesen nincsen akadály a három oldalról - ellenállóbb fából (pl. tölgyből) - alkalmazott borítású erdei fenyő gerenda előállításának sem, de ez a tölgyfa magasabb értékén túlmenően kétszeresen leköti a termelőkapacitást, és egyúttal olyan présberendezést kíván, amely biztosítja, hogy a második préselésnél (borítólapok felragasztása) a ragasztási fugákkal párhuzamos nyomóerőt oldalirányú nyomóerő is kompenzálja (lásd 21. ábra) mivel megtörténhet, hogy az alkalmazott és szükséges nyomás következtében, valamely ragasztási felületben szakadás történik, amelyet a most már befedett középprészben nem lehet észlelni. Ezenkívül ez a szerkezet a dielektromos melegítésnél az energiaelosztás szempontjából is bonyolult viszonyokat jelent.

A gerenda hossz tengelyirányú felépítésében fogazott csapokkal - ragasztással összetoldott szelvényekből áll. A hosszoldás, noha gondos elkészítése mellett a szelvény szilárdságát jelentősen nem csökkenti, korlátozott mértékben alkalmazható (szelvényenként, max. 2 db). Alkalmazására azért van szükség, mivel 6 m-en felüli hosszúságú fűrészáru csak elenyésző mennyiségben fordul elő, és erre a célra történő külön előállítás nagy anyagszükséglettel járna.

Gyártási technológia:

a) Alapanyagtárolás (természetes szárítás)

A rétegelt kasvezetőlécek alapanyaga a fenyő, (esetleg lombos) fűrészáru. A termelési programhoz szükséges mennyiségű fűrészárut annyival előbb kell beszerezni, amennyi idő szükséges az alapanyag legalább légszáraz állapotig (15%) történő természetes szárításához. Ez az időtartam a fafajtól, a fűrészáru vastagságától, a tárolás módjától, a tárolás helyétől és a meteorológiai tényezőktől függően változik.

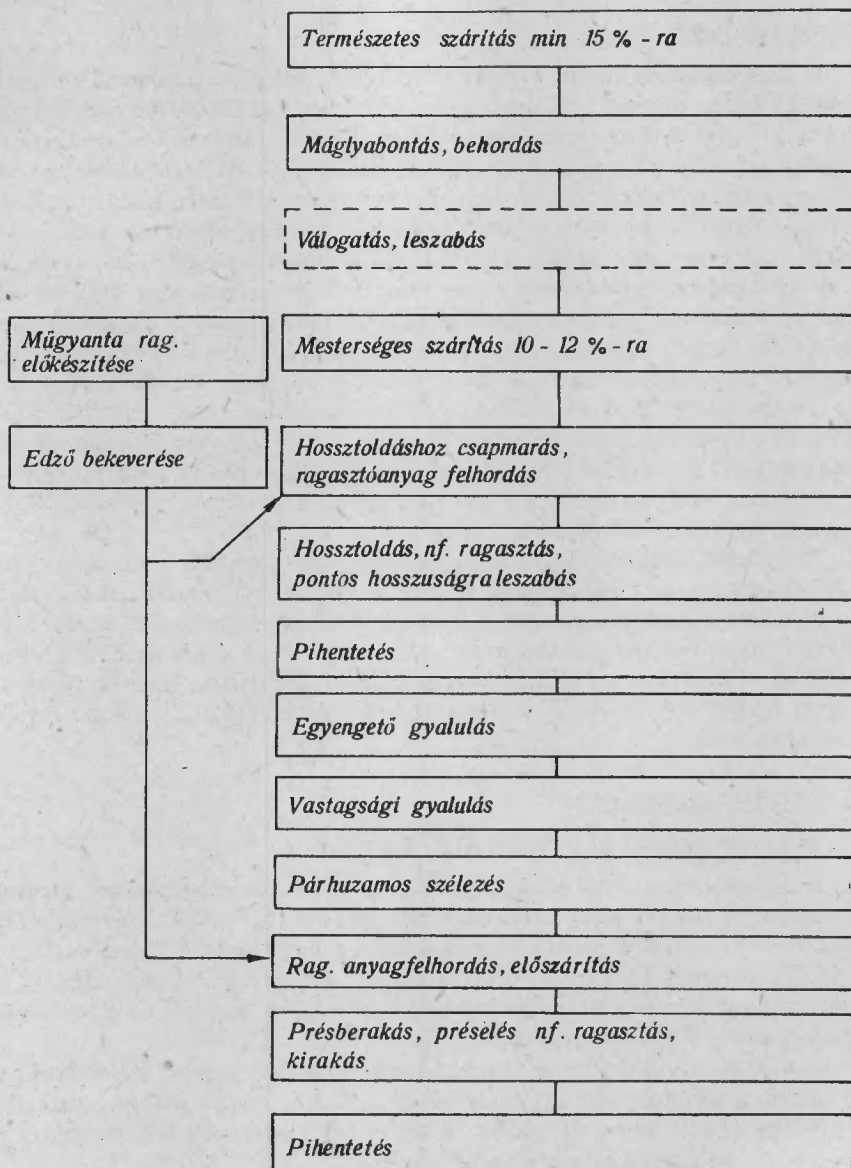
A száradás sebessége a tavaszi-nyári szellős, kisebb páratartalmú, meleg időben a legmagasabb, míg ősszel-télen hideg, párás időben kismértékű, vagy egyáltalán nincs száradás. A szárítási napok számát közelítőleg B. Kassner képletéből lehet meghatározni

$$M = 30 \cdot k \cdot d$$

$$\text{ahol } k = 0,85 \cdot r_0$$

$$r_0 = 0,49 \text{ erdei fenyő}$$

$$r_0 = 0,55 \text{ vörös fenyő}$$



22. ábra
Rétegelten nagyfrekvenciás ragasztással előállított kasvezető gerendák gyártásmenetének vázlata

$r_0 = 0,65$ tölgy

d = anyagvastagság mm

Az alapanyag (fűrészáru) tárolóhely elhelyezésére, a tárolás és anyagmozgatás módjára vonatkozólag lásd bővebben Lugosi-Bobok-Er délyi: Fűrészipari technológia (Műszaki Könyvkiadó 1963) c. könyv idevonatkozó fejezeteit.

A fűrészáru átvételére és tárolására vonatkozó MSZ. szabványok: MSZ-13352, 20206, 6772, 20312.

A gyártáshoz szükséges fűrészáru (palló) specifikációja:

Fenyő I-II. osztályu hosszúáru (rövidáru 2-2,75 m 30% lehet)

vastagság: 40, 42, 46 mm kötött vastagságban (ennek hiányában 38 és 48 mm, meghatározott arányban)

szélesség: min. 140 mm szélességben (140, 170, 180 mm, vagy ennél szélesebb, meghatározott arányban)

38 és 48 mm szabványos vastag fűrészáru a gyártásban bármely gerenda mérethez kombináltan felhasználható. Minden szelvénynél 6 - 6 mm gyalulási veszteséggel számolva:

a (130x170) 170 mm vastag 1 db 48 mm + 4 db 38 mm

a (160x180) 180 mm vastag 2 db 48 mm + 3 db 38 mm

a (180x200) 200 mm vastag 4 db 48 mm + 1 db 38 mm

A tárolómáglyákat* fafajonként, vastagságonként és szélességenként kell megnyitni, az üzembe beérkező alapanyagot tehát e szerint kell osztályozni. A feldolgozásra kerülő fűrészáru nedvességtartalmát elektromos nedvességmérővel kell mérni.

b) Anyagbehordás:

A rétegelt kasvezetőgerendák gyártásához az előzőek értelmében maximum 10-12% nedvességtartalmu faanyag használható fel.

A gyakorlat azt mutatja, hogy az erdei és vörös fenyőnél gyakori, hogy kedvező körülmények mellett a helyesen tárolt fűrészáru tavaszi-nyári időszakban gyakran eléri a 9-11%-os nedvességtartalmat is. Ezek a faanyagok a gyártásban azonnal felhasználhatók. Az ennél nedvesebb, de a gyártásban mégis felhasználandó fűrészárut mesterséges szárítással kell a kívánt méretekre szárítani.

A természetesen szárított faanyagot pályakocsra rakva kisvasuti vágányhálózatból tolopad segítségével szállítják be az üzembe a napi termelési feladatnak megfelelő fajtában, vastagságban és szélességben. Az adott termelési programnak megfelelő méreteket tartalmazó, megbontandó máglyákban levő anyag nedvességtartalmát elektromos nedvességmérővel annyival előbb kell ellenőriztetni, amennyivel előbb dönteni kell a mesterséges szárítás használatáról és annak esetleges üzembehelyezéséről.

A gyártáshoz beszállítandó anyagot úgy kell méretileg kiválasztani, hogy vastagságát tekintve ötszöröse (levonva a gyalulási vastagságokat) megfelelően a gyártási programban előírt nagyobbik keresztmetszvény méretnek,

szélességére nézve pedig az előírt kisebbik keresztaszelvényméretnek (bele-számítva a szükséges szélességi veszteséget).

Amennyiben csak jelentősen szélesebb anyag áll rendelkezésre, a szélességi méretet úgy kell megválasztani, hogy a leszélezendő szelvény maradékának keresztaszelvénye megfelelően valamely gyakorlatban egyéb helyen alkalmazott heveder vagy lécméretnek, így a szélezési (toldott) maradék teljes értékű áruként forgalomba hozható.

c) A feldolgozásra behordott anyag leszabása:

A művelet célja: Az aknakaszelvezető-gerenda rétegeit képező szelvények végeinek gondos előkészítése a hosszitoldáshoz, valamint a szelvények szilárdsági szempontból történő javítása, a szilárdságot befolyásoló fahibák kiejtésével (kivágásával).

Alkalmazott gép:

A műveleti hely gépi munkája ellátható a kézi előtolású PSS, vagy a hidraulikus JBI leszabó körfűrészszel is.

Főbb műszaki adatok:

	PSS	JBI (Guilliet)
fűrészlapátméreő (mm)	500	500
max. vágásmagasság (mm)	140	-
max. vágásszám (perc)	7	50
motorteljesítmény (kW)	3,3	5,6

A művelet leírása:

Az anyagtérről pályakocsin behordott 10-12% nedvességtartalmu anyag leszabókörfűrészre kerül, ahol azokat hosszúságukra nézve három szempontból bírálva vágják át az anyag hossztengeleére merőlegesen.

- a szelvények végeit abban az esetben rövidítik, ha azokon a szelvények vastagságát meghaladó nyílt repedés, durva roncsolódás, szilárdságot befolyásoló egyéb fahiba vagy ferdevágás látható;
- a szelvényeken belül akkor, ha azokban szilárdságot csökkentő fahibát részben benőtt vagy beteg, korhadt ággöcsöt, kéregbenövést kell kiejteni. A hibakiejtésnél ügyelni kell arra, hogy a két átvágással kiejtett hibás faanyag rész ne legyen nagyobb a szükségesnél, azonban ferdén áthuzódó csomó miatt a másik lapot is szemügyre kell venni, és így kell eldönteni a második átvágás helyét;
- a sík görbe szelvényeket olyan rövidre kell darabolni, hogy a sík görbeség a daraboknál gyakorlatilag megszűnjék.

A keresztvágásoknál mindenütt hosszitoldó marást alkalmaznak, ami teljesen egészséges, merőlegesen vágott és azonos vastagságú szelvényeket kíván meg.

Ennek az első gyártási műveleti helynek a pontos, körültekintő munkája kihatással van a későbbi műveletekre, azért itt alkalmazott berendezésnél inkább a pontos munkára, mint a nagy teljesítményre kell súlyt fektetni.

Az alapanyag -leszabása után (10-12% nedvességtartalom esetén) gyártásba vehető. A leszabott azonos szélességű és vastagságú anyagot anyagszállító kocsihoz hosszúság szerint rakatokba kell rakni, hogy arról a hosszoldó marógép kezelője megfelelő sorrendben emelhesse le azokat.

d) A leszabott faanyag mesterséges szárítása

A mesterséges szárítás célja, hogy a 10-12%-nál nagyobb nedvességtartalmu fűrészárut viszonylag rövid idő alatt mesterségesen erre a fokra leszárítsuk.

A hosszúságban leszabott, általában 30-40 mm közötti vastagságú pallok mesterséges szárítása legegyszerűbben gőzfűtésű, keresztirányú légáramlású, ventilátoros kamrás szárítóban oldható meg. - Alkalmazható azonban nagyobb teljesítményű ellenáramú csatornás szárító is, attól függően, hogy egy ilyen üzem termelési programja pontosan milyen mennyiségű száraz nyersanyagot kíván. Ez pedig függ attól, hogy az üzem egyéb berendezéseinek termelőkapacitását mennyire használjuk ki. A szárítóberendezés minőségéről és pontos jellemzőiről a végleges technológia kialakítása során kell dönteni.

Kamrás szárító alkalmazásával számolva, feltételezve (az előzetes természetes szárítás miatt) max. 20-25% nedvességtartalmu alapanyagot a technológiához szükséges 10-12%-os nedvességtartalomra:

erdei fenyő fafajnál	0,5-1-1,5 nap
vörös fenyő "	1-2-3 "
tölgy "	3-4-5 "

szárítási idő szükséges.

Ezek a szárítási idők - abban az esetben, ha a természetes szárítás következtében (és ez az év legnagyobb részében elérhető) légszáraz állapot (15 - 18% nedvességtartalom) faanyaggal rendelkezünk - lényegesen csökkennek.

A kamrás szárítók szükség esetén három műszakban üzemeltethetők. Megfelelő meteorológiai jellemzők mellett mint említettük a fenyőfélék az év

6. táblázat

	erdeifenyő vörösfenyő tölgy		
	száradási napszám		
tavaszi	50	57	69
nyár	55	63	76
ősz	60	67	81
tél	75	85	103

nagy részében 10 - 12%-ra természetes uton is leszáríthatók, amely esetben a kamrás szárítók szakaszosan üzemeltethetők.

A faipari mesterséges szárítás berendezéseire, technológiájára, valamint a szárítási menetrendekre (programokra) vonatkozó tudnivalókat részletesen: Szőke - Burda: Faipari szárítók kezelése (Műszaki Kiadó 1961) c. könyv tartalmazza.

e) Hossztoldáshoz fogazó marás - és rag.anyag felhordás

A művelet célja:

A hosszitoldó fogazómarás feladata, hogy azonos vastagságu és azonos szélességű, a célnak megfelelőnél rövidebb tartós kötéssel hosszirányban egyesítendő fűrészáru végeit megfelelő kiképzésű csapokkal lássa el.

Az alkalmazott gép:

A "Hübel és Platzer KSF -N" típusu fogazó marógép 18. ábrán látható fogakat marja be a palló végébe. A fogazás célja a toldásnál a ragasztási felület megnövelése.

A gép típusmegjelölése: KSF -N (Grosse) munkamagassága: 230 mm. A gép kapacitásnormája 2-3 db marás/perc: 120-180 marás/óra (egy szelvény befogása esetén).

A művelet leírása:

Az anyagszállító kocsirol kiválasztott szelvényt (váltakozó hosszúságban, hogy a 6 m-es gerenda szelvényeinek toldásai összerakáskor egymás fölé ne essenek) a gép jobb oldalán levő pneumatikus szorítóba, élével felfelé, be kell fogni. A vezérlőasztalról bekapcsolt előtolómű a szelvényt a megmunkálógépek előtt viszi el. A szelvény végét egy körfűrész merőlegesre vágja; ezután egy függőleges tengelyű sorozatfűrész a csapok helyét elővágja, majd egy marókés-sorozat az előkészített csaprékekből a faanyagot kiforgácsolja. A szelvényt az előtolómű egy ragasztóanyag felhordó elé viszi, ahol egy ragasztóanyagba mártódó kefe a csaprékeket bekeni. A szelvény ezután automatikusan visszatér kiindulási helyére, ahol a szorítást felengedve a szelvény másik végére fordítva újból befogható.

f) Hossztoldás nagyfrekvenciás ragasztással, automatikus leszabás körfűrészszel

A művelet célja:

A fogazómarógépen elkészített és ragasztóanyaggal bekent csapok egymáshoz szorítása dielektromos melegítéssel történő gyors összeragasztása és az így összerakott szelvény meghatározott hosszúságra leszabása, történik meg ennek a műveletnek a keretében.

Az alkalmazandó gép:

A műveletet egy "Hübel- és Platzer ZP-4" típusu hosszoldó-gépsor végzi, amely a beadagolt fogazott-mart és ragasztóanyaggal bekent szelvényeket dielektromos melegítéssel tartósan összeragasztja, majd az összeragasztott szelvényt eldarabolja.

Főbb adatok: ZP-4 nagyfrekvenciás hosszoldó-ragasztógép

A szelvény vastagsága: max: 110 mm

" szélessége: max: 300 "

pneumatikus nyomás: max: 6300 kg

Beépített nf. generátor kimenő teljesítménye: 1,2 kW hálózati feszültség: 220/380 V

KS-4 beépített leszabókörfűrészes: 440 mm \varnothing

motor : 3-5 LE

AT-4 leszabóasztal végálláskapcsolóval

A berendezés kapacitásnormája:

$$a \text{ ragasztási idő (t)} = \frac{F \cdot s}{N}$$

F = ragasztási felület (cm²)
s = fajlagos vill. munka /W/cm²/perc
N = gen. kimenőteljesítménye

$$F = 14 \text{ csap} \cdot 2 \cdot 10 \text{ cm}^2 = 280 \text{ cm}^2$$

$$t = \frac{280 \text{ cm}^2 \cdot 2 \text{ W/cm}^2/\text{perc}}{1200 \text{ W}} = 0,47 \text{ perc}$$

$$T = \frac{t}{k_1 \cdot k_2} = \frac{0,47}{0,56} = 0,84 \text{ perc}$$

k₁ = gépidőkihasználás 0,7
(előtolás, leszabás miatt)

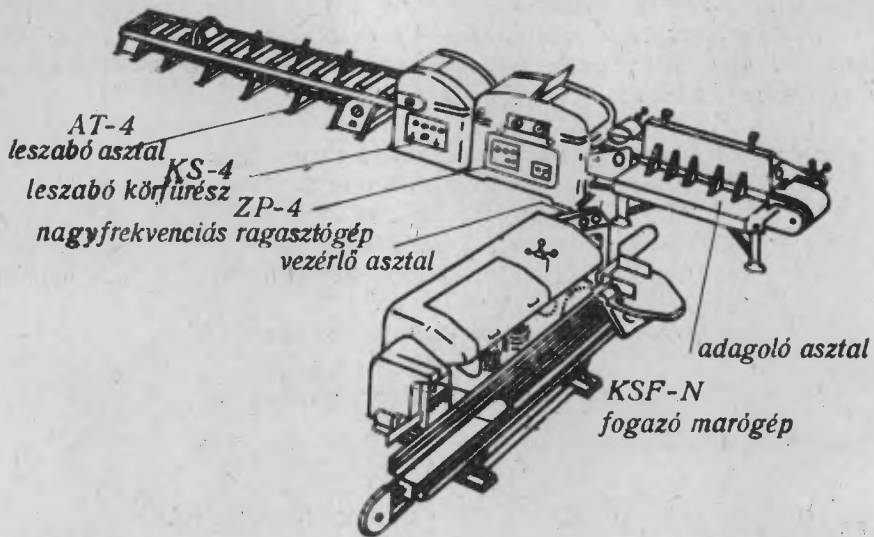
k₂ = munkaidő-kihasználás 0,8
(beállítás pontossága miatt)

$$Q = \frac{60}{0,84} = 70 \text{ hosszoldás/óra a konkrét esetben.}$$

(Prospektus szerint 18x85 mm keresztiselvényű deszkák összetoldásánál 18 sec. a dielektromos melegítés ideje és a teljesítmény 170 toldás óránként)

A művelet leírása:

A gépkezelő a KSF-N géppel két végén csap-mart és ragasztóanyaggal bekent azonos szélességű és vastagságú szelvényeket folyamatosan, illetve adagolja a ZP-4 gépbe (vagy pedig a gépre külön felszerelhető adogató-tárolóba, mely a 23. ábrán jól látszik). A gép tetején levő tükrön ellenőrizhető a fotocella működése, amely kellő pillanatban megállítja az előtolást, bekapcsolja a pneumatikus nyomást, amely a végeket összeszorítja. Ekkor kapcsolódik be



23. ábra

a nagyfrekvenciás generátor, amely az éllel párhuzamos elektródák közötti térerőben a toldás helyét dielektromosan felmelegíti. A ragasztóanyag (prospektusban: "Kaurit W") kikeményedik, így a végek tartósan összekapcsolódnak. A generátor kikapcsolása után az előtolás a folyamatos palló "szalagot" előre viszi a következő toldásig.

Az összetoldott fűrészáru közben kifut az AT - 4 leszabóasztalra, amelynek végén egy hosszúságra beállítható végállás kapcsoló van, amely a deszkavég ütközésekor az előtolást leállítja és bekapcsolja a KS-4 beépített leszabó körfűrész, amely az összetoldott fűrészárut a kívánt helyen merőlegesen leszabja. A berendezés ezután a leszabóasztal görgői között levő karokkal a leszabott toldott fűrészárut az asztalról letolja. A frissen toldott fűrészáru toldási helyeinek kiméltére szükség van, ezért a leszabó asztal mellé egy csuszdat kell beiktatni, amelyen a toldott szelvények (sulyuknak megfelelően) lassan csuszhatnak lefelé.

A csuszda szélességét a gépelrendezéstől függően maximális szélességűre kell választani, hogy ez a pihentetési időt meghosszabbítsa.

A KSF-N, ZP-4, KS-4 és AT 4 berendezések felállítását szemlélteti a 23. ábra

g) Hossztoldott anyag egyengető gyalulása

A művelet célja:

Az egyengető gyalulás a pontos vastagságra történő ugynevezett vastagsági gyalulás előkészítő művelete. Ennek a műveletnek a keretében a toldott szelvényt egyoldalón gyalulják meg.

Az alkalmazott gép:

A műveletre alkalmas az FG-04. típusu (Könnnyüipari Gépgyár, Magyarország) egyengető gyalugép, amelyet automatikus előtolóberendezéssel kell ellátni.

Főbb adatai:

munkaszélesség:	400 mm
késtengely \varnothing	122 "
kések száma	2 db
vill. teljesítmény	2,8 kW
forgácsolási sebesség	28,8 m/sec
gép súlya	470 kg

A gép teljesítménye a konkrét esetre:

erdei fenyő	3 m ³ /óra
vörös fenyő	2 "
tölgy	1,5 "

A művelet leírása:

Az egyengető gyalugépre a megmunkálandó anyagot a hosszoldó nagyfrekvenciás ragasztógépsorról adagoljuk, vagy pedig anyagszállító eszközzel, amelyen előzőleg hosszoldott pihentetett szelvények vannak. A gyalugépre feladott szelvények hossza 6 m, emiatt a műveletet szakaszosan két főnek kell ellátnia, esetleg olyan formában, hogy az anyagot a gyalugép asztalával egy síkban levő feladóasztalra helyezik. Az egyengetett anyag elszedése hasonló módon szervezhető. A fogásmélységet (max. 5 mm) úgy kell megválasztani, hogy a művelet eredményeképpen sík felületű szelvényt tudjunk a vastagsági gyalugépre átvinni.

h) Egyengetett anyag vastagsági gyalulása

A művelet célja:

A vastagsági gyalulás keretében a szelvények végleges vastagságukat nyerik el. Ezenfelül mindkét lapjuk a ragasztás érdekében simára van gyalulva. Az alkalmazott présnyomás határok miatt, hogy a meggyalult szelvények illeszkedése tökéletes legyen, a gyalulás pontosságára és egyenletességére nagy gondot kell fordítani. Ez a művelet a kész gerenda szilárdságát nagymér-

tékben befolyásolhatja, ezért a berendezés jó állapotáról és a forgácsolószer-
számok rendszeres karbantartásáról kell gondoskodni.

Alkalmazott gép:

A műveletre alkalmas a HPB-63 típusu (csehszlovák) vagy pedig a DH-
6. (NDK) típusu vastagsági gyalugép, amelyek főbb adatai:

	HPB-63	DH-6
munkaszélesség (mm)	630	630
munkamagasság max (mm)	200	200
forgácsolási sebesség (m/sec)	26,4	29,5
előtolási határok (m/perc)	6-20	3-13
vill. teljesítmény (kW)	9	5
mérete (mm)	1650x1200	1300x1200
sulya (kg)	1240	800

A gép teljesítménye (HPB-63) a konkrét esetre:

erdei fenyő:	5 m ³ /ó
vörös fenyő:	4 "
tölgy:	2,7"

A művelet leírása:

A vastagsági gyalugépre az egyengetett szelvényeket az egyengető gya-
lugéptől átgördítéssel, vagy már egyengetett szelvényeket tartalmazó rakatból
adagoljuk. A szelvényeket legcélszerűbb a gépasztallal egy síkban fekvő fel-
adóasztalra előkészíteni, ahonnan a gépmunkás azokat egyenként tudja a gép
asztalára átcsusztatva a behúzóhenger alá tolni. A gyalulási (esetleg többsző-
rös) fogásmélységet a szelvények különböző anyagvastagságától függően, a na-
pi termelési programnak (a nagyobbik keresztzelvény méretnek) megfelelően
az üzemvezetőtől kapott utasítás szerint kell beállítani.

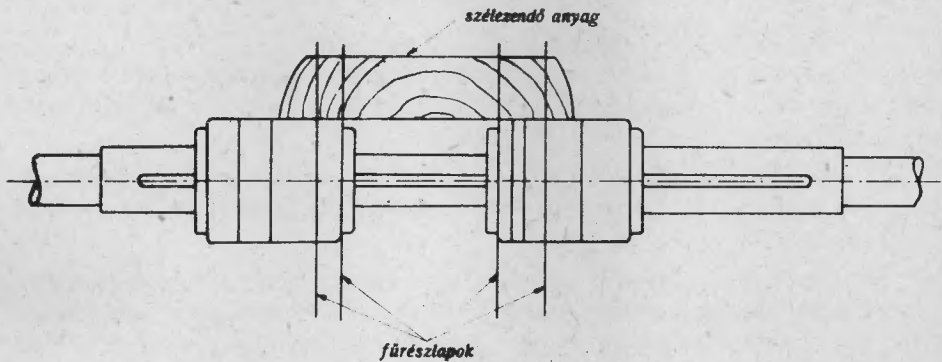
Adott esetben így előfordulhat, hogy a szelvényeket többszörösen kell
gyalulni. A kész gyalult szelvények elszedése, illetve lerakása ugyancsak
szakaszosan, fentebb leírtak szerint történhet.

i) Gyalult szelvények párhuzamos szélezése

A művelet célja:

A gyalult szelvények párhuzamos szélezésének a feladata, hogy:

- a gerendák szelvényeit gondosan, pontos szélességi méretre fűre-
szeljük;
- a szélesebb szelvényeknél a maradék oldalanyagot kész méretű he-
veder, illetve léctermékké dolgozzuk fel.



24. ábra

A két feladat egy művelet keretében végrehajtható olyan többlapu szélezőkörfűrészsel, amelynek főtengelyén csuszatható fűrészstengelyekre szerelt középső két fűrészlapja távvezérléssel állítható, és vele a kész gerendák szelvényei pontos méretre vágathatók. A két fűrészstengelyen levő fűrészlap mellett meghatározott távolságban (pl. 24 mm és 45 mm) egy-egy fűrészlap van, amely az oldal-maradékszelvényeket vágja pontos méretre (lásd 24. ábra).

Az alkalmazott gép:

Erre a műveletre alkalmas a Wurster-Dietz (NSZK) LC-12 típusú kettős szélezőkörfűrész.

Főbb adatai:

Körfűrészlap átmérő max (mm)	400
maximális anyagvastagság (mm)	120
előtolás max (m/perc)	70
vill. teljesítmény (kW)	22
kapacitásnorma adott esetre max	9-10 m ³

A művelet leírása

A gép kiszolgálása (anyagfeladás, leszedés) a gyalugépeknél irtak szerint történik. A szélezendő szelvényt beállításakor aszerint kell jobbra, vagy balra eltolni, hogy teljesen épülű kétoldali szélezése mellett (példa szerint) 24 vagy 45 mm-es oldalszelvény kialakítására van lehetőség.

j) A kész szelvények összerakása, jelölése és a közbelső szelvényekre ragasztóanyag felvitele

A művelet célja és leírása:

A kettős szélezőről lekerült szelvényeket összerakó jelölő asztalon kell garnitúrákba rakni. Egy-egy garnitúra egy gerenda anyagának felel meg. Az összerakásnál figyelemmel kell lenni arra, hogy

- fedőlapokként minél szebb, párhuzamos rostirányú szelvényeket kell kiválasztani, mert szilárdság és kopásállóság szempontjából ezek a teherviselő szelvények;
- az egyes szelvények összerakását azok anatómiai szerkezetének (belet tartalmazó; hurmetszett-, tükör-, féltükör-vágású) figyelembevételével kell végezni úgy, hogy egymás mellé keresztmetszetében azonos anatómiai irányú szelvények ne kerüljenek és a belet tartalmazó szelvények lehetőleg a gerenda középső rétegében foglaljanak helyet.

A garnitúrába rakott szelvények közül 5 réteg esetén kettős, hat réteg esetén 3 szelvény felületét kell ragasztóanyag-felhordógépen műgyantarasztóval bevonni.

Az alkalmazandó gép:

A ragasztóanyag-felhordógépet hazailag kell megtervezni és kivitelezni, figyelembe véve az Aerodux 185 B típusu műgyanta felhasználásával készített ragasztóanyagok az ismert és általánosan használt egyéb műgyantaféleségektől való különbözőségét, amely főleg a kész (kikevert) ragasztóanyag nagy viszkozitásában és kocsonyás voltában nyilvánul meg.

A ragasztóanyag-felhordógépet úgy kell tervezni, hogy az egy időben 2 db szelvény átbocsátására, valamint a beadagolt szelvények egy-egy és kétoldali bekenésére is alkalmas legyen. A felhordás sebességében korlátozást a technológia csak a nagyfrekvenciás prés előkészítése és generátor ideje (8 perc) tekintetében kíván, amelynek figyelembevételével 2, illetve 3 szelvény bevonása esetén $(8-3)=5$; $(5-3)=2$ perc idő esetén min. 0, 1-0, 2 m/sec. felhordási sebességgel lehet számolni.

k) Nagyfrekvenciás ragasztás -prézelés

A művelet célja:

A mechanikailag megmunkált, pontos méretű, összejelölt ragasztóanyaggal bekent szelvények kész gerendává ragasztása - dielektromos melegítéssel - e művelet keretében történik meg.

Az alkalmazandó gép:

A művelet egy különleges "Hübel és Platzer L.P.1" típusu (NSZK) nagyfrekvenciás ragasztóprésszel hajtható végre. A nagyfrekvenciás energiát tekin-

tettel a présberendezés kb. 6,5 m hosszúságára 2 db "Siemens HG 6/6K.1." 6 kW. kimenőteljesítményű generátor párhuzamos kapcsolásban szolgáltatja egy darab vacuum kiegyenlítő kondenzátorral.

A berendezések főbb adatai:

L.P.1.	hosszúsága:	cca 6500 mm
	szélessége:	1100 mm
	magassága:	1400 mm
	súlya:	2950 kg
	Préselhető max. keresztmetszvény	290x180 mm
HG.6/6.K.1. mérete		1000x900 mm
	magassága	1400 mm
	súlya	400 kg
	kimenőteljesítmény	6 kW
	hálózat	380 V 50 Hz

A berendezés kapacitásnormája:

$$a \text{ ragasztási idő (t)} = \frac{F \cdot S}{N}$$

F = ragasztási felület (cm^2)
 S = fajlagos vill. munka/W/ cm^2 /perc
 N = gen.kimenő teljesítm. (Watt)

$$t = \frac{600 \cdot 16 \cdot 4 \cdot 1,85}{2.6000} = \frac{71040}{12000} = 5,9 \quad 6 \text{ perc}$$

$$T = \frac{5}{k_1 \cdot k_2} = \frac{6}{0,8} = 7,5$$

8 perc/gerenda

k_1 = gépidőkihasználás

k_2 = munkaidőkihasználás

$$Q = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ présmenet (gerenda/óra)} = 1,25 \text{ m}^3/\text{óra}$$

Ennek alapján a berendezés évente

$Q = 280 \cdot 8 \cdot 7,5 = 16\,800$ db: $6 \text{ db/m}^3 = 2\,800 \text{ m}^3$ kasvezetőgerendát képes előállítani folyamatos anyagellátás és kiszolgálás mellett.

A művelet leírása:

A ragasztóanyag-felhordó hengerek között átengedett két oldalon ragasztóanyaggal bevont szelvények, az összerakó jelölő asztalon előkészített

szelvényekkel együtt a BS.1.feladóasztalon kerülnek a ragasztandó szerkezetnek megfelelően összerakásra. Az egész berendezés vezérlőasztalán elhelyezett gomb megnyomására a prés ajtaja kinyílik és a deszkákat a présbe toldik. Újabb gombnyomásra az ajtó bezárul és először oldalirányu, majd függőleges nyomás lép működésbe. A párhuzamosan elhelyezett elektródák munkadarabhoz történő közelítése után a generátor bekapcsolható. A vezérlőműre felszerelt előre beállított időkapcsoló óra a generátort kikapcsolja, a nyomás feloldódik és a kész gerenda önműködően elhagyja a prést (ugyanakkor újabb csomag halad be a présbe) és kifut az AT.1. jelzésű leszedőasztalra.

1) Kész gerendák tárolása, pihentetése

A nagyfrekvenciás ragasztóprés leszedőasztaláról (AT.1.) a kész gerendát (súlya kb. 80 kg), egy rakodósikkal ellátott kerékpárra kell emelni, amellyel a kész gerenda a mennyezeten felfüggesztett futómacska alá tolható. A futómacskával a gerenda felemelhető és a tárolóhelyre vihető, és ott megfelelő 1 m-enként elhelyezett azonos vastagságu alátétfára helyezhető.

Mozgatás közben kerülni kell minden olyan erősebb behatást (a gerenda ütközése, ledobása, lezuhanása), amely a frissen kialakult ragasztóréteget károsíthatja.

A tárolóhelyen a gerenda 6-7 napig pihen. Ez alatt az idő alatt a műgyantakötés teljes szilárdságát eléri.

A tárolóhelyről a gerendák futómacskával rakhatók a kapukon betolató gépjármű rakfelületére.

Az üzem elvi gépeltrendezési vázlatát a 25. ábra mutatja.

A gyanta és az edző összekeverése

HRP 151, illetve HRP 155 edző hozzáadásával az oldható gyanta először kocsonyás formát vesz fel; a megkeményedett gyanta/edző keverék oldhatatlan marad. A kikeményedés nagymértékben függ a hőmérséklettől, vagyis a keményedés annál gyorsabban megy végbe, minél nagyobb a szobahőmérséklet és az összeragasztandó műanyagok hőmérséklete. Ezért a ragasztásnál uralkodó hőmérsékletre nagy figyelmet kell szentelni. A használatra alkalmas keverék előállításához szükség van:

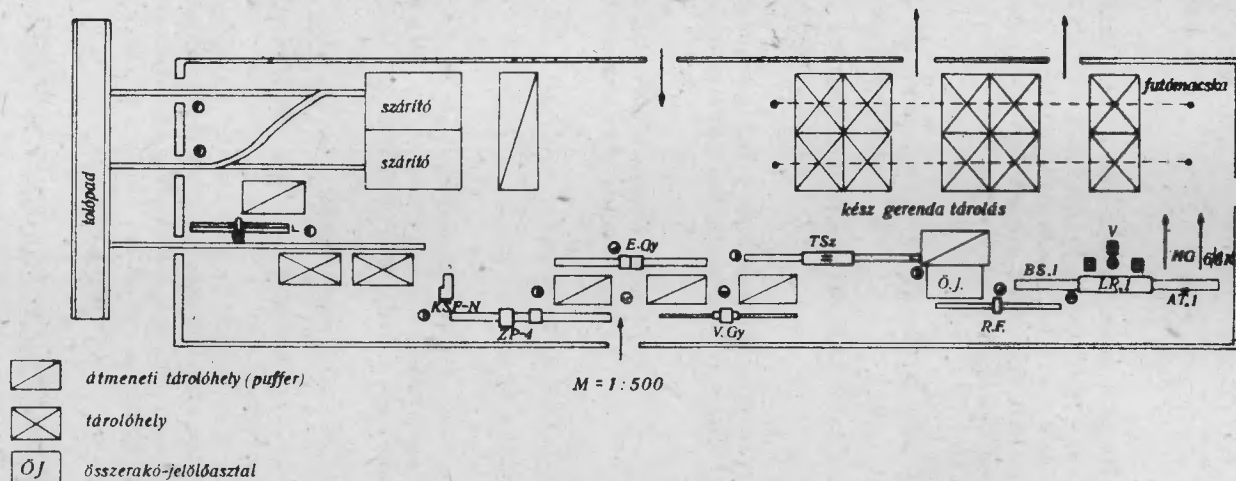
Súlyrész

Aerodux 185 B	5	5
HRP 151 edző	1	-
HRP 155	-	1

A gyantát és az edzőt addig kell keverni, amíg a keverék homogénné válik. Az edzőt kis adagokban kell szórni a kimért gyantamennyiségbe, így az elkeveredés tökéletesebb lesz. Mivel a gyanta/edző keverék bizonyos idő után kocsonyásodik, majd keményedik, a kész keverék felhasználási időtartama az ugynevezett fazékidő korlátozott:

[L] = le szabó körfűrész
 KSF-N = hosszolódó marógép rag. anyag felhordóval
 ZP-4 = nf. hosszolódó ragasztóprés, aut. le szabó körfűrészsel
 [EGy] = egyengető gyalugép
 [VGy] = vastagsági gyalugép
 [TSz] = többtápu szelező körfűrész

[RF] = ragasztóanyag felhordógép
 BS.1 = nf. ragasztóprés feladó asztal
 LP.1 = nagyfrekvenciás ragasztóprés
 AT.1 = nf. ragasztóprés le szabó asztal
 HG6/6K.1 = Siemens 6kW nf. generátor
 V = Siemens vacuum teljesítmény kiegyenlítő kondenzátor



25. ábra

Nagyfrekvenciával ragasztott rétegelt aknakeszítő gerendákat gyártó üzemi gépberendezési vázlat

Enyvezési hőmérséklet °C	HRP 151 edző	HRP 155 edző
15	kb. 5 1/2 óra	kb. 5 óra
20	kb. 4-5 óra	kb. 3-4 óra
25	kb. 2 óra	kb. 2 óra

Tekintettel arra, hogy a praktikusán kezelhető műgyantaragasztó és edzőjének összekeverése igen egyszerű és gyorsan elvégezhető művelet, a gyártásmenethez nyáron egy óra időtartamra, télen két órás időtartamu felhasználásra kell egyszerre ragasztóanyagot készíteni, illetve bekeverni. Ez a mennyiség (a nagyfrekvenciás ragasztó-prés teljesítményét = 7,5 gerenda/óra alapul véve):

nyáron óránként: kb. 10 kg műgyantát és
2 " edzőt kell bekeverni

télen 2 óránként: kb. 20 kg műgyantát és
2 " edzőt kell bekeverni.

A bekeverés időszakaiban a ragasztóanyagfelhordó edényeket és eszközöket cserélni kell és az eddig használtakat melegvízzel meg kell tisztítani.

B) Rétegelt kasvezetőgerendák előállítása vegyes meleg- és hidegragasztással

Gyártmányok (lásd A. pontban)

Gyártási technológia:

A gyártási technológia műveleti sorrendjét a 26. ábra mutatja. A műveletek leírása teljesen megegyezik az A. rész (nagyfrekvenciás ragasztási technológia) a)-tól j) pontjáig terjedő résszel, ezért ezt nem ismételjük.

j) A kész szelvények összerakása -jelölése

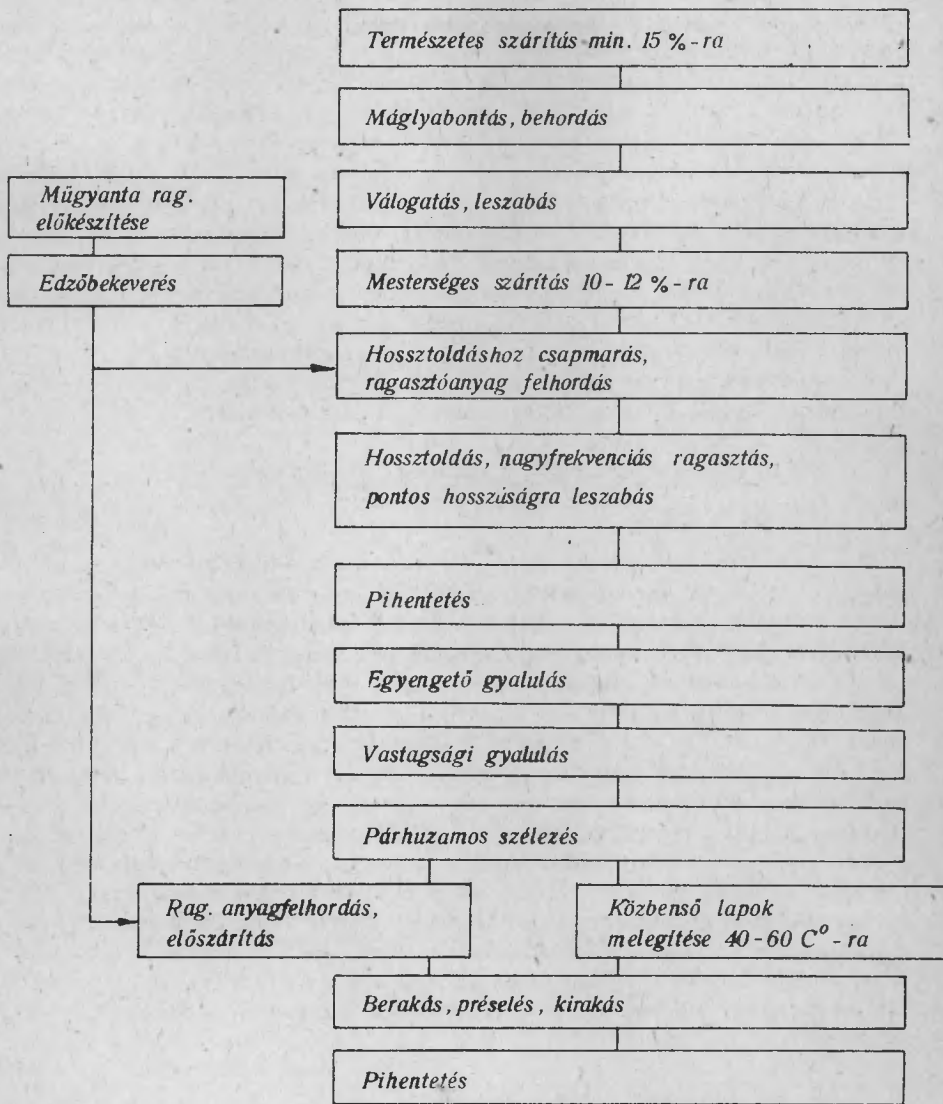
A szelvények összerakásának és jelölésének leírását lásd A. rész megfelelő pontjában.

Ettől a művelettől kezdve a meleg-hidegragasztási technológia eltérő.

A belső szelvények (2 db) átkerülnek a ragasztóanyag felhordógép mellé, a külső szelvényeket (3 db) pedig az összerakó asztal mellett elhelyezett előmelegítő kamrába rakják be, amely a benne fokozatosan előrehaladó szelvényeket 50-60°C-ra előmelegíti.

k) Előmelegítés és ragasztóanyagfelhordás

Az előmelegítendő szelvényeket egy, az összerakó és jelölőasztal mellett elhelyezett, célszerűen gőzfűtésű előmelegítő kamrába egyenként helyez-



26. ábra
 Rétegelten meleg- és hidegragasztással előállított kasvezető gerendák gyártásmenetének vázlata

zük be. Az előmelegítő kamra mérete kb. 6, 5x3, 5 m, amelyben az egyes szelvények tengelyükre merőlegesen haladnak olyan ütemben, amilyen ütemben azokat a prések megtöltéséhez igénybe veszik. A szelvények mozgatásához elegendő egy kézi szakaszos meghajtású láncos transzportőr, amelynek kaparóvasai között helyezkednek el az egyes szelvények. A transzportőrt akkor kell előremozgatni, amikor egy - egy szelvényt az előmelegítőberendezésbe beraknak, vagy akkor, amikor azt 50-60°C hőmérsékletre felmelegítve kivesszük. Az említett hőmérséklet a szelvény felületén mért érték. Az előmelegítőt a higroszkópos egyensúly fenntartása érdekében gőzbefúvási lehetőséggel, valamint száraz és nedves hőmérővel kell ellátni. Tekintettel arra, hogy az előmelegítés ideje lényegesen hosszabb, mint a ragasztóanyaggal ellátandó szelvények felhordási ideje, az előmelegítőben lényegesen nagyobb mennyiségű szelvénynek kell lennie, mint a ragasztóanyag felhordógép mellett. A két műveleti hely közötti összhangot a gyakorlatban kell biztosítani.

A ragasztóanyag felhordása a nagyfrekvenciás ragasztási technológia j) pontjában foglalt módon, teljesen azonosan hajtandó végre.

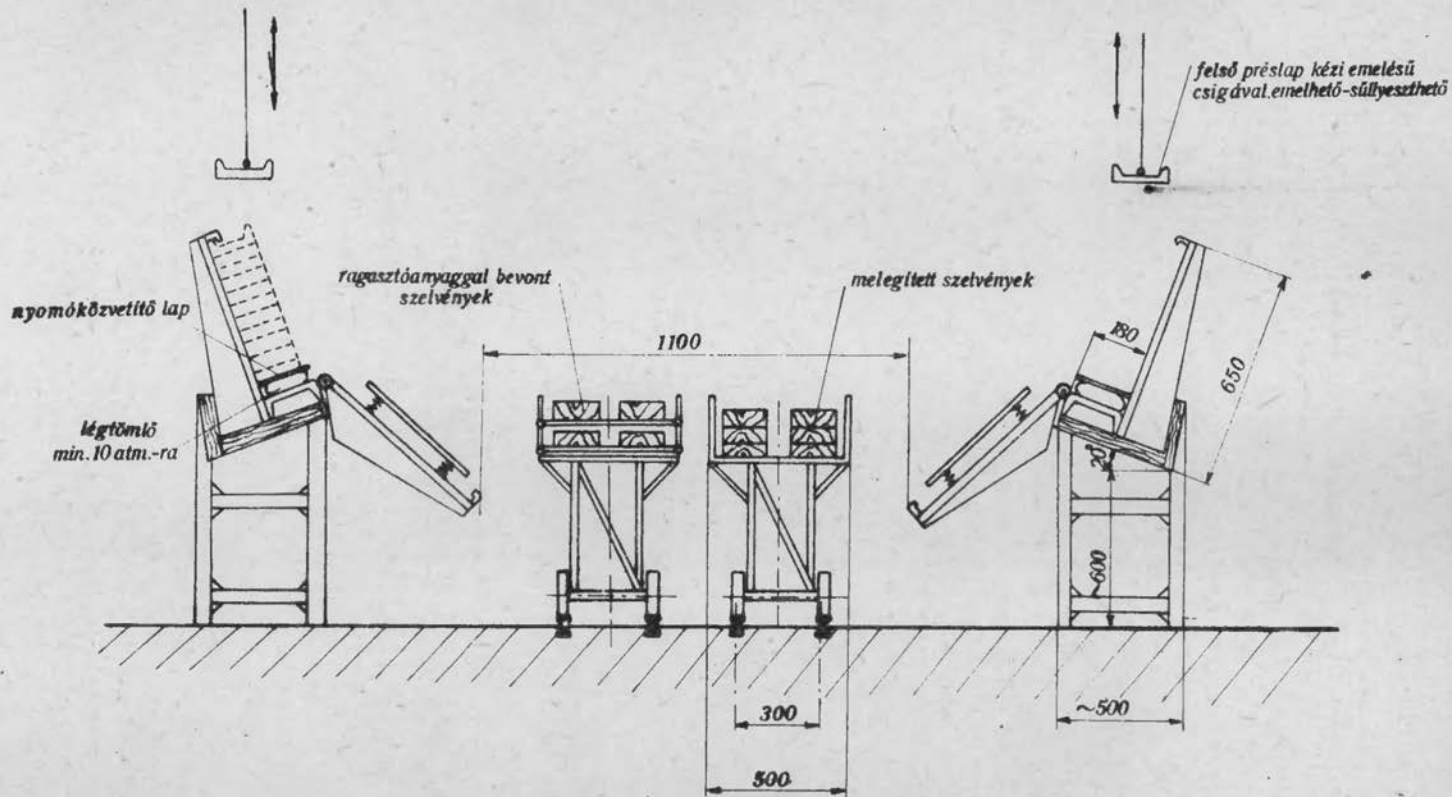
m) Meleg, illetve hideg-ragasztással történő préselés

A művelet célja:

A művelet elnevezése azért tartalmaz két különböző ragasztási technológiát, mivel az üzem egy műszakban történő működtetése célszerűen egy ilyen kombinált ragasztási technológiát teszi szükségessé, illetve lehetővé. Mint a II/1. fejezetben a műgyantaragasztásnak meleg (30-90°C), illetve hideg (20-30°C) módszerével foglalkoztunk, megállapítható, hogy a kizárólag hideg ragasztási eljárás alkalmazása az üzemi présberendezések nagyfokú lekötésével jár, mivel pl. az Aerodux 185 B. műgyantaragasztó ezen a hőmérsékleten mintegy 5-6 órai préselést igényel. Így egy-egy műszakban egy, illetve kettő présmenetet lehetne végrehajtani. A kötési idő gyorsítását az edzőarány növelése nélkül a legtöbb hidegragasztónál hő közlésével lehet elérni. Kísérleteink szerint a szóban forgó ragasztóanyagnál előmelegített felületekkel 3 óra alatt teljes kötést lehet elérni, amely esetben a présberendezések kihasználása módosul. A műszakon belül két présmenetre van mód, ezenkívül a harmadik présmenet hideg ragasztás módszerével oldható meg úgy, hogy a műszakon belül csupán a présbe rakás valósul meg és a bekötés műszakon kívüli időben történik. Ez esetben a következő nap munkaideje a prések üritésével kezdődik.

Az alkalmazandó berendezés:

A meleg- hidegeljáráshoz szükséges présberendezés hazai tervezéssel és kiépítéssel megvalósítható. A présberendezés és kiszolgálását metszetben a 27. ábra szemlélteti. A prés szerkezetiileg két egymással szembe fordított "U" idomvasból (természetesen különlegesen megmunkálva) és azt a szilárdsági számításoknak megfelelő méretben és mértékben (számszerűen) összekötő huzásra igénybe vett rudakból, illetve idomacél bordákból áll. A felső préslap egy kézi kezelésű csigával felemelhető, a töltés és ürités tartamá-



27. ábra
 Hidegragasztó prések és azok kiszolgálása

ra. A prés külső oldali bordái mereven vannak az alsó préslaphoz erősítve, míg a belső oldali bordák a töltés és ürítés elvégzése miatt - csap körül - forgathatóak. Az egész szerkezet kb. 20° alatt megdöntve egy fapallókból és acélrácsos szerkezetből álló bölcső szerkezetben nyugszik, amelynek szilárdságilag csak a présszerkezet és a beléhelyezett gerendák súlyát keli kibírnia. A présszerkezet megdöntése azt a célt szolgálja, hogy a présbe helyezett szelvények egyik oldalon stabilan felfeküdjenek, és ne következzen be a további szelvények berakásakor (esetleg többszöri) elcsuszás az egyes rétegek között, ami a felvitt egyenletes ragasztóréteg károsodásával járhat. A le- és felhajtható bordák belső oldalukon rugós támszerkezettel vannak ellátva, amelyek összecusvásakor a szelvényeket pontosan egymás fölé sorolják. A támszerkezet a mindenkori gerendaszélességnek megfelelően beállítható, a rugóerő a szükséges nyomásnak megfelelően ugyiszintén.

A présbe egyszerre 2 db rétegelt gerenda rakható be. A prés belső oldali bordáinak felhajtása és a felső préslap beakasztása után a présen belül a ragasztási felületre merőleges nyomást egy pneumatikus tömlő létesíti, nyomását a gerendák felé acél nyomólap közvetíti. A tömlő perlon "A"-val átszőtt különleges gumiból készül, és legalább 15 atm nyomást kell kibírnia, átmérője a prés méretének megfelelően választandó meg. (Belföldön a tömlőt a Ferunion hozza forgalomba.)

A művelet leírása:

A présberendezések kiszolgálása a 27. ábrán látható módon a prések között elhelyezett, és a padlószintbe épített keskeny nyomtávu síneken mozgó, 6 m hosszú, különleges anyagmozgató kocsikon történik, amelyek közül az egyik a ragasztóanyaggal ellátott szelvényeket, a másik pedig az előmelegített szelvényeket szállítja a présberendezésekhez.

A szelvények kezelése a magasított présberendezés és a magasan vezetett szállítóközi plató miatt mintegy 60-70 cm magasságban történik.

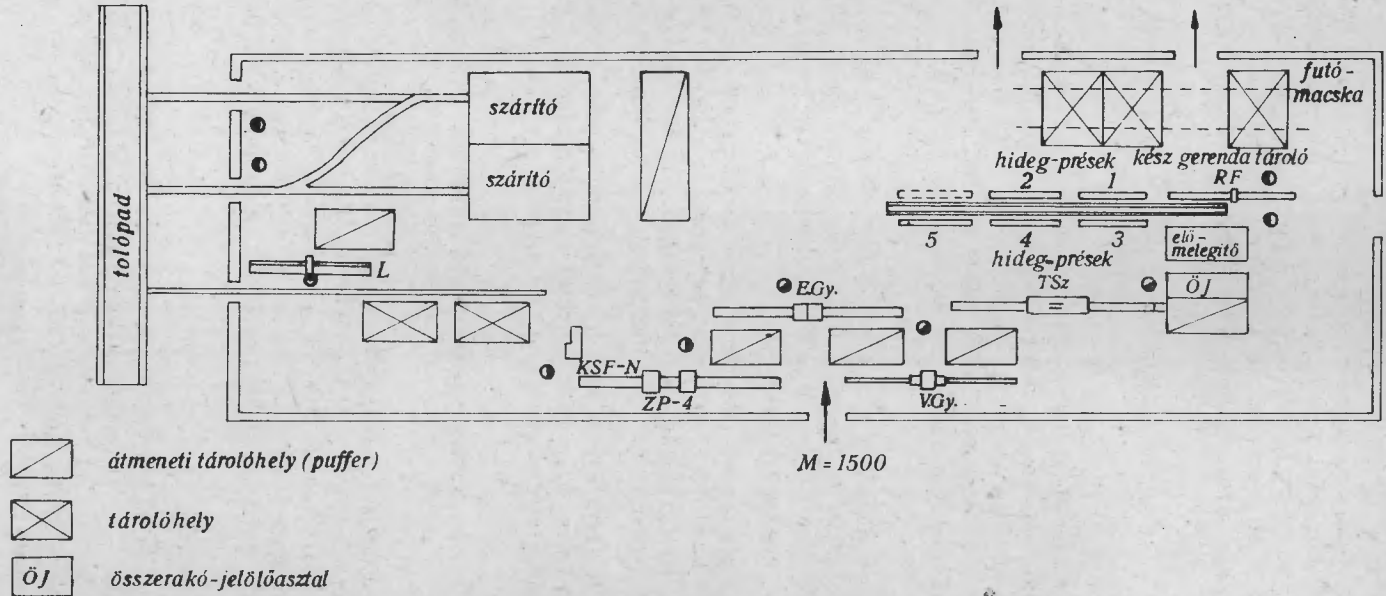
Tekintettel arra, hogy az egyes prések ürítése és töltése kb. 3 óránként történik, egy-egy prés kiszolgálására a szelvények előkészítésével, ragasztóanyag - felhordással, odakészítéssel és berakással együtt mintegy 40 perc áll rendelkezésre, amely idő alatt az összes munkaműveletet két fő biztonságosan elláthatja.

A műszak utolsó órájában a szelvényeket előmelegíteni már nem szükséges, mivel az utolsó présmenet hideg-ragasztással történik.

A kész gerendák présberendezésekből történt kivétel után tárolásra kerülnek az A) fejezet 1. pontja szerint. A hideg- és melegragasztással dolgozó üzem elvi gépberendezési vázlatát a 28. ábra mutatja.

Az alkalmazott műgyantaragasztó kezelésére és felhasználására vonatkozó tudnivalók ugyancsak megegyeznek az A) fejezet m) pontjában foglaltakkal. Különös figyelmet a ragasztóanyaggal kapcsolatban csak arra kell for-

- [L] = lészabó körfűrész
- KSF-N = hosszoldó marógép rag.anyag felhordóval
- ZP-4 = nf. hosszoldó ragasztó prés, aut. lészabó körfűrészsel
- [EGy] = egyengető gyalugép
- [VGy] = vastagsági gyalugép
- [TSz] = többlapu szélező körfűrész
- [RF] = ragasztóanyag felhordógép



28. ábra

Hidegen (előmelegítéssel) ragasztott réteglent aknakeresztmetszű gerendákat gyártó üzem elvi gépeltrendezési vázlatá

ditani, hogy a szelvények présberakása és nyomás alá helyezése a lehető leg-rövidebb időn belül történjék meg, mivel a megadott edzőarány mellett, a 40-60°C-ra felmelegített szelvények hatására a ragasztóanyag részleges bekötése már 15-30 perc alatt megtörténhet, és az ez utáni változások károsan hatnak ki a ragasztórétegben a térhálós szerkezet kialakulására.

A technológiáknál betartandó biztonsági és egészségügyi rendszabályok

A termelési technológiai folyamat során mindazon biztonsági és munkavédelmi előírásokat, amelyek az egyes műveletekkel kapcsolatba hozhatók, be kell tartani. A gyártási technológián belül a nagyfrekvenciás energiával dolgozó berendezéseknél a szokásos és a villamosenergia kezelésével és felhasználásával kapcsolatos rendszabályok irányadók, amelyek kétirányúak lehetnek:

- a generátor működésével kapcsolatos tápfeszültségekkel kapcsolatos érintésvédelem (220-380 V feszültségű 50 periódusú váltóáram; 2000-10 000 V feszültségű 50 periódusú váltóáram; 2000-10 000 V feszültségű egyenáram).
- rádiófrekvenciás erőtér és a rádiófrekvenciás áram hatását kerülni kell, mivel laza érintés esetén erős helyi felmelegedés miatt nehezen gyógyuló égési sebekkel jár. Emiatt a nagyfrekvenciás erőtér és áram hatása alatt működő területeket védőberendezéssel el kell látni.

A nagyfrekvenciás ragasztóberendezéseket a Magyar Posta előírásai szerinti (más fogyasztókat érintő) zavaró hatásokat kiküszöbölő, árnyékoló zavaroszűrő tartozékokkal kell ellátni.

Berendezésszükséglet számítása. Kapacitás- és létszámszükséglet

A rétegelt aknakasvezető-gerendákat gyártó üzem főprofilja az aknakasvezető-gerendák előállítása. Mivel azonban a hazai szükséglet évi 1000-1500 m³ termékre tehető, bármely gyártási technológia alkalmazása esetén ezt ki kell -, illetve ki lehet egészíteni egyéb termékek előállításával, mint mellékprofilal. Ennek mértékét tisztázzák a kapacitásszámítások.

Kiinduló adatok:

A hazai kasvezetőgerenda szükséglet specifikációja igen változó. Néhány főbb választék méretei (fűrészeléssel előállítva MSZ szerint):

A nyelés méret és beépítési méret közötti különbség oka az, hogy a rendszerint rosttelítettség (30-33%) feletti nedvességtartalommal kifűrészelt kasvezetőgerendák

7. táblázat

	a	b	c	d
Beépítési méret	130x170x6000	170x180x6000	160x180x6000	160x170x6000
" köbtart.	0,133	0,183	0,173	0,163
" db/m ³	7,5	5,5	5,8	6,1
Nyers méret	140x190x6050	180x200x6050		
" köbtart.	0,161	0,218	0,226	0,206
" db/m ³	6,2	4,6	4,4	4,9

- beszáradása,
- fűrészelési pontatlansága,
- kész méretre gyalulása

miatt megfelelő túlméretet biztosítsunk.

A rétegelten ragasztott gerendák gyártási technológiája (10-12% nedvességtartalom, pontos méretre fűrészelt és gyalult szelvények kész méretre préselve) lehetővé teszi, hogy a gyártásból beépítési méretre készült kasvetőgerendák kerüljenek ki. Ez annyit jelent, hogy a beszáradás és mechanikai megmunkálás veszteségei jórészt korábban jelentkeznek.

A vastagságok mértéke, és így az anyagszükséglet az egyes műveletekben (8. táblázat).

8. táblázat

	Anyagvesztés		Anyagszükséglet
	mennyiségben	%-ban	m ³ -ben műveleti helyen
Préselés (160x180 mm)	-	-	1
Kettős szélezés	2 cm/16 cm	12,5	1,125
Egyengető és vastagsági gyaluzás (5 szelvényel)	3 cm/18 cm	16,7	1,314
Hossztoldás (csapmarás és leszabás)	2x4,5 cm/6 m	1,5	1,334
Leszabás (merőleges vágás és hibakiejtés)	4x5 cm/6 m	3,3	1,377

A berendezések kapacitása és kihasználása:

A berendezések kapacitásnormái (átbocsátóképessége) és produktív időalapjai révén kiszámítható a "termelőberendezések át bocsátóképessége" (9. táblázat), amely azt mutatja, hogy az egyes keresztmetszetek az adott termékből mennyit képesek előállítani.

A berendezések kapacitásnormái (átbocsátóképesség) és időalapjai napi egy műszakra

Db	A gépi berendezés		A berendezés (Termelési keresztmetszet)			A term.ber. át-bocsátó-képessége (m ³ gerenda (év)
	Tipusa	Megnevezése	Kapacitásnormája m ³ egy-ségben	jellemző m. egys.-ben	Produktív időalapja egy műszakra(ó)	
1	LP. 1.	Nf. generátor és prés	1,25m ³ /ó	7,5db/ó	2000	2500
		Rag. anyag felhordógép	-	-	2300	-
1	LC. 12	Többlapu szélező körfűrész	9-10m ³ /ó	1620fm/ó	2200	21 000
1	HPB-63	Vastagsági gyalu	4-5m ³ /ó	720-900fm/ó	2200	9500
1	FG-04	Egyenető gyalu	2-3m ³ /ó	360-540fm/ó	2200	5500
1	ZP-4	Hossztoldó, ragasztó, leszabó	1,15m ³ /ó	70 db toldás/óra	2000	2300
1	KSF-N	Fogazómaró	1,25m ³ /ó	150 marás/óra	2100	2620
1	PSS	Leszabó körfűr.	2,33m ³ /ó	420 vágás/óra	2300	5360
5	-	Hidegprés	1400m ³ /év		2400	max:1500 min:1000

Megjegyzés: A hidegprések (5 db) minimális át-bocsátóképessége teljes hidegragasztás esetén napi két présmenettel 300 napra (egy műszakban) 1000 m³ gerenda. A hidegprések maximális át-bocsátóképessége vegyes hideg- melegragasztás esetén napi három présmenettel 300 napra (egy műszakban) 1500 m³ gerenda.

△ "legszűkebb keresztmetszet" a ZP-4 hosszitoldógépsor (2300 m³/év/műszak), amelynek kapacitása azonban munkaszervezéssel, vagy többlet munkaidőrafordítással felelmehető az "alapvető keresztmetszet" át-bocsátóképességének szintjére (2500 m³/év/műszak).

Hidegprések használata esetén (1000-1500 m³/év) a ZP-4 gépsor válik "alapvető keresztmetszetté" (legköltségesebben beruházható) így a többletka-

pacitás (800-1000 m³) kitöltéséről egyes gyártási mellékprofil kialakításával (épületasztalosipari féltermék előállítás stb.) kell gondoskodni.

Művelet és gépidőszükséglet 1000, ill. 1500 m³ 10. táblázat
kasykezetőgerenda gyártásánál

Gépi műveletek	Műveleti mennyis. gerenda m ³ -enként	Műveletszükséglet évi		Gépóraszükséglet (műveletszükséglet kapacitásnorma)	
		1000m ³ esetén	1500m ³ esetén	1000m ³ esetén	1500m ³ esetén
Nf. présmenet (db)	6 db/m ³	6000	9000	800	1200
Ragasztó-felhordás	6.2.6=72 fm/m ³	72000	108000	-	-
Kettős szélezés (fm)	6.5.6=180 fm/m ³	180 000	270 000	111	167
Vastagsági gyalulás (fm)	6.5.6=180 fm/m ³	180 000	270 000	250	375
Egyengető gyalulás	6.5.6=180 fm/m ³	180 000	270 000	400	600
Hossztoldás, (toldás)	6.5.2=60 db/m ³	60 000	90 000	1000	1500
Hossztoldó marás, ragasztó felhordás marás	120 db/m ³	120 000	180 000	800	1200
Leszabás (vágás)	6.5.6=180 db/m ³	180 000	270 000	430	645

Létszámszükséglet:

A várható létszámszükséglet a 10. táblázat adatai alapján a hidegeljárású üzem (anyagter nélkül) esetére 10 főben határozható meg úgy, hogy 3 főből álló munkabrigádok szakaszos megszakításokkal dolgoznak az egyes gépegységekben, illetve műveleti helyeken.

A nagyfrekvenciás ragasztóüzem számított létszámszükséglete 14 fő azzal a megkötéssel, hogy a párhuzamszélező gépmunkás pl. a vastagsági gyalu gépkezelője is egyuttal és az anyagmozgató munkások több gépre dolgoznak az egyes műveleteknél leirt szakaszos anyagfeladás módszerével.

5. Gazdasági számítások

A gazdasági számításokat terjedelmük miatt részleteiben nem közöljük, hanem csak azokat a végszámokat ismertetjük, amelyek a megállapításokhoz és a döntésekhez szükségesek. (11., 12. táblázat)

Következtetésként levonható, hogy az önköltségre a szerkezetnek nagyobb kihatása van, mint a fafajnak.

11. táblázat

a) Reprezentatív adatok a gyártmányvariációkkal kapcsolatban

A gerendaszerkezet kihatása egyes költségtényezőkre

(Forint/m³ gerenda)

Azonos méretű, azonos fafaju gerenda	Ragasztóanyag		Munkabér (kv)		Faanyag felh.	
	ktg.	index	ktg.	index	ktg.	index
Egyszerű szerkezetű						
5 rétegű	206	100	140	100	2570	100
6 "	258	125	168	120	2570	100
Rétegelt középrésztű fedőlappal ellátott gerenda	285	138	218	156	2700	105

Különböző fafajok alkalmazásának kihatása a faanyagfelhasználás költségeire

12. táblázat

Különböző gerendaszerkezetek és fafajok	Közvetlen faanyagköltség	
	Ft/m ³	index
Egyszerű 5 rétegű gerenda két oldalán vörösfenyő	2570, -	100, -
két oldalán tölgy	3350, -	130, -
Rétegelt középrésztű fedőlappal ellátott gerenda		
fedőlapok: vörösfenyőből	2605, -	105,5
" tölgyből	3590, -	139,5

Az egyszerű ötrétegű (két oldalán vörösfenyővel borított) aknakasvezető gerenda becsült önköltsége és megvalósítási költségei különböző technológiáknál

Az azonos gyártmányra kidolgozott technológiai variációk hozzávetőleges megvalósítási költségeit a 13. táblázat és az ezekkel a technológiákkal előállított rétegelt kasvezetőgerendák becsült önköltségét a 14. táblázat tartalmazza.

13. táblázat

Különböző technológiák becsült megvalósítási költségei

ezer Ft-ban

	1000 m ³	1500 m ³	2500 m ³
	termelőkapacit. üzem		term. kapa-
	hideg rag.	hideg- meleg ra- gasztás	citásu nf. rag. üzem
Épület, alapanyagter technológiai berendezése	3200	3200	3800
Száritóberendezés (2 db száritókamra)	810	810	810
Mechanikai megmunkáló gépek:			
Hazai: egyengető gyalu, enyv-felhordó futómacska	100	100	100
Dem. imp: leszabó körf. vastagságu gyalu	120	120	120
Tőkés imp: fogatómaró, nf. hosszoldó	600	600	600
többlapu szélező	120	120	120
Présberendezések:			
hidegprések (5 db hazai) pneumatikával	100	100	-
előmelegítő (hazai) nf. ragasztóprés (tőkés imp)	-	100	-
nf. generátor (tőkés imp) 2 db + kond.	-	-	478
	-	-	444
	5050	5150	6472

Megjegyzés:

A becsült megvalósítási költségek nem tartalmazzák a kazánház létesítése, TMK műhely, épületgépészet, szociális létesítmények és az egyéb kommunális beruh. tételeit.

Különböző technológiák szerint előállított rétegelt kasvezetőgerendák
becsült önköltsége

	Ft/m ³		
	1000 m ³	1500 m ³	2500 m ³
	term. kapacit. hideg ill. meleg-ragasztó üzem esetén		term. ka- pacitásu nf. rag. üzem esetén
Közvetlen anyagköltség:			
erdei - és vörösf. fűrészáru	2570, -	2570, -	2570, -
"Aerodux" ragasztóanyag	206, -	206, -	206, -
Közvetlen bérköltség	200	140	110, -
Közvetett bérköltség	290	200	140
Közvetett anyagköltség:			
villamosenergia	40	40	75
gőzenergia	50	50	50
Értékcsökkenés			
értékcsökkenési költség	198	135	96
eszközlektetés 5%	258	170	120
Közteher, illetményadó 25%	120	95	62
Egyéb költség	100	100	100
Műszaki fejlesztési költség	20	20	20
Önköltség	4052, -	3726, -	3549, -
Termelési érték:			
import rétegelt gerenda áron	7030, -	7030, -	7030, -

Jegyzet:

Aknakasvezetőgerendák jelenlegi termelői ára:	
fenyő (természetes fa)	3100, -Ft/m ³
tölgy, kőris "	4300, - "
fenyő (rétegelt fa)	
csehszlovák import	7030, -Ft/m ³

A megvalósítási költségek között nem szerepeltettük az épületgépészet (fűtés, víz és pneumatika), a kazánház létesítés, TMK műhely, szociális létesítmények és egyéb kommunális beruházások összegét, miután ezek nagyságrendje jelentősen függ a telepítés helyétől és adottságaitól. Ezek hozzávetőleges költségét 3-3,5 millió Ft-ra becsüljük.

Figyelembe véve az adatokat, megállapítható, hogy a megvalósítási költségek nagyságrendje kb. 8-11 millió Ft körül mozog. Amennyiben termelési értéként a rendelkezésre álló import rétegelt aknakasvezető gerenda árát (7030 Ft/m³) vesszük figyelembe, a becsült termelési költségszint feletti részt a gyártás eredményeként (üzemi ismerve el, megállapítható, hogy ez esetben a beruházás költségei 1,5-2-től 4 évig terjedő időtartam alatt térülnek meg. Természetesen, ha termelési értéként alacsonyabb árat veszünk figyelembe, ez csökkenti az üzemi nyereség mértékét és így a megtérülési idő is hosszabb lesz.

ÖSSZEFOGLALÁS

A témával kapcsolatos irodalmi adatokból a végzett kísérletekből és számításokból az alábbi megállapítások tehetők.

1. A rétegelt aknakasvezető -gerendák gyártására műszaki és gazdasági szempontokat is figyelembe véve erdei fenyő és vörös fenyő fűrészáru (deszka és palló) alkalmas. Magasabb követelmények esetén a kopásnak kitett felületekre vörös fenyő helyett tölgy is alkalmazható, ez azonban a gyártmány önköltségét jelentősen befolyásolja. A megfelelő minőségű tölgy fűrészáru ugyanis 50%-kal drágább a vörös fenyőnél, ugyanakkor a két faj keménysége és kopásállósága között távolról sincs ilyen arány. (Irodalmi adatok szerint a tölgy oldalkeménysége kb. 30%-kal, kopásállósága viszont csak kb. 20%-kal magasabb a vörös fenyőnél.) Ennek ellenére szükség esetén a tölgy faj alkalmazásának komoly mértékű gazdasági kihatása nincsen, de a borítódeszák 24 mm-nél nem nagyobb vastagságban kerülnek alkalmazásra. A tölgy és erdei fenyő fajok tartós egyesítésének műszaki akadályai nincsenek, mivel a két faj zsugorodási és dagadási tulajdonságai közel azonosak, és egymáshoz viszonyított ragasztási adhéziós készségük gyakorlatitapasztalatok szerint jó.

A kasvezetőgerendák szerkezetét illetőleg megállapítható, hogy az egyszerű 5 - 6 rétegszámú gerenda faanyagragasztóanyag- és munkaigénye jóval alacsonyabb, mint a rétegelt középrészű, fedőlappal ellátott gerendáé. Ez utóbbi típusnak az a technológiai jellemzője, hogy a présberendezéseket kétszeresen veszi igénybe, vagy pedig különleges (több irányban nyomást gyakorló) présberendezést igényel. Ezek következménye azonban mindenképpen az, hogy a gyártási átfutási idő növekszik.

A fűrészáru -készletekre általában jellemző hosszúsági méretek miatt a 6 m hosszúságú gerenda szelvényeinek előállítására csak hosszúsági toldással lehetséges. A hosszúsági toldások tudományos vizsgálatok szerint - megfelelő mechanikai előkészítőmunka és ragasztóanyag esetén - kielégítő szilárdságúak.

2. Ragasztóanyagként a gyártási folyamat szempontjából csak könnyen kezelhető, megbízható ragasztóanyag alkalmazása javasolható. A javasolt Aerodux 185. B. ragasztóanyag megfelel ezeknek a követelményeknek. Ez a svájci (CIBA) gyártmányu rezorcín alapú műgyantarasztó a Vegyipari Készletező Vállalat utján szerezhető be. Az ára (49, - Ft/kg) ugyan elég magas, szemben a hazai kevésbé alkalmas Dorolac VII. típusú ragasztóanyaggal (11, - Ft/kg), de gazdaságilag mégis előnyösebb, mert az utóbbi csak állandó laboratóriumi ellenőrzés mellett alkalmazható. Egy kisméretű vegyi laboratórium fenntartása, a várható selejteződés mértéke, valamint a gyártásban esetleg előforduló fennakadások gazdasági kihatása számításaink szerint feltétlenül jelentősebbek, mint a kétfajta ragasztó árdifferenciája, amelyet egyébként az Aerodux 185. B. ragasztó nagyobb ragasztószilárdsága is indokol.

3. A rétegelt kasvezetőgerendák gyártására bármely technológiát választjuk is, az alapanyag (fűrészáru) mechanikai megmunkálási folyamata azonos. A szükséges mechanikai megmunkálást a műveletek végzésének gondossága jellemzi, mert a pontos megmunkálás meghatározó jelentőségű, nemcsak a fűrészáru szelvények tartós egyesítésének (ragasztás-préselés) műveletére, hanem később a kész gerenda biztonságos használata szempontjából is.

4. A ragasztás-préselés technológiájaként

- nagyfrekvenciás
- meleg
- hideg

ragasztási eljárás választható. Számításaink szerint a választott importálandó nagyfrekvenciás ragasztóberendezéssel évi 2500 m² aknakasvezető-gerenda állítható elő, míg a szükségletnek megfelelő 1000 vagy 1500 m² aknakasvezető-gerenda legyártása - 5 db hazai tervezésű és kivitelezésű - egyszerű présszerkezettel, hideg-, illetve meleg ragasztással is megvalósítható.

A nagyfrekvenciás ragasztóberendezés belföldi szükséglet feletti kapacitását ragasztott talpfa, vagy ragasztott építőgerendák stb. gyártásával lehet lekötöni.

A mechanikai megmunkálásra beállított gépsor ugyancsak kb. 2500 m³ aknakasvezető-gerenda legyártására alkalmas, ezért hidegragasztási technológiák esetén a megmunkáló gépsor jó kihasználásáról mellékprofil beállításával (pl. épületasztalosipari féltermékek stb.) kell gondoskodni.

A 3 technológiai variáns esetén (azonos gyártmányra) az üzem becsült megvalósítási költségei, a kasvezetőgerenda önköltsége az alábbiak szerint alakulna:

	1000 m ³ /év hideg elj.	1500 m ³ /év meleg-hideg eljárás	2500 m ³ /év nf. rag. eljárás
Megvalósítási ktsg. (ezer Ft)	5 100	5 200	6 500
Kasvezető gerenda önköltsége (Ft/m ³)	4 100	3 800	3 600

A jelzett megvalósítási költségek bármely eljárás esetén bővülnek, az épületgépészet, kazánház létesítés, TMK műhely, szociális létesítmények és egyéb kommunális beruházások összegével, amelyek becslésünk szerint kb. 3-3500 mFt-ot tesznek ki. A megvalósítási költségek határai természetesen jelentősen ingadozhatnak a telepítés konkrét helyétől és annak adottságaitól függően.

A ragasztás - préselés technológiáját tehát főként gazdasági megfontolások befolyásolják.

5. Gondoskodni kell a rétegelt gerendák kopásállóságának ellenállóképességének (pl. gombaállóság) fokozását célzó egyszerű eljárás kidolgozásáról, amennyiben ezt a felhasználás (bányászat) szempontjai szükségessé, illetve lehetővé teszik.

IRODALOM

1. Badura S.: Ragasztott tölgy-fenyő aknakasvezetőgerendák használhatóságának kutatása. Przemysl Drzewny, 1958. 12.sz.
2. Hafner Th.: A dielektromos melegítés általános ragasztási problémája. Holztechnik. 1962. 6.sz.
3. Hans Heinrich Spörl és Gerhard B.: Tetszés szerinti hosszúságú rétegelt szerkezeti faanyag előállításának automatizálása nagyfrekvenciás energia alkalmazásával. Holztechnologie. 1962. 3.sz.
4. dr. Kolosváry Gábor: A nagyfrekvenciás, műgyantás faragasztás és az első hazai tapasztalatok. Faipari kutatások. 1958. 2.sz.
5. dr. Kolosváry Gábor: Hajlított, rétegelt butoralkatelemek előállítása, nagyfrekvenciás, dielektromos melegítéssel. Faipari kutatások, 1963. 1.sz.
6. Sterr R.: A rétegelt gerendák tartósságának kutatása. Holz als Roh und Werkstoff. 1963. 2.sz.
7. V. P. Pavlov: Rövid faanyagok hosszirányu egybekötése, fogalaku csappal. (Fordítás) Faipar. 1955. 4.sz.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТОВОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО
БРУСА КЛЕЕННОЙ ШАХТИЧНОЙ КЛЕТЫ

д-р Петры Ласло

В к угольной промышленности в качестве направляющего бруса шахтичной клетки движущейся в вертикальной шахте от старых времен пользуются четырехгранными плотными брусами из следующих пород: дуб, лиственница, сосна. Эти брусy в некоторых шахтах находятся в очень неблагоприятных условиях /температура, содержание пара/ и поэтому деформируются. Появляющиеся деформации оказывают неблагоприятное влияние на движение шахтичной клетки, поэтому брусy должны быть часто выменены, что имеет в результате потерю времени в производстве.

Зарубежом на многих местах применяют больше- пластовые клеенные брусy, выгодой которых являются то, что они менее склонные к деформации и имеют в результате некоторую экономию в древесине. Отчет в рамках исследований определил древесные породы применяемые в отечественном производстве сросос их структурного сложения а также самое подходящее для клейки брусosv клеющее вещество /искусственная смола: резорцин/Отчет указывает на важность точной механической обработки, которая является предпосылкой прочности клеющих слоев.

На производство пластовых шахтичных нитей разработкны два технологии, при тождественных методов механической обработки:

- производство пластовых брусosv высокочастотной клейкой,
- лдейка пластовых брусosv теплым или холодным приемом.

По технически-экономических исчислетиам проведенным при осуществлении предусмотренных технологий высокочастотной клейки, вкладия производства мощности менее 2500 м3/год нецелесообразно в то время как при теплой /30-90 C°/ или холодной /20-30 C°/ клейки при существенно низшем капиталовложении создание производства мощности 1000-1500 м3/год тоже экономично. В этом случае нужно заботиться о нагрузке оборудований механической

обработки и на другие цели /производство полутворов строительно-столярной промышленности/.

При высокочастотной клетки - если потребить в направляющих брусах шахтной клетки больше 2500 м³/год - избыточная мощность завода можно использовать для производства клееных шпал и клееных строительных брусков.

THE ELABORATION OF THE PRODUCTION TECHNIQUE
OF THE LAMINATED CAGE GUIDE BARS

Dr. László Petri
research worker

Quarter timber - produced from oak, larch, pine - is used for a long time past, in the coal mining for cage guide bar. These run, in certain shafts, among very unfavourable circumstances and for this reason they become deformed.

The deformations practise disadvantageous influence on the travel of the cage, because of this the bars must be changed frequently.

It has been used abroad laminated cage guide bar. These have the following advantages: they are less susceptible to the deformation and their produce results saving in wood raw material.

The paper expounds the employable kinds of timber for home production of the laminated cage guide bar, the structural assembly and the most suitable binding material for the manufacturing.

It has been developed two technologies for the production of the laminated cage guide bar

- laminated bar production with high frequency gluing,
- with hot (30-90 C), respectively cold (20-30 C) gluing.

DIE AUSARBEITUNG DER ERZEUGUNGSTECHNOLOGIE DES SPERRHOLZLEITBALKENS DES FAHRKORBES

Dr. László Petri
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Im Kohlenbergbau braucht man schon lange Wellholz von quadratförmigem Querschnitt zur Verfertigung des in den vertikalen Schachten fahrenden Fahrkorbbalkens. Dieser Leitbalken werden meist Eiche, Lärche und Kiefer Holzarten hergestellt. Die Balken funktionieren in den einzelnen Schachten unter sehr ungünstigen Verhältnissen (Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt), deshalb deformieren sie sich. Die entstandenen Deformationen beeinflussen nachteilig die Bewegung des Korbes, deshalb ist notwendig die Balken oft auszutauschen, das im Betrieb grosse Zeitausfälle verursacht.

Im Ausland braucht man an vielen Orten aus mehreren Schichten geklebten korbleitenden Balken, dessen Vorteil ist, dass er zur Deformation weniger geneigt ist, und seine Herstellung hat eine verhältnismässige Holzstoffersparung zur Folge.

Der Bericht hat in einem Versuchsrahmen die zur heimatlichen Herstellung verwendenden Holzarten und deren strukturelle Zusammenbauweise, sowie den Klebstoff (Resorzin Kunstharz), der sich zur Herstellung des Sperrholzbalkens am geeignetsten zeigt. Der Bericht weist auf die Wichtigkeit der präzisen Bearbeitung hin, die die Vorbedingung der Dauerhaftigkeit der Klebschichten ist.

Zur Herstellung der korbleitenden Sperrholzbalken wurden zwei Technologien, neben gleicher mechanischer Bearbeitungsweise, ausgearbeitet:

- Herstellung des Sperrholzbalkens mit Hochfrequenzklebung,
- Klebung des Sperrholzbalkens mit warmem bzw. kaltem Verfahren.

Nach den technisch - wirtschaftlichen Berechnungen in Verbindung mit der Verwirklichung der entworfenen Technologien ist die Herstellung eines Betriebes mit Hochfrequenz - Klebungsverfahren von kleinerer Kapazität als $2500 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ unzweckmässig, während die Errichtung eines Betriebes von $1000\text{-}1500 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ Kapazität mit warmem ($30\text{-}90^\circ\text{C}$) bzw. kaltem ($20\text{-}30^\circ\text{C}$) Klebungsverfahren auch mit der Verwendung eines wesentlich kleineren Investitionsmittels wirtschaftlich ist. Im letzteren Fall muss man für die Bindung der mechanischen Bearbeitungseinrichtungen (Ablängungsmaschinenstrasse usw.) zu anderen Aufgaben (z. B. Herstellung der Halbprodukte von Bautischlerei) sorgen.

Im Falle einer Hochfrequenz-Klebung, wenn das jährliche Bedürfnis in korbleitenden Balken kleiner als 2500 m^3 ist, kann man die überflüssige Kapazität des Betriebes auch mit der Herstellung geklebter Schwellen und geklebter bauindustrieller Balken.

GYÁRTMÁNYÖNKÖLTSÉG SZÁMITÁS MŰSZAKI ALAPJAI A FŰRÉSZ- ÉS LEMEZIPARBAN

Dr. Szabó Károly
tud. oszt. vez.

Dr. Tusa Gábor
tud. munkatárs

Dr. Lackó István
tud. munkatárs

A GYÁRTMÁNYÖNKÖLTSÉG SZÁMITÁS SZEREPE A SZOCIALISTA TERVGAZDÁLKODÁSBAN

A szocialista népgazdaságban, ahol megmarad és tovább fejlődik a kapitalizmusban már létrejött társadalmi termelés, de a gazdasági élet spontán fejlődése helyett annak tervszerű, tudatos szabályozása válik uralkodóvá, a társadalmi munkának - mindenekelőtt az anyagi termelőmunkának - a számbavétele, szabályozása és elosztása rendkívüli fontosságra emelkedik, függetlenül attól, hogy fennmarad-e a szocializmus viszonyai között az ártermelés vagy sem. Függetlenül tehát attól, hogy ez a számbavétel és elosztás közvetlen formában - munkaidőben - vagy közvetett, dologi formában - értékformában - történik. Sőt annál nélkülözhetlenebbé válik, minél inkább megszűnik a termelés utólagos, a kereslet-kinálat, valamint az árak kölcsönhatásának piaci mechanizmusán keresztül történő spontán szabályozása az értéktörvény, illetőleg ennek módosult formája, a termelési ár törvénye által.

A számbavétel és elosztás ugyanis a szocializmus gazdasági viszonyainak lényegéből következik, mert:

a) A termelőeszközök társadalmi tulajdonán alapuló szocialista gazdaságban a tervszerű, arányos fejlődés törvénye szabályozza a termelést. A társadalom - annak központi szerve, a szocialista állam számára - nemcsak lehetséges, de szükségyszerű is, hogy előre elkészített tervek alapján, tudatosan és állandóan biztosítsa a népgazdaság egészében az arányosságot. Az arányosság biztosításának alapja: a társadalmi összmunkának (holt és eleven munkának), tehát a rendelkezésre álló munkaerőnek és termelőeszköznek, az objektív gazdasági törvények követelményei szerinti elosztása és újraelosztása. Ez nem történhet meg a társadalmi összmunka, valamint az egyes termékfajták előállításához társadalmilag szükséges munka számbavétele nélkül. E nélkül lehetetlen lenne a társadalmi össztermék volumenének és összetételének megtervezése, a nemzeti jövedelem meghatározása és felosztása (felhalmozási és fogyasztási alapra), a bővített újratermelés és az életszínvonal emelésének tervszerű megvalósítása.

b) A társadalmi munka termelékenységének állandó és tervszerű gyorsütemű növekedése törvényszerű a szocializmusban.

Világos, hogy a termékek előállításához társadalmilag szükséges munkaidőnek (holt és eleven munkának) elsősorban közvetlen - amennyiben pedig ez nem lehetséges, úgy közvetett formában való - ismerete és számbavétele nélkül a termelékenység emelését reálisan megtervezni nem lehet, s ennek hiányában nem lehetne megvalósítani az ésszerűen maximális takarékoságot sem a munkában.

c) A munka szerinti elosztás feltételezi egyrészt annak a társadalmi munkának a nyilvántartását, melyet a dolgozók bizonyos formában adnak, másrészt azért, amit más formában kapnak a társadalomtól.

d) A szocializmusban - mint ismeretes - még nem szűnik meg teljesen az ártermelés, ennek megfelelően az áruviszonyoknak, illetőleg az áruviszonyok különböző oldalait kifejező egyes kategóriáknak (érték, ár) mind a tervezésben, mind pedig a gazdasági folyamatok tényleges alakulásában jelentős szerepük van. A szocialista állam tudatosan használja fel ezeket a népgazdaság tervszerű szabályozása során. Az érték a szocializmusban is árformában jelenik meg és az árak egyrészt a gazdasági kalkuláció eszközeül szolgálnak - ezért kell tükrözniük a különböző termékek létrehozásához társadalmilag szükséges munkaráfordításokat - másrészt a nemzeti jövedelem tervszerű elosztásának az eszközei és ezért - esetenként - tervszerű árpolitikával kell őket az értékarányoktól eltéríteni. Ez az árpolitika azonban csak akkor lehet tervszerű, ha az állam tudatosan juttatja érvényre az árak - fent említett - mindkét funkcióját, ennek pedig az elengedhetetlen előfeltétele, hogy a társadalmilag szükséges munkaráfordításokat ismerje, mert csak ennek ismeretében állapíthatók meg olyan árak, amelyek a ráfordításokat tükrözik, illetőleg csak akkor beszélhetünk az árarányoknak az értékarányoktól való tudatos eltérítéséről, ha ismertek maguk az értékarányok.

Itt kell megjegyeznünk, hogy a társadalmi ráfordítások ismeretének fontossága független attól, hogy milyen - önköltségi, érték vagy termelési ár - típusu árrendszer alkalmazásáról van szó, sőt fontossága nem csökkenne akkor sem, ha - a sok évre előre hozott gazdasági döntések reális gazdaságossági számításai érdekében - valamilyen "eszmei" árrendszer kialakítására és alkalmazására kerülne sor.

Folytatni lehetne az okok felsorolását, amelyek a társadalmi munka (holt és eleven munka), a ráfordítások számbavételét és nyilvántartását a tervgazdálkodásban nélkülözhetetlenné teszik. Véleményünk szerint azonban már a fentiek alapján is leszögezhető, hogy ez a gazdasági folyamatok tudatos és tervszerű irányításának conditio sine qua non-ja.

A társadalmi ráfordítások mértéke, a különböző termékek előállításához társadalmilag szükséges munkamennyiség konkrét és egyben absztrakt kategória. Minden időpontban konkrét jelentősége van - a termékek ugyanis mint meghatározott mennyiségű társadalmi munka megtestesítői bírnak gazdasági jelentőséggel -, ugyanakkor azonban sohasem létezik közvetlenül, hanem csak mint a különböző vállalatok - e termékek előállításával kapcsolatos - egyéni ráfordításainak elvont átlaga. Ez pedig azt jelenti, hogy az egyes vállalatok - elsősorban a technikai színvonalbeli különbségeik miatt - egymástól eltérő ráfordításainak, az egyéni értéknek, a termék előállítására fordított egyéni munkamennyiségnek ismerete nélkül nem állapítható meg a termék előállításához társadalmilag átlagosan szükséges ráfordítás sem. Ennek szükségszerű következménye az lenne, hogy - mivel ismeretlen maradna a ténylegesen lekötött társadalmi összmunkahányad - a társadalmi összmunka tervszerű és arányos elosztása, tehát a népgazdaság tudatos irányítása sem volna megvalósítható. A különböző vállalatok egyéni ráfordításainak

ismerete, legszigorubb számbavétele tehát azért nélkülözhetetlen, mert a társadalmi ráfordítások megállapítása kizárólag éppen ezek alapján lehetséges.

A társadalmi munkaráfördítások természetes egységekben történő számbavételének nehézségei közismertek s ez a helyzet még vállalati szinten is. Elsősorban a termelőeszközökben megtestesült munkát nehéz közvetlenül munkaórában kifejezni. Ezért elkerülhetetlen az érték kategóriák - így az önköltség kategória - felhasználása.

A FÜRÉSZ- ÉS LEMEZIPAR JELENLEGI KALKULÁCIÓS MÓDSZERE MIÉRT NEM ALKALMAS AZ ÖNKÖLTSEG MÉRÉSÉRE

Az 1959. évben megjelent pénzügyminiszteri utasítás (205/1959. az iparvállalatok utókalkulációs kötelezettségéről és az utókalkuláció irányelveiről) már figyelembe veszi a magyar ipar gyártási rendszerében időközben végbement változást és lehetővé teszi - a fejlettebb gyártási rendszer igényeinek - megfelelőbb kalkulációs módok alkalmazását. Ezen túlmenően szakmai utókalkulációs irányelvek kidolgozását is elrendeli a nyilvánvaló céllal, hogy az iparágak sajátos termelési, termelés-szervezési és gazdasági célkitűzéseit - az önköltség kimunkálásánál - figyelembe lehessen venni.

A fűrész- és lemeziparban még mindig érvényben levő, korábbi - 1/1955. O.T. - rendelet alapján álló utókalkulációs módszer ma már .

a) nem alkalmas a gyártmányok önköltségének mérésére, a termelői árak és az önköltség közötti összefüggés ellenőrzésére,

b) nem szolgáltat megnyugtató alapot árvetés készítéséhez,

c) nem segíti elő egy - népgazdasági szinten mért - gazdaságos termékösszetétel kialakításán keresztül az önköltségcsökkentés, a jövedelmezőség tartalékainak feltárását sem.

A hivatkozott pénzügyminiszteri utasítás különleges súlyt helyez az utókalkuláció műszaki megalapozására azzal, hogy felelőssé teszi:

a) a vállalat igazgatóját a műszaki és számviteli szervek utókalkulációs munkájának szoros összehangolásáért és az utókalkulációs munkálatok elvégzésére alkalmas műszaki és számviteli dolgozók kijelöléséért,

b) a vállalat főmérnökét a technológiai előírások elkészítéséért és a gyártáselőkészítés olyan megszervezéséért, mely az utalványozásokhoz helyes műszaki alapot szolgáltat,

c) az üzemszékek műszaki vezetőjét az utókalkuláció részére adott műszaki adatok hiánytalanságáért és helyességéért.

E rendelkezések nyilvánvalóan azon a felismerésen alapulnak, hogy az utókalkuláció tartalmi helyessége alapvetően a felhasznált adatok műszaki megalapozottságától függ.

Az utókalkuláció műszaki megalapozása fontosságának kihangsúlyozása egyúttal döntő módon segíti elő annak az alapelvnek az érvényesülési lehetőségét, hogy a termelési költségek minél nagyobb hányada kerüljön - ha erre nincs mód, műszaki értékelés alapján - elszámolásra, illetőleg azt, hogy a közvetett költségek és vetítési alapjuk közötti kapcsolat műszakilag megalapozott legyen és így az utókalkuláció pontosabban tükrözze a tényleges önköltséget.

Véleményünk szerint az alább részletezett vonatkozásokban indokolt és szükséges az eddigi gyakorlat felülvizsgálata és korrigálása.

1. A fűrész-, a lemez- és a furnértermékek önköltségének 50-70%-a a gömbfaalapanyag költség. Ez a jelentős részesedési arány indokolja a gyártmányokra elszámolt rönkanyag differenciálását, nemcsak a technológiai felhasználás szerint, hanem a minőségi osztályok figyelembevételével is.

A jelenleg alkalmazott költségfelosztási gyakorlat - bár a szakmai utasítás lehetővé teszi - nem differenciál a technológiai felhasználás szerint, de az egyes gyártmányokra felhasznált gömbfa szükségszerű minőségére sincs tekintettel. Teljesen sematikus, csak mennyiségi vonatkozásokban reális.

a) Technológiai felhasználás tekintetében a probléma a következő: jól tudott, hogy nemcsak "hámozási és késelési" rönk kerül hámozásra és késelésre, hanem "fűrészipari" rönk is. Ha elfogadjuk azt a feltevést, hogy a hámozással, illetőleg a késelés útján feldolgozott gömbfa minősége között nincs lényeges minőségi különbség (az L_1 és L_2 közötti arány a hámozásnál és a késelésnél azonos!), és így nem követünk el számottevő hibát egységes "hámozási és késelési" rönk elszámolóár használatával, nem fogadhatjuk el azt a gyakorlatot, amely nem tesz különbséget a felhámozott-felkészelt, illetőleg a felfűrészelt "fűrészrönk" minősége között. A hámozással és késeléssel ugyanis túlnyomó többségben első és másodosztályú, míg a fűrészáru-féleségek gyártásánál túlnyomóan második és harmadik osztályú "fűrészrönk" kerül felhasználásra. A gyakorlat pedig - az érvényben levő rendelkezések alapján, mint előbb már jeleztük - a technológiai feldolgozásra való tekintet nélkül egységes "fűrészrönk" elszámolóárat használ. Ennek következtében a fűrésztermékekre a tényleges felhasználásnál jelentősebben jobb minőségű, a lemez és furnér termékekre pedig a tényleges felhasználásnál jelentősen rosszabb minőségű gömbfa igénybevételét mutatjuk ki, ennek megfelelően a ténylegesnél magasabb, illetőleg annál alacsonyabb gömbfaköltség kerül a termékek önköltségébe.

b) A rönkanyag elszámolásánál a fentiekben tulmehően le kell szögeznünk azt, hogy az egyes fűrész- és lemeztermékek előállítására sem igényel azonos minőségű gömbfát. A jelenleg alkalmazott költségfelosztási gyakorlat alapján azonban a választékok önköltségét - a minőség figyelmen kívül hagyásával - nem a ténylegesen felhasznált gömbfa értékével terheljük meg, hanem csoportos elszámolóárakkal. Ez nyilvánvalóan tovább súlyosbitja az a) pontban részletezett hiányosságokat, tovább torzul az egyes választékok önköltsége, mivel a szabványok követelményeinek figyelembevételével gyengébb minő-

ségű gömbfaigényű, ill. alacsonyabb minőségű gömbfából előállítható és előállított választékok önköltségébe magasabb faalapanyag kerül és fordítva. Ez az elszámolási gyakorlat - az alapanyag árának súlya miatt - alapjaiban teszi bizonytalanná az önköltségszámítást.

2. A hulladék - a gyakorlat szerint - a felhasznált alapanyag értékének arányában kerül levonásra. Ez ismét torzulást jelent, mert nem veszi figyelembe, hogy a hulladék értéke a kemény és a lágylombos csoporton belül a fafajtól független. Így a magasabb egységáru anyagból aránylagosan több hulladékérték kerül levonásra.

3. Az anyagköltségek felvitelében az 1. és 2. pont alatt részletezett aránytalanságokat tovább növeli az, hogy az anyagigazgatási költséget nem az egyes gyártmányok előállításához szükséges anyagmozgatás munkaidő-szüksége arányában osztjuk fel, hanem az alapanyag értékének arányában, jóllehet az anyagigazgatás költsége nem az anyag értékének arányában, hanem az anyagmozgatás mennyiségének arányában változik.

4. Üzemi általános költségként számoljuk el azokat a költségeket is, amelyeket műszaki normák vagy műszaki értéktételek alapján legalább olyan biztonsággal lehet a költségviselőkre elszámolni, mint az ugynevezett közvetlen bért, ami legalább úgy nem közvetlen, mint más üzemi költség. Elsősorban gondolunk itt az energia költségekre, amelyek jelentős részét képezik az üzemi általános költségeknek és amelyek - nem a vetítési alapul szolgáló munkabérrel változnak egyenes arányban, hanem - a munkafolyamatok gépesítésével és automatizálásával - az élőmunka csökkenése mellett törvényszerűen emelkednek.

5. Teljesen indokolatlan az eszközkötési járulékkal növelt értékcsökkenési leírás felosztása vállalati általános költségként a gyártási önköltség arányában, mert ez nem a gyártási önköltséggel, hanem a gépesítés, automatizálás fokozásával arányosan változik. De indokolatlan az értékcsökkenési leírás felosztása vállalati általános költségként azért is, mert - az általános igazgatási állóeszközökért fizetendő értékcsökkenés kivételével - ez a költség az üzemszervezésre, sőt - mint lentebb kimutatjuk - a termékekre is műszaki normák alapján megnyugtató módon elszámolható.

6. A közvetlen bér arányában felosztott üzemi általános költségek jelentős részét teszik ki a karbantartási költségek. Ezek a költségek a közvetlen bérrel fordítottan, s a gépesítés fokával egyenesen arányosak.

7. Egészen érthetetlen, miért osztja szét a jelenlegi kalkulációs módszer az értékesítési költségeket is a gyártási önköltség arányában. Érthetetlen elsősorban azért, mert az értékesítési költségek döntő részét kitevő fuvardíj fedezet és nagykereskedelmi haszon - egységnyi terméket terhelő összege - termékenként rendeltileg meghatározott és ennek következtében a fűrész- és lemezipari termékeknél egyetlen költségtényező, melynek közvetlen elszámolásához semmiféle vetítési alpra szükség nincs.

A HELYES ÖNKÖLTSÉGSZÁMITÁS KRITÉRIUMA A FÜRÉS- ÉS LEMEZIPARI TERMÉKEKNÉL

Mielőtt a kérdést kifejtjük, rá kell mutatnunk arra, hogy a fűrész- és lemeziparban kombinált termelés folyik, s ennek következtében a fuvardíj-fedezet és a nagykereskedelmi haszon kivételével nincs olyan költség, melyet közvetlenül, minden kétséget kizárólag tudnánk a gyártmányra elszámolni. Ezért műszaki értékítéletre vagyunk utalva. Fontos tehát olyan műszaki normák kidolgozása, melyek alapján a gyártmányönköltség tervezése, illetve a tényleges gyártmányönköltség elszámolása megnyugtató módon folyhat.

1. Ebből az elvből kiindulva nézetünk szerint az egyes fűrész- és lemezipari termékekre elszámolt rönkfelhasználást el kell határolni:

a) a technológiai felhasználás szerint a tureszelt, hámozott és késelt termékek vonatkozásában. Ennek megfelelően egységes "hámozási és késelési" rönk elszámolóárat használjunk (mert a hámozott, ill. késelt L_1 és L_2 arány indokoltan nem tekinthető eltérőnek), ezzel szemben mind a fűrész-, mind a lemez és furnér termékekre felhasznált "fűrészrönk"-re külön elszámolóárat (mert a két csoportban más az F_1 , F_2 , F_3 aránya).

b) Az ipari gyakorlatot - a gömbfa felhasználás minősége vonatkozásában - helyesen rögzítsük a kalkulációban. Nevezetesen: fűrésztermékek-nél az adott mennyiségű és fafajú rönkből - helyes technológiai gyakorlat mellett - először a speciális termékeket: dongát, talpfát, seprüléct gyártják le. A megmaradt gömbfából kerül ki a fűrészáru, mint főtermék, a parkettaléc és a bányadeszka, mint melléktermék. A legszűkebb kört a donga alkotja, ahol minőségi kategóriát sem különböztetünk meg. Gyártásához a leghomogénebb rönkre van szükség, általában I. osztályúra. Ugyanez mondható el fordított előjellel a bányaszéldeszkára, amely vagy melléktermékként jelentkezik, vagy pedig a legalacsonyabbrendű fűrészrönkből kerül előállításra. A váltótalpfához válogatott rönk szükséges, a normál talpfánál mérsékeltebb az igény (pl. az egészséges göcsök megengedettek). A parkettaléct rövid szelvényagból, vagy a fűrészáru manipulálása után nyert rövidáruból termeljük.

Mindezekből következően helyesen akkor járunk el, ha először meghatározzuk a donga, váltótalpfá, normáltalpfá, parkettaléc, bányadeszka, seprüléc stb. gyártásához szükséges gömbfa minőségi kategóriáit, ennek megfelelő elszámolóárat. Ezeket változatlanak, állandónak tekintjük és a megmaradt rönk - a maga átlagminőségével - jut a szelvényárura, melynek minősége így szükségszerűen fogja tükrözni a felhasznált gömbfa minőségét.

Az egyes választékokra a gömbfát mennyiségileg műszaki normák alapján vesszük fel és az alábbi táblázatban rögzített arányok figyelembevételével számítjuk ki a rönkminőséget tükröző elszámolóárat.

Fűrészttermékek gömbfa igénye (néhány fafajnál)

Választék megnevezése	Választék előállításához szükséges gömbfa					
	minőségi osztálya	százalékos megoszlása minőségi osztályonként				
		tölgy	bükk	cser	akác	egyéb
Dongához	I.o.	80	20	80	-	-
	II.o.	20	80	20	100	-
Váltótalpfához	I.o.	20	30	-	30	-
	II.o.	80	70	-	70	-
Normáltalpfához	II.o.	40	50	50	50	-
	III.o.	60	50	50	50	-
Parkettaléc	II.o.	20	20	20	20	20
	III.o.	80	80	80	80	80
Bányaszéldeszka	III.o.	100	100	100	100	100
Seprüléc	I.o.	-	70	-	-	-
	II.o.	-	30	-	-	-

A szelvényárura felhasznált rönk tényleges elszámolóára pedig fafajonként:

$$X = \frac{A - a - b - c - d - e - f}{B}$$

ahol:

A = a feldolgozott összes rönk értéke

a = a donga

b = a váltótalpf

c = a normáltalpf

d = a parkettaléc

e = seprüléc

f = a bányaszéldeszka termeléshez felhasznált rönk' értéke

B = a termelt összes szelvényáru.

Ha az így nyert elszámolóárral terheljük a szelvényáru csoportját (pl. tölgyfűrészárut), hiven tükrözzük vissza a tényleges alapanyagfelhasználást a csoport egészére vonatkoztatva.

A csoporton belül azonban még ez a differenciálás sem elégséges annak meghatározására, hogy az egyes méreti (főleg vastagsági) és minőségi kategóriák termelésénél milyen értékű faanyagot használtunk fel.

A megoldás csak az lehet, ha differenciált kihozatali normákat használunk, mivel a kihozatal a rönkkörszelvény és a gyártott fűrészáru bűtűretületének arányától függ.

A fűrészáru vastagsága és a kihozatal között az alábbi összefüggésekre kell hogy felhívjuk a figyelmet. Ha a 30 mm vastagságú szelvényáru kihasználását 100%-osnak vesszük, a 25, 19 és 13 mm-es szelvényárunál az alábbi viszonyszámok alapján csökken a kihasználás:

Vastagság	Kihozatal
30 mm	100%
25 mm	98%
19 mm	94%
13 mm	90%

Ezzel azonban nem azt akarjuk mondani, hogy a vállalati elő- és utókalkulációnál ilyen differenciált költségsszámítást vezessünk be. Erre szükség nincs. Ellenben a termelői árak meghatározásánál elengedhetetlenül szükséges, mert ellenkező esetben a szükséglet szerinti termelés nem biztosítható. A vállalati és népgazdasági érdek nem lesz összhangban.

A lemezféleségeknél a különböző gyártási eljárással összeállított lemezek alkatrészeinek gömbfaigényét - mennyiségi vonatkozásban - a továbbiakban is csak száraz, illetőleg nedves furnér részletezéssel differenciáljuk. Tehát fafajonként meghatározott műszaki normatívák alapján állapítjuk meg a száraz, ill. nedves furnérok előállításához szükséges gömbfát, és az alábbi táblázatban rögzített arányok adják a rönkminőséget tükröző elszámolóárát.

2. táblázat

Lemezalkatrészek gömbfa igénye

Alkatrész megnevezése	A lemez alkatrész előállításához szükséges gömbfa %-os megoszlása, minőségi osztályonként				
	L ₁	L ₂	F ₁	F ₂	F ₃
E ₁ -E ₂ takaróhoz	70	30	-	-	-
I ₁ -I ₂ takaróhoz	3	85	12	-	-
Hátlaphoz	-	70	30	-	-
Száraz belsőhoz	-	60	20	20	-
Nedves takaróhoz	-	70	30	-	-

Az egyes lemezalkatrészekhez felhasznált rönkmennyiség - minőségi elszámolóáron számított - értékét levonva az összes felhasznált gömbfa értékéből nyerjük a nedves belső furnérra terhelendő alapanyag költségét.

Az eddig előadottak alapján most már nem lesz érdektelen, ha egymás mellé állítjuk a költségkalkuláció alapanyagsorát átlagos elszámoló áron - a jelenleg érvényben levő kalkulációs módszer szerint - és minőségi elszámolóáron, javaslatunknak megfelelően.

3. táblázat

Fűrésztermék egységre eső gömbfa alapanyag Ft/m³

Választék megnevezése	Átlagos elszámoló áron		Minőségi elszámoló áron	
	Ft	%	Ft	%
Tölgy-fűrészáru	1380	100	1379	100
Tölgydonga	2300	167	2900	210
Tölgytalpfa	1288	93	1232	89
Tölgyparkettaléc	2024	147	1848	134
bányadeszka (1000 fm)	3680	266	3200	232

A táblázat adatai azt mutatják, hogy a szelvényárunál ugyan nincs különbség, de annál jelentősebb a dongánál és a bányadeszknál. Az 1959. évi árrendezés arányai - melyek a munka minőségének emelésére és az anyagkihasználás fokozására irányultak - a minőségi elszámolóáron felvitt alapanyag arányokkal konformok, tehát helyesek.

4. táblázat

A lemeztermék egységre eső gömbfa alapanyaga Ft/m³

Választék megnevezése	Átlagos elszámoló áron		Minőségi elszámoló áron	
	Ft	%	Ft	%
Tiszta száraz lemez	2185	100	2382	100
Kombinált lemez	1844	84	1704	72

A 4. táblázatnál azonban kézzelfoghatóbban szemléltet az 5. táblázat.

Lemezalkatrész egységre eső gömbfa alapanyag Ft/m³

Választék megnevezése	Átlagos elszámoló áron		Minőségi elszámoló áron	
	Ft	%	Ft	%
E ₁ -E ₂ takaróhoz	2184	100	2882	126
I ₁ -I ₂ takaróhoz	2184	100	2387	104
Hátsólap	2184	100	2288	100
Száraz belső	2184	100	2178	95
Nedves takaró	1837	84	1924	84
Nedves belső	1837	84	1306	57

A lemezalkatrészek 1959. évi ármegállapítása az "E" és "I" lemezek közötti szükséges arányt figyelembe vevő, valamint a külföldi árarányokat kielégítő egyenérték számítás alapján történt. Minthogy az enyvezett lemez önköltségében is a gömbfa alapanyag képviseli a döntő hányadot, a táblázat adatai élesen kihangsúlyozzák a jelenlegi módszer felülvizsgálatának szükségességét. Felülbírálatra szorulnak nemcsak a száraz és nedves furnérok kihozatali mutatói, de elsősorban az a felfogás sem tartható, amely szerint a különböző minőségű furnérlapok gömbfa alapanyagát azonos elszámolóárral kell számítani.

2. A fűrész-, lemez-, furnéripárban a hulladék a feldolgozott fatömegnek csaknem 40%-át teszi ki, és így lényegesen befolyásolhatja a gyártmányönköltség alakulását, ezért annak helyes kiszámítására különös gondot kell fordítani. Az érvényben levő szakmai utasítás messzemenően módot nyújt erre.

A kalkulációs gyakorlat azonban nem végzi el tételesen, fafajonként, termékenként a hulladékszámítás előírt műveleteit, hanem csak a fűrészüzemi - hámozási - késelési termékek összesen jére s az így nyert hulladékértéket azután a közvetlen anyagfelhasználás értékének arányában vonja le.

Nem veszi figyelembe - fafajonként, termékenként - a tényleges kihozatalt és nem jut kifejezésre az a körülmény, hogy a hulladék egységára - a válogatott szélhulladék kivételével - független a fafajtól (csak a fanemtől függ!). Ennek következtében a magasabb egységáru fafaj termékeiből aránylagosan több kerül hulladékként levonásra, az alacsonyabb egységáruéból pedig kevesebb.

A termelt hulladék gyártmányonkénti mennyiségét úgy állapítjuk meg, hogy a szabványban megállapított túlmérettel növelt termékmennyiséget le-

vonjuk a ráfordított rönk mennyiségéből s a fafajra légszáraz állapot mellett jellemző fajsúllyal megszorozzuk.

Az értéket hulladékfajtánként állapítjuk meg, különbséget téve hasznos (rönkvég, hengermaradvány, késelések stb.) és nem hasznos (darabos, fűrészpor, furnérhulladék stb.) lágy és lombos hulladék között.

A termelt hasznos és tüzelési célokat szolgáló hulladékot azokból a termékcsoportokból vonjuk le, amelyekkel az önköltség összefügg, s a tényleges áraikon, mert különben a hasznos hulladék áron való továbbfeldolgozás értékére a hulladék készlet számla nem nyújt fedezetet. A hulladék számbavételére egy adott eset alapján szolgáljon a következő számítás:

6. táblázat

Cikk	Mennyiség m ³	Tulméréttel m ³	Felhasznált rönk m ³	Hulladék m ³	
a) Bükk fűrészáru	10464	11300	14648	3348	
b) Bükk parkettaléc	600	648	1200	552	
c) Bükk barel	400	432	880	448	
d) Kombinált lemez	3500	-	6500	3000	
e) Dió furnér	1140	-	2470	1330	
	a	b	c	d	e
Hulladék (t)	2410	397	322	2160	904
Ebből:					
fűrészpor	810	134	109	-	-
darabos hull.	1600	263	213	-	-
rönkvég	-	-	-	86	-
hengermaradvány	-	-	-	259	-
normaveszteség	-	-	-	-	127
késelések	-	-	-	-	108
egyéb furnér hull.	-	-	-	1815	669

Az ismertetett helytelen gyakorlat és a műszaki számítás alapján levont hulladék közötti eltérést a 7. táblázat érzékelteti:

Választék megnevezése	Felhasznált gömbfa alapanyag értékének arányában	Műszaki számítás alapján
Tölgy fűrészáru	101	76
Tölgy donga	168	250
Tölgy talpfa	94	59
Tölgy parkettaléc	148	198
Tölgy bányadeszka (1000 fm)	269	112
Bükk tiszta száraz lemez	161	228
Bükk kombinált lemez	134	161

3. Az anyagigazgatás jelenlegi értelmezése és elszámolása nincs összhangban a faipar jellegével.

Az anyagigazgatási költségek közül az anyagtárolás, anyagmozgatás költsége semmiképpen nem az anyag értékének a függvénye, hanem az anyag mennyiségének, az anyag súlyának. Az anyagigazgatási költségek egy másik csoportja (anyagbeszerzés, az anyagigazgatás adminisztrációja) viszont semmiképpen nem függvénye - a költségalakulás szempontjából - az anyag értékének, sem az anyag súlyának, sokkal inkább az anyag mennyiségének.

Az anyagigazgatási költségek felosztásához vetítési alapként tehát - a fentiekből következően - természetes mutatót kell használni a jelenleg vetítési alapként alkalmazott anyagköltség helyett.

A fűrész-, lemez-, furnéripárban az anyagigazgatási költségek a gyártmányegységekhez szükséges rönkmozgatás mennyiségével arányosak. Minthogy pedig ezek a mennyiségek a technológiai műveleteket felsoroló gyártmánykartonokon szerepelnek, a vetítési arányok - műszaki megalapozottsággal - állapíthatók meg.

A felhasznált alapanyag értékének arányában felvitt, valamint a rönkmozgatási szükséglet mennyisége alapján felosztott, termékegységre jutó anyagigazgatási költségeket a 8. táblázat mutatja.

A magas elszámolóáru gömbfából készült tölgy és dió termékekre aránytalanul sok, az alacsony elszámolóáru gömbfából készült bükk termékekre aránytalanul kevés a jelenlegi módszer szerint - az alapanyag értékének arányában - felvitt anyagigazgatási költség. A korrigált vetítési alap figyelembevételével a terhelés a valóságos igénybevételt jobban megközelíti. Így nem részesedik, többek között, a lemezre felhasznált rönk tárolási költségeiből a fűrészáru-féleségekre felhasznált gömbfa. Ez a nem jelentéktelen tárolási költség a továbbiakban tehát nem emelné indokolatlanul a fűrészáru-féleségek önköltségét és egyúttal nem csökkentené - éppen ennyire indokolatlanul - a lemezét.

3. táblázat

Termékegységre jutó fajlagos anyagigazgatási költség Ft/m³

Választék megnevezése	anyagigazgatási költség	
	az alapanyag értéke arányában	a szükséges rönk- mozgatás mennyisége szerint
Tölgy fűrészáru	63	58
Tölgy bányadeszka	167	154
Bükk fűrészáru	42	54
Bükk bányadeszka	120	154
Dió 0,6 furnér	129	73

4. Az energiafelhasználás üzemi általános költségként történő elszámolását semmi nem indokolja. Így részesednek - a közvetlen munkabér arányában - a gőzenergia költségből azok a termékek is, melyeknek gyártásához gőzre egyáltalán nincs szükség (a nem gőzölt fűrészáruk) s szükségszerűen csökken a felvitel azokra a termékekre, amelyekre a gőz valóban felhasználásra kerül.

a) A gyártástechnológia előírja azokat a műveleti helyeket, ahol gőz-energia felhasználás szükséges. A gyártmányegység fajlagos szükségletét a gyártás során - az egyes műveleti helyeken elfogyasztott - gőzmennyiség összege adja.

9. táblázat

A termékegység fajlagos gőzszükséglete kg-ban

	Gőz- lőben	Szári- tóban	Hőprésben			Össz.
			magpré- selés	szári- tás	pré- selés	
Gőzölt fűrészáru	350	-	-	-	-	350
Gőzölt parkettaléc	350	-	-	-	-	350
Nedves lemez	360	-	-	320	570	1250
Kombinált lemez	400	440	140	320	180	1480
Tiszta sz. lemez	440	1100	-	-	180	1720

A fentiekhez hasonlóan valamennyi gőzenergiát igénybe vevő termékre ki kell dolgozni azokat a műszaki normákat, melyek alapján - a termelés mennyisége figyelembevételével - az üzemek gőzenergia költsége felosztható.

b) A villamosenergia-felhasználás annak a függvénye, hogy a termelő cikkék milyen gépeket, milyen gépóra mennyiségben vesznek igénybe.

Éppen úgy, mint a munkabér - szükséglet, a villamosenergia - szükséglet is kimunkálható. Legelőször az egyes termékek gépóra - szükségletét kell meghatározni.

10. táblázat

Választék megnevezése	Keretfűrész óra/m ³	Ingafűrész óra/m ³	Körfűrész óra/m ³
Lombos fűrészáru	0,459	0,068	
Ipari donga	0,656	0,652	1,767
Lédonga	0,792	0,410	2,800
Talpfa	0,751	-	-
Parkettaléc	0,777	0,882	5,740
Bányaszéldeszka	0,453	0,450	0,515

11. táblázat

A lemeztermékek fajlagos gépóra - szükséglete

Gép megnevezése	Tiszta száraz lemezhez ó/m ³	Kombinált lemezhez ó/m ³
Hámzógép	0,836	0,986
Vezérolló	0,838	1,038
Segédolló	0,580	0,717
Hengerszáritó	2,342	0,905
Élmaró	0,861	0,336
Élragasztó	2,841	1,428
Foltozó	0,711	0,558
Nedves prés	-	0,958
Száritóprés	-	0,523
Szárazprés	0,916	0,732
Szélező	0,446	0,446

Ezt követően rögzítendő az egyes gépek óránkénti energiafogyasztása. Kidolgozott példánkban a működő gépeket hajtó motorok löereje és óránkénti átlagfogyasztása a-12. táblázat szerint alakul.

A táblázatok segítségével a termékek fajlagos energiaszükséglete kW órában meghatározható, amit a 13/a., 13/b. táblázatban mutatunk be.

12. táblázat

Gép megnevezése	LE	KW	Effektív kihaszn. %	kW felh. óránként
1.	2.	3.	4.	5.
Keretfűrész	40	29,4	60	17,6
Ingafűrész	6	4,4	20	0,9
Körfűrész	8	5,9	70	4,0
Hámozógép	60	44,0	25	11,0
Vezéroló	5	3,7	30	1,1
Segédolló	5	3,7	10	0,4
Hengerszáritó	20	14,7	90	13,2
Élmaró	20	14,7	30	4,4
Élragasztó	10	7,3	95	6,9
Foltozó	6	4,4	20	0,9
Nedves prés	18	13,2	20	2,6
Száritó prés	22	16,2	30	4,9
Száráz prés	18	13,2	30	3,9
Széléző	24	17,7	25	4,4

13/a. táblázat

Fajlagos energiaszükséglet kW -óraban m³ -enként

Választék megnevezése	Keret- fűrész	Ingafűrész	Körfűrész	Összes
Lombos f. áru	0,459.17,6 = 8,0770	0,0676.0,9 = 0,0608	-	8,1378
Ipari donga	0,656.17,6 = 11,5456	0,6520.0,9 = 0,5868	1,767.4,0 = 7,0680	19,2004
Lédonga	0,792.17,6 = 13,9392	0,4100.0,9 = 0,3690	2,800.4,0 = 11,2000	25,5082
Talpfá	0,751.17,6	-	-	13,2176
Parkettaléc	0,777.17,6 = 13,6752	0,7720.0,9 = 0,7048	5,740.4,0 = 22,9600	37,3400
Bányaszéld.	0,453.17,6 = 7,9728	0,4500.0,9 = 0,3950	0,5150.4,0 = 2,0600	10,4278

Gép megnevezése	Tiszta száraz lemez	Kombinált lemez
Hámozógép	0, 836. 11, 0= 9, 196*	0, 986. 11, 0=10, 846
Vezéroló	0, 838. 1, 1= 0, 922	1, 038. 1, 1= 1, 142
Segédolló	0, 580. 0, 4= 0, 232	0, 717. 0, 4= 0, 287
Hengerszáritó	2, 342. 13, 2=30, 914	0, 905. 13, 2=11, 946
Élmaró	0, 861. 4, 4= 3, 788	0, 336. 4, 4= 1, 478
Élragasztó	2, 841. 6, 9=19, 603	1, 428. 6, 9= 9, 853
Foltozó	0, 711. 0, 9= 0, 640	0, 558. 0, 9= 0, 502
Nedves prés	-	0, 958. 2, 6= 2, 491
Száritó prés	-	0, 523. 4, 9= 2, 563
Száraz prés	0, 916. 3, 9= 3, 572	0, 732. 3, 9= 2, 855
Szélező	0, 446. 4, 4= 1, 962	0, 446. 4, 4= 1, 962
Összesen:	70, 829 kWó/m ³	45, 925 kWó/m ³

1 m³ 0,6 mm-es diófurnér hasítógép óraszüksége 9,870 óra. Egy gépóra energiafogyasztása 8,8 kW. 1 m³ 0,6-os diófurnér fajlagos energia-fogyasztása 86,856 kWó 1000 m²-re 52,1136 kWó.

Az üzemszerek tényleges villamosenergia-fogyasztása a termelés mennyisége és a termékegységek fajlagos energiaszüksége arányában így megnyugtató pontossággal felosztható.

5. A kötelező általános ipari számlakeret az értékcsökkenési leirással kapcsolatosan azt írja elő, hogy amennyiben ennek összege a termelési érték 1-1,5%-át meghaladja, úgy üzemszereként kell elszámolni.

A rendelkezéssel nincs összhangban az a gyakorlat, amely az értékcsökkenési leirást vállalati általános költségként számolja el.

Továbbmenően, a fűrész-, lemez-, furnértermékek előállításához leköötött állóeszköz érték alakulása és a termékek gyártási önköltsége között nincs olyan kapcsolat, melynek alapján indokolt lenne az értékcsökkenést vállalati általános költségként, a gyártási önköltség arányában vetíteni.

Állításunkat a 14. táblázat adataival bizonyítjuk.

Nyilvánvalóan helyes tehát, ha az értékcsökkenést üzemszereként kalkuláljuk, sőt el kell jussunk oda, hogy a munkabér-, gőz-, elektromos energia elszámolásokhoz hasonlóan értékcsökkenési gyártmánykaton is készüljön: (legalább a gépi berendezés és a járművek leírásához). Ennek metodikája:

Az egyes gyártmányok előállításához szükséges gépi berendezés és járműóra minden különösebb nehézség nélkül kiszámítható, azt az egyes gépi berendezésekre már a villamosenergia - szükséglet megtervezésénél ki-számítottuk.

Termelő üzemrészek értékcsökkenési leírása m/Ft-ban

Üzemrész megnevezése	Értékcsökkenési leírás	
	a gyártási önköltség arányában	a tényleges műszaki igénybevétel alapján
Fűrészüzem	763	306
Lemezüzem	429	783
Furnérüzem	150	287
Egyéb üzemek	238	213
Összes értékcsökkenés	1589 m/Ft	1589 m/Ft

A gépi berendezések, a járművek óránkénti értékcsökkenési leírásának kiszámítása egyszerű feladat. A kettőnek a szorzata adja a gyártmányra elszámolható értékcsökkenési leírást. Az üzemi épületek értékcsökkenését ennek arányában vesszük át a gyártmányra. Az így elszámolt értékcsökkenési leírás lesz a karbantartási költségek vetítési alapja is. E költségek alakulása ugyanis a termék előállításához igénybe vett termelő és szállítóberendezés tényleges használatával van leginkább összefüggésben, s nem a közvetlen munkabérrel, amivel fordítottan arányos.

Ugyanígy járunk el az üzemi állóeszközleltetési járuléknak költségviselőkre való felosztásánál is.

A fűrész-, ill. lemezáru-féleségeknél leírandó értékcsökkenést a feldolgozott példára vonatkozóan a 15., 16. táblázatban mutatjuk be.

Értékcsökkenési leírás a fűrészféleségeknél Ft/m³

Választék megnevezése	Keret- fűrész	Inga- fűrész	Kör- fűrész	Gépi össz.	Épület	Jármű	Fajlagos értékcsökk.
Fűrészáru	2,74	0,01	-	2,75	1,74	4,60	9,09
Tölgy donga	3,86	0,13	0,30	4,29	2,72	7,09	14,10
Bükk donga	4,65	0,08	0,48	5,21	3,30	8,65	17,16
Talpfa	4,42	-	-	4,42	2,80	7,36	13,58
Parkettaléc	4,60	0,15	0,98	5,73	3,62	9,15	18,5
Bányaszéldeszka	2,66	0,09	0,09	2,84	1,80	3,25	7,89

16. táblázat

Értécsökkenési leírás a lemezárunknál Ft/m³

Állóeszköz megnevezése	Tiszta száraz lemez	Kombinált lemez
Hámozógép	21,26	26,90
Vezérolló	0,56	0,7
Segédolló	0,28	0,36
Hengerszáritó	50,50	15,25
Élmaró	1,99	0,78
Élragasztó	2,42	1,22
Foltozó	2,28	1,74
Prés	20,10	50,70
Szélező	0,65	0,64
Csiszoló	8,55	4,90
Jármű	3,46	3,46
Összesen	112,05	106,65
Épület	24,42	23,24
Fajlagos értécsökkenés mindösszesen:	136,47	129,89

Az értécsökkenési leírás termékegységre eső költséghányadát a - jelenleg érvényben levő kalkulációs módszer szerint - gyártási önköltség arányában felvetítve, illetőleg a tényleges műszaki igénybevétel alapján - elszámolva a 17. táblázatban hasonlítjuk össze.

17. táblázat

Termékegységre jutó fajlagos értécsökkenési leírás Ft/m³

Választék megnevezése	Értécsökkenés leírás	
	a gyártási önköltség arányában	a tényleges műszaki igénybevétel alapján
Tölgy fűrészáru	48	9
Tölgy donga	86	14
Tölgy talpfa	45	15
Tölgy parkettaléc	92	19
Tölgy bányadereszka	125	8
Bükk tiszta sz.lemez	111	137
Bükk kombinált lemez	105	130

6. Ha az általános költségekből kiemeljük a gőz- és elektromos energia költséget, az értékcsökkenési leírást - ezt vetítési alapnak felhasználva a karbantartási költségeket (beleértve a segédanyag, tartalékalkatrész felhasználást is) - úgy általános költségként nem kerül felosztásra az összes költségeknek még 10%-a sem. Ez esetben az üzemi általános költségek és a vállalati általános költségek felvitele - összevontan a gyártási önköltség arányában - a gyártmányönköltségben lényeges torzulást már nem okozhat.

7. Az értékesítéssel kapcsolatosan felmerülő darabbér - mely a gyártmánykartonokból megállapítható - kielégítően arányos vetítési alap az "egyéb értékesítési költségek" felviteléhez. Az értékesítési költségek döntő többségét, cca. 80%-át képező fuvardíj fedezet és nagykereskedelmi haszon azonban termékegységenként differenciáltan van meghatározva, és így az közvetlenül elszámolható.

A jelenlegi gyakorlat - az értékesítési költség felosztása a gyártási önköltség arányában - a magas gyártási önköltségű termékeket aránytalanul magas értékesítési különköltséggel terheli meg, valamint azokra a gyártmányokra is elszámol fuvardíjfedezetet, ill. nagykereskedelmi hasznot, amelyeket e költségek nem terhelnek. Ezzel szemben a fűrészárura elszámolt értékesítési költség sok esetben még a fuvardíjfedezetet sem fedezi. Mindezeket a 18. táblázatban mutatjuk be.

18. táblázat

Termékegységre jutó fajlagos értékesítési különköltség Ft/m³

Választék megnevezése	Értékesítési különköltség	
	a gyártási önköltség arányában	javaslatunk szerint, valamint a tényl. fuvardíjfedezet és nagyker. haszon alapján
Tölgy fűrészáru	131	187
Tölgy donga	235	124
Tölgy talpfa	123	138
Tölgy parkettaléc	248	165
Tölgy bányadeszka	344	373
Bükk fűrészáru	95	177
Bükk barell	146	124
Bükk parkettaléc	176	165
Bükk bányadeszka	254	339
Bükk tiszta sz. lemez	329	149
Bükk kombinált lemez	302	163
Dió 0,6 furnér	310	240

Befejezésül meg kell említeni azt a körülményt, hogy a vállalati szinten kimunkált gyártmányönköltség nem tartalmazza a gömbfa alapanyag szál-

lításának tényleges költségét, de tartalmazza az áruszállítás átalányát. Így a vállalatok nem is érdekeltek a szállítások optimális lebonyolításában. Ezen a gyakorlaton is feltétlenül javítani kellene.

A fűrész és lemezipari termékek önköltségét - régi és az általunk javasolt módszer szerint - a 19. táblázatban szemléltetjük.

19. táblázat

Gyártmányönköltség Ft/m³

Cikk	Jelenlegi	Műszaki
	kalkuláció szerint	
	2.	3.
Tölgyfűrészáru	1798	1832
donga	3316	3815
parkettaléc	3785	3268
váltótalpfa	1757	1984
normáltalpfa	1779	1744
bányaszéldeszka (1000 fm)	5416	4855
Bükkfűrészáru	1222	1237
donga	1846	1931
parkettaléc	2564	2265
váltótalpfa	1185	1364
normáltalpfa	1252	1248
seprőléc	2327	2398
bányaszéldeszka	3923	3514
Bükk nedves lemez	2923	3031
kombinált lemez	3926	3952
tisza száraz lemez	3959	4347

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az ismertetett kalkulációs rendszer előfeltétele: műszaki dokumentációk alkalmazása a termelési folyamat egészében. Csak így válik lehetővé a ráfordítások helyes rögzítése, ennek eredményeként a tervszerű irányítás biztosítása és az ellenőrzés lehetőségeinek megteremtése.

IRODALOM

1. Az erdészeti és faipari gazdaságtan fejlesztése; kapacitás felmérés a fűrész- lemeziparban (Faipari Kutató Intézet 55.09. téma zárójelentése, témavezető: Erdélyi György. 1961.)
2. A gyártmányönköltség helyes meghatározásának műszaki kritériumai a fűrész- és lemezipari termékeknél. (Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron. Dr. Szabó Károly diplomaterve, 1963.)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКТОВ В
ЛЕСОПИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТ

д-р. Карой Сабо
д-р. Габор Туша
д-р. Иштван Лацко

Роль расчета себестоимости продуктов в социалистическом плановом хозяйстве. Определение себестоимости продуктов лесопильной промышленности и производства плит по техническим факторам. Расчет расхода основного материала при качественном расчете кругляков, переработанных для разных сортов продуктов.

Правильная оценка отходов. Расчет разной энергии с помощью технических нормативов. Непосредственный расчет амортизации уменьшенной стоимости, /основного фонда/, на основе эксплуатируемых часов работающих машин.

THE TECHNICAL GROUNDS OF THE PRODUCTION COSTS
IN THE SAW -MILL - AND BOARD INDUSTRY

dr. Károly Szabó
chief of a research section

dr. Gábor Tusa
research worker

dr. István Lackó
research worker

The role of the accounting of the production costs in the socialistic planned economics. The determination of the production costs of the saw-mill and board industry, on the basis of technical parameters.

The settling of the raw material costs of the products, considering the utilized log-quality.

The suitable determination of the price of the wood waste.

The direct settling of the annual depreciation, by reason of the demanded machine work-time.

DIE TECHNISCHEN GRUNDLAGEN DER SELBSTKOSTENBERECHNUNG
DES FABRIKATS IN DER SÄGE-UND PLATTENINDUSTRIE

Dr. Károly Szabó
wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Dr. Gábor Tusa
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Dr. István Lackó
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Die Rolle der Selbstkostenberechnung des Fabrikats in der sozialistischen Planwirtschaft. Die Bestimmung der Selbstkosten der Säge- und Plattenerzeugnisse auf dem Grund der technischen Parameter. Die Verrechnung des Ausgangsstoffes neben der qualitativen Verrechnung des zur Erzeugnisart verwendeten Stammholzes. Die richtige Feststellung des Abfallwertes. Die Verrechnung der Energiearten mit Hilfe technischer Normen. Die direkte Verrechnung der Wertverminderungsabschreibung auf dem Grund der Maschinenstunden.

OLAJOS PARAFFINNAL KEZELT KEMÉNYFAROSTLEMEZEK VIZSGÁLATA

Zombori János
tudományos munkatárs*

Munkatársak:
Appel Róbertné és Szalkai Róbert
technikusok

ELŐZMÉNYEK

A farostlemezipar a jövőben tiszta paraffin helyett 50%-os arányban G 30-as gépolajjal kevert olajos paraffinnal kívánja kezelni a farostlemezeket. A paraffinnak olajjal való helyettesítését az a körülmény indokolja, hogy a paraffin import anyag, s így az olcsóbb és könnyebben hozzáférhető hazai gépolajjal való helyettesítése valutamegtakarítást jelent a népgazdaságnak.

Az olajos paraffin üzemi alkalmazása - mint általában az újabb anyagok bevezetése - több tisztázatlan kérdést hozott felszínre. Így mindenekelőtt azt, hogy mivel a nem száradó ásványolaj hidrofób hatása nem egyenértékű a paraffinéval, az olajjal való helyettesítés lényegileg a farostlemezekbe bevitt paraffinmennyiség csökkentése a kész lemeznél minőségromlást eredményezhet, mert az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek higroszkóposága várhatóan növekedni fog. Felvetődik tehát a kérdés, hogy ez a várható minőségromlás milyen mértékű, illetve egyáltalán beszélhetünk-e minőségromlásról, a farostlemezek utólagos hőkezelésére tekintettel, más szóval az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek kielégítik-e az MSZ 7086 "Keményfarostlemez" c. szabványban foglalt minőségi-műszaki követelményeket.

Az olaj bevitelével kapcsolatban tisztázatlan másik kérdés az, hogy a nem száradó ásványolaj jelenléte később a farostlemezek feldolgozásakor okozhat-e zavarokat. A kérdés felvetése jogos, mert az olaj a paraffintól eltérően préselés után nem szilárd, hanem folyékony alakban marad a farostlemezben, s így nagyobb mennyiségű olaj bevitelkor fennáll az "olajvándorlás" veszélye. A folyékony olajat a felületkezelés folyamán a sellak-, ill. lakkréteg felszívhatja, aminek következtében olajkiütések és szürke foltok keletkezhetnek (1). Fontos tudni tehát, hogy a farostlemezekbe bevitt olajnak a farostlemezek feldolgozása szempontjából milyen kihatásai vannak.

Az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek körüli bizonytalanságot növeli az a körülmény, hogy nem száradó ásványi olajokat a farostlemezgyártás gyakorlatában nem használnak. Ismert tény azonban, hogy a nem száradó olajoknak éppen ama tulajdonságai (száradóképesség, hidrofób filmképzés stb.) hiányzanak, amelyek pl. a száradó olajok alkalmazását ilyen célokra indokoltá teszik. A nem száradó olajoknak a farostlemezekbe való bevitelkor tehát nem beszélhetünk a minőség javításáról. Arra való tekintettel azonban, hogy a farostlemezekbe bevitt olaj mennyisége csekély és a farostlemezeket utólag hőkezelésnek vetik alá - mely mint ismeretes jelentős mértékben csökkenti a farostlemezek higroszkóposágát - mégis mérlegelni lehet a paraffinok részben olajjal történő helyettesítését. Sőt, ha arra gondolunk, hogy megfelelő

préselési körülmények és utólagos hőkezelés mellett nemesítőszerek (száradó olaj, paraffin vagy más adalék) nélkül is előállíthatók jó minőségű keménylemezek, nyilvánvalóan nemcsak részben helyettesíthető a paraffin, hanem esetleg teljesen el is hagyható.*

Az olajos paraffin üzemi alkalmazása kapcsán felmerülő gyártástechnológiai kérdéseket a lefolytatott kísérletekkel már vizsgálta a farostlemez-
ipar is. Eszerint az olaj bevitelének technológiai nehézségei nincsenek. Sőt az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek minőségi szempontból is megfelelőek, mert a lemezek minőségi - műszaki jellemzői elérik a szokásos üzemi értékeket. A feldolgozó butorgyárak tanusítványai szerint feldolgozástechnológiai szempontból sem merült fel kifogás az olajos paraffinnal kezelt farostlemezekkel szemben.

Az elvégzett vizsgálatok eddigi tapasztalatai és eredményei alapján azonban az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek gyártásáról és feldolgozásáról kellően megalapozott véleményt még nem lehet mondani. Éppen ezért a farostlemez-
ipar felkérésére Intézetünk behatóbban vizsgálta a fentiekben vázolt problémát.

AZ OLAJOS PARAFFINNAL KEZELT FAROSTLEMEZEK VIZSGÁLATA GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI SZEMPONTBÓL

Mint a bevezető részben a probléma felvetéséből is kivehető, lefolytatott vizsgálataink két irányúak voltak. Ennek megfelelően jelentésünk első részében a gyártás oldaláról elemeztük a kérdést, és annak tisztázására törekedtünk, hogy az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek minőségi szempontból egyenértékűnek tekinthetők-e a tiszta paraffinnal kezelt lemezekkel és kielégítik-e a hivatkozott farostlemezzabványban levő minőségi - műszaki követelményeket. Második részében pedig azt vizsgáltuk meg, hogy a nem száradó olaj bevitelének milyen kihatásai lehetnek a farostlemezek feldolgozása szempontjából.

Nézzük tehát először a nemesítő kezelés kérdését a gyártás oldaláról. Mivel a feldolgozás és rendeltetésszerű használat szempontjából a farostlemezek méret- és alakállandóságával szemben nagy igények és követelmények merülnek fel - különösen akkor, ha a farostlemezek extrém klimaváltozások és nedvesség hatásainak vannak kitéve -, rendkívül fontos a farostlemez higroszkóposágának csökkentése és méreteinek stabilizálása. A farostlemezgyártásban alkalmazott nemesítő kezeléseknek ez a legfontosabb célja.

A farostlemezek műszaki tulajdonságai és minősége nemesítőszerek (száradó olajok, paraffin) bevitelével lényegesen javítható. Ezeket általában emulzió alakjában keverik a rostsuszpenzióhoz (a száradó olajokat zsírsavszappan alakjában is) és alumínium-szulfáttal csapják ki. A nemesítőszerek így jól eloszlanak a farostlemezben és kevés anyagmennyiség bevitelével jó hidrofób effektust érünk el (2, 3). Más eljárás szerint a száradó olajat vagy a paraffint a rostpaplanra viszik fel, s az impregnálóanyag a hőpréselés alatt tökéletesen eloszlik a farostlemezben (4). Itt nem beszélünk a száradó olajok-

kal kész farostlemezeken végzett felületnemesítésről, amikor az olajat a hő-
préselés után hengerrel vagy mártással hordják fel a lemezre, és a hőkezelés
során égetik be.

A nemesítőszerrel szemben követelmény a rugalmas, hidrofób film
kialakítása a rostok felületén és ezzel a farostlemez hidrofób jellegének nö-
velése. E követelmény kielégítésére paraffin és növényi vagy állati eredetű
száradó olajok alkalmasak, amelyek közül a magas jódszámú, nagy szappano-
sítási számu és alacsony viszkozitású típusok (perillaolaj, lenolaj, tungaolaj,
tallolaj) váltak be legjobban (5).

A vízabszorpció csökkentése céljából a farostlemezekbe bevitt emul-
ziómennyiség kb. 0,4-0,5%, a kicsapószernek használt alumínium-, vagy vas-
szulfát pedig kb. 0,8-1,2%. Ha a farostlemezgyár a lemezeknek forró levegő-
ben történő edzéséhez megfelelő berendezéssel van felszerelve, a keményle-
mezekhez kevesebb nemesítőszerrel, vagy semmit sem adagolnak (6). Ilyen
esetben ui. a vízfelvétel és vastagsági dagadás értékeinek csökkentése kevés-
bé problematikus, mert az utólagos hőkezelés jelentősen csökkenti a farost-
lemezek higroszkóposágát. A hőkezelés következtében a lignocellulóz irre-
verzibilisen zsugorodik, a szomszédos cellulóz- és hemicellulózláncok hidro-
fil OH-csoportjai egymáshoz közel kerülnek és hidrogénhidak alakulnak ki. A
cellulózláncok vízhez való affinitása ezáltal csökken, ami a farostlemez hid-
rofób jellegének növekedéséhez és a vízabszorpció gátlásához vezet. A szára-
dó olaj-, paraffin- és hőre keményedő műgyantaadalék ezzel szemben főként
az anyag hidrofíli csoportjainak leárnyékolása által gátolja a vízfelvételt és
dagadást, hacsak az impregnálás és térhálósodás következtében a hidrofíli
csoportokat mechanikusan és sztérikusan nem blokkirozzák (7).

A nem száradó olajok nyilvánvalóan ilyen képességgel nem rendelke-
nek, mert hidrofób film létrehozására nem alkalmasak. Adagolásuk ezért a
higroszkóposág csökkentése céljából nem előnyös. A farostlemez szilárdsága
azonban várhatóan növekszik, éppen azon megfontolásból következtetve, hogy
a bevitt paraffinmennyiség csökkentésével a farostokon kialakuló hidrofób film
vékonyabb és kevésbé zárt, tehát a rostok egymáshoz való tapadóképessége
javul.

Azt a kérdést, hogy az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek minő-
sége a szabványelőírásoknak megfelelő-e, az MSZ 7087 "Keményrostlemezek
vizsgálata" c. szabvány szerinti minőségi vizsgálattal és a kapott eredmények-
nek a már hivatkozott MSZ 7086 sz. szabványban foglalt minőségi előírásokkal
való összehasonlítással tisztáztuk. A farostlemezipar 50 db, 50 x 50 cm felü-
letméretű, olajos paraffinnal kezelt és ugyancsak 50 db ugyanilyen méretű
tisztá paraffinnal kezelt farostlemez mintát bocsátott rendelkezésünkre. A fa-
rostlemez-mintadarabokat ugyanazon présből kiszedett farostlemezekből vág-
ták ki, 6 hónapnál nem régiebb gyártási tételből.

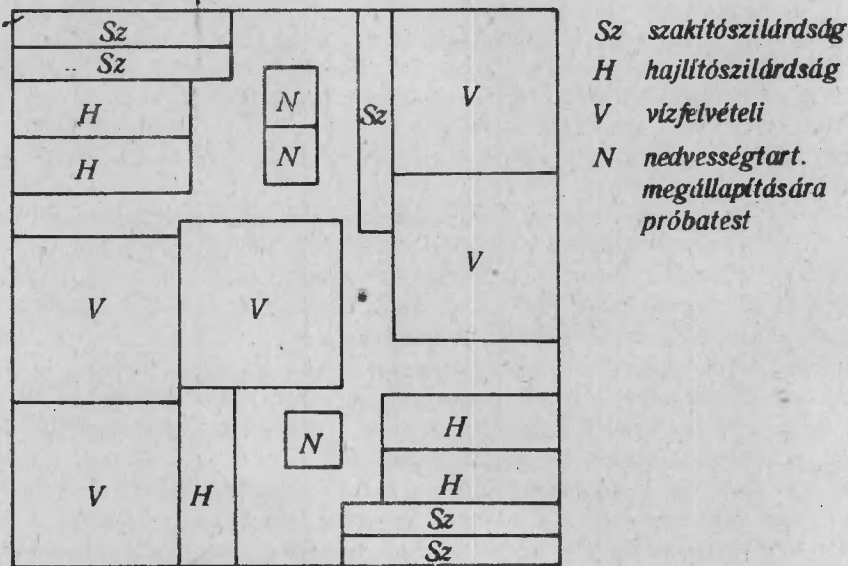
A szabványos minőségi előírásokkal kapcsolatban hangsúlyozni kell,
hogy a műszaki előírások a keményrostlemezek minőségére vonatkozóan sem
hazai, sem nemzetközi viszonylatban nem egységesek. A hajlítószilárdságra
a külföldi szabványok általában 500 kp/cm^2 -nél magasabb értéket nem irnak
elő, a vízfelvételeire és vastagsági méretváltozásra vonatkozóan pedig 24 órai

áztatás után mérve 15, ill. 10%-nál alacsonyabb értékek nem fordulnak elő (4). Az MSZ 7086.sz. magyar szabvány I. osztályu keménylemezekre 400 kp/cm² hajlítoszilárdságot, max. 20% vízfelvételt és 15% vastagsági méretváltozást ír elő, ugyancsak 24 órai áztatás után mérve.

Nézzük ezek után a vizsgálati eredményeket. A farostlemezeknél teljes vizsgálatot végeztünk, vagyis meghatároztuk a térfogatsúlyt, a nedvességtartalmat, a hajlító- és szakítószilárdságot, a vízfelvételt, valamint a vastagsági méretváltozást 24 órai áztatás után. A térfogatsúlyt a vízfelvétel megállapítására szolgáló 150x150 mm felületméretű próbatesteknél határoztuk meg, a lineáris méretek és súly mérése alapján. A hajlító- és szakítószilárdsághoz tartozó nedvességtartalmat a szilárdsági vizsgálat után a próbatestek végeiről levágott 50 x 50 mm, ill. 30x30 mm méretű, négyzetekkel állapítottuk meg, ksizáritációs módszerrel. A vízfelvételt és vastagsági méretváltozást a próbatestek függőleges helyzetű áztatása mellett határoztuk meg. Egyebekben teljesen a szabvány előírásai szerint jártunk el.

A próbatestek kivágásakor azt az elvet igyekeztünk követni, hogy az egyes tulajdonságok vizsgálatára szolgáló próbatesteket a mintalap különböző helyeiről, és a lapfelületen egyenletesen elosztva vegyük ki, hogy a próbatestek jól reprezentálják a mintalemezt. Minden vizsgált tulajdonság értékét a statisztikus értékelhetőség végett 20 próbatest lemérésével állapítottuk meg (a nedvességtartalmat 12 próbatest mérésével). Ehhez 4-4 mintalap felvágása volt szükséges, mind az olajos paraffinnal, mind a tiszta paraffinnal kezelt farostlemezekből. A mintalapok felvágási sémáját az 1. ábra mutatja.

A mérési eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze, a statisztikai jellemzőkkel együtt.



1. ábra

A próbatestek kivágása a mintalapokból

1. táblázat

Olajos paraffinnal és tiszta paraffinnal kezelt és hasonló technológiával előállított keményfarostlemezek minőségi-műszaki jellemzői az MSZ 7086 sz. szabvány előírásaival összehasonlítva, a FAKI vizsgálatai szerint^x

Lemeztípus	Térfogatsúly (δ)							Nedvességtartalom (u)							Hajlítószilárdság (σ_h)						
	kp/m ³							netto %							kp/cm ²						
	$\bar{\delta}$	δ_{\max}	δ_{\min}	+s	+m	v%	p%	\bar{u}	u_{\max}	u_{\min}	+s	+m	v%	p%	$\bar{\sigma}_h$	σ_{\max}	σ_{\min}	+s	+m	v%	p%
Olajos paraffinnal kezelt (A)	1036	1099	964	29	19	2,8	1,8	4,78	5,20	4,52	0,16	0,14	3,3	2,9	387	424	340	20	13	5,2	3,4
Tiszta paraffinnal kezelt (B)	1012	1065	977	19	12	1,9	1,2	5,31	6,55	4,55	0,22	0,20	4,1	3,8	409	446	378	17	11	4,2	2,7
Szabvány érték	850-1200							max. 8							min. 400						

Lemeztípus	Szakítószilárdság (σ_{sz})							Vizfelvétel (q_{24})							Vastagsági dagadás (d_{24})						
	kp/cm ²							%							%						
	$\bar{\sigma}_{sz}$	σ_{\max}	σ_{\min}	+s	+m	v%	p%	\bar{q}_{24}	q_{\max}	q_{\min}	+s	+m	v%	p%	\bar{d}_{24}	d_{\max}	d_{\min}	+s	+m	v%	p%
Olajos paraffinnal kezelt (A)	230	266	180	21	13	9,1	5,6	12,39	14,21	9,30	1,21	0,82	9,8	6,6	8,63	10,23	6,45	0,86	0,59	10,0	6,8
Tiszta paraffinnal kezelt (B)	253	286	218	30	13	7,9	5,1	11,64	13,52	9,39	1,29	0,88	11,1	7,6	7,32	10,83	5,62	1,29	0,88	17,6	12,0
Szabvány érték	min. 250							max. 20							max. 15						

^x A szabványos értékek I. osztályú lemezekre vonatkoznak.

Hasonlítsuk össze a táblázati átlagokat a szignifikancia próba ismert

$$Q = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{m_1 + m_2}}} \geq 3$$

képlete alapján (a képletben \bar{x}_1 és \bar{x}_2 a két mérésorozat számtani átlagát, m_1 és m_2 pedig az átlagok megbízhatóságait jelöli). Mint ismeretes a két átlag azonosnak vehető, ha Q - értéke 3-nál kisebb. Amennyiben az eredmény 3-nál nagyobb, a két mérés átlaga egymástól lényegesen különbözik (szignifikáns) (8).

A vizsgált fiziko - mechanikai tulajdonságokra Q - értékét kiszámítva kapjuk

$$Q_{\sigma_h} = \frac{409 - 387}{\sqrt{11^2 + 13^2}} = \frac{22}{\sqrt{290}} = \frac{22}{17,03} = 1,29 < 3$$

$$Q_{\sigma_{sz}} = \frac{253 - 230}{\sqrt{13^2 + 13^2}} = \frac{23}{\sqrt{338}} = \frac{23}{18,38} = 1,25 < 3$$

$$Q_{q_{24}} = \frac{12,39 - 11,64}{\sqrt{0,82^2 + 0,88^2}} = \frac{0,75}{\sqrt{1,45}} = \frac{0,75}{1,20} = 0,63 < 3$$

$$Q_{d_{24}} = \frac{8,63 - 7,32}{\sqrt{0,59^2 + 0,88^2}} = \frac{1,31}{\sqrt{1,12}} = \frac{1,31}{1,06} = 1,24 < 3$$

Mint látható, a nagyjából azonos térfogatsúlyú keményfarostlemezek fiziko-mechanikai tulajdonságainak (hajlító- és szakítószilárdság, vízfelvétel és vastagsági méretváltozás) a szignifikancia próba alapján történő összehasonlítása azt mutatja, hogy az olajos paraffinnal és a tiszta paraffinnal kezelt farostlemezek minőségi-műszaki jellemzői között nincs szignifikáns eltérés, vagyis a két lemeztípusnál a táblázati átlagértékek lényegileg azonosak, mert a szórási mezők fedik egymást. E szerint a nem száradó ásványolaj bevitel nem befolyásolja lényegesen a farostlemezek tulajdonságait, tehát minőségromlás nem várható az olaj bevitelét követően. A vizsgálati eredményeket a szabványelőírásokkal összehasonlítva megállapítható, hogy a megvizsgált farostlemezek minősége minden jellemző tekintetében szabványnak megfelelő. A szilárdsági értékek kétségtelenül lehetnének nagyobbak, mert éppen az előírt alsó határon vannak. A nagyüzemi gyártásra azonban ennél nagyobb átlagos szilárdsági értékek jellemzők.

AZ OLAJOS PARAFFINNAL KEZELT FAROSTLEMEZEK VIZSGÁLATA FELDOLGOZÁSTECHNOLÓGIAI SZEMPONTBÓL

Feldolgozástechnológiai szempontból azt a kérdést vizsgáltuk meg, hogy a farostlemezekbe bevitt nem száradó ásványolaj a későbbi feldolgozás folyamán okozhat-e zavarokat. Mint azt már említettük az olaj a farostlemezben folyékony alakban van jelen és ilyen állapotban "vándorlásra" hajlamos, tehát várhatóan a felületkezelés után olajkiütések, szürkülések adódhatnak. Ezért írják elő felületkezelési munkáknál, hogy fényezéshez nem száradó olajokat nem szabad használni, csak száradó olajféléseket (lenolaj, tungaolaj stb.) (1). Zavarokat okozhat az olaj továbbá az ún. "natur felületkezelés"-nél és a farostlemezek furnérozásánál, ahol esetleg a bevonati film tapadását, illetve a ragasztási szilárdságot ronthatja. Az olajos paraffinnal kezelt farostlemezeket tehát ilyen szempontból vizsgáltuk meg, a normál paraffinnal kezelt lemezekkel összehasonlítva.

A szóban forgó 50 x 50 cm felületméretű, olajos paraffinnal és tiszta paraffinnal kezelt farostlemezeket többféleképpen felületkezeltük. Egyik részét furnérozatlanul nyersen és diópáccal pácolva felületkezeltük, másik részét pedig 0,6 mm-es dió-színfurnérral leszínelttük és utána felületkezeltük a normál butoripari technológia szerint. Mind a furnérozatlan, mind a furnérozott farostlemezeket sellakpoliturral, nitro- és poliészterlakkal vontuk be. A furnérozatlan lemezekből készítettünk festési próbákat is. A felületkezelt farostlemezek mindegyik változatából 2-2 db mintafelület készült.

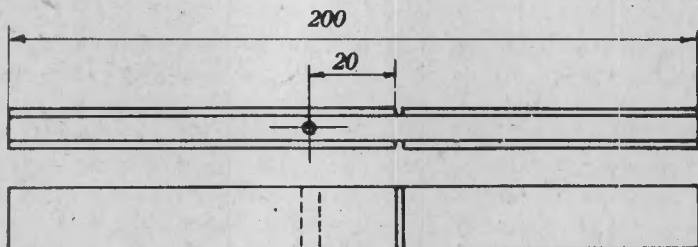
A fényezési próbáknál tett megfigyeléseink szerint sellakpoliturral a nyers farostlemezek "fényezhetősége" megfelelő. A farostlemez ilyenszerű felületkezelése azonban csak elvi jelentőségű, mert gyakorlatban a magasfényre való politurozás ritkán fordul elő, a lemez felületi hibáinak fokozott előtűnése miatt. Furnérozott felületen a sellakbevonat minősége teljesen kielégítő.

Diópáccal a nyers farostlemezek pácolhatósága a normál butoripari technológia szerint minden szempontból megfelelő. Folposodás és színeltérés nem fordult elő.

Nitrolakkal a nyers és pácolt farostlemezek lakkozása elvileg lehetséges, azonban a felület még három lakkréteg felvitele után is rücskös, egyenetlen, csiszolásra és polirozásra nem megfelelő. Furnérozott felületeken 3 lakkréteg felvitelével jó minőségű nyitott pórusu, matt felület könnyen előállítható.

Poliészterlakkal a nyers és pácolt farostlemezek elvileg bevonhatók, a fajlagos lakkfogyasztás azonban nagyobb, mint a furnérozott felületeknél. Két öntés után a lakkozott felület minősége nem kielégítő, mert a lemez felületi hibái (kráterek, benyomódások) csiszolás és polirozás után is láthatók maradnak. A furnérozott felületek minősége ezzel szemben ugyanilyen kezeléssel teljesen megfelelő.

A nyers farostlemezek olajfestékekkel való mázolhatósága ugyancsak megfelelő, a festékréteg tapadása jó.



2. ábra
Próbatest a ragasztási szilárdság méréséhez

Felületkezelhetőség szempontjából tehát az olajos paraffinnal és tiszta paraffinnal kezelt farostlemezek nagyjából azonos módon viselkednek. A felületkezelt lemezeken elvégzett tapadási vizsgálatok szerint a bevonati filmek tapadása mindkét lemeztípuson jó, a borotvapengével való rácsmetszési próbánál a kihulló négyzetek lemez felőli oldala a farostlemezzel együtt szakad. Ezek szerint a bevonati filmek tapadása a nyers farostlemezekhez 100%-osnak mondható. A felületkezelt farostlemezeket 1,5 hónap óta máglyalécek között egymáson tároljuk, hogy a bevonati filmekben utólag valamilyen elváltozás (olajkiütés, mattulás stb.) bekövetkezik-e. A mintafelületeken eddig semmiféle meghibásodás nem volt megfigyelhető.

Az olajos paraffinnal kezelt farostlemezek furnérozhatósága dió- és mahagonifurnérokkal karbamidgyanta és 110°C ragasztási hőmérséklet alkalmazásával, minden szempontból megfelelő, "szücsők" nem fordultak elő. Ennek megállapítása végett, hogy az olaj jelenléte a színfurnér ragaszthatóságát hátrányosan befolyásolja-e, a két - oldalon 0,6 mm-es furnérral színelt farostlemezeknél mértük a ragasztási szilárdságot a háromrétegű enyvezett lemezeknél alkalmazott módszer szerint (lásd MNOSZ 13 358 szabv.). A próbatetek méreteit és kialakítását a 2. ábra szemlélteti.

A ragasztási szilárdság mérésekor a két lemeztípusra a következő eredményt kaptuk (7 mérési adat átlaga)

olajos paraffinnal kezelt lemez $14,2 \text{ kp/cm}^2$
tiszta paraffinnal kezelt lemez $16,0 \text{ "}$

A mérési eredményekből látható, hogy nincs lényeges különbség az olajos paraffinnal és a tiszta paraffinnal kezelt farostlemezek ragasztási szilárdsága között.

A vizsgálatok eredményeit összegezve megállapítható, hogy a két lemeztípusnál feldolgozástechnológiai szempontból nem volt tapasztalható észrevehető különbség. A fényezési próbák, a filmek tapadása és a furnérozott lemezek ragasztási szilárdsága alapján az olajos paraffinnal kezelt lemezek egyenértékűnek tekinthetők a tiszta paraffinnal kezelt lemezekkel.

ÖSSZEFOGLALÁS

Összehasonlítón vizsgáltunk olajos és tiszta paraffinnal kezelt farostlemezeket gyártási és feldolgozástechnológiai szempontból. A két lemeztípus fizikai-mechanikai tulajdonságainak (hajlító- és szakítószilárdság, vízfelvétel és vastagsági méretváltozás) a szignifikancia próba alapján történő összehasonlításával kimutatható volt, hogy a nem száradó ásványolaj bevétele nem befolyásolja lényegesen a farostlemezek tulajdonságait, tehát minőségromlás nem várható az olaj bevétele következtében. A megvizsgált farostlemezek minősége minden jellemző tekintetében szabványnak megfelelő. A két lemeztípusnál feldolgozástechnológiai szempontból sem tapasztalható észrevehető különbség. A fényezési próbák, a filmek tapadása, és a furnérozott lemezek ragasztási szilárdsága alapján az olajos paraffinnal kezelt lemezek egyenértékűnek tekinthetők a tiszta paraffinnal kezelt farostlemezekkel.

IRODALOM

1. Hammer, E.: Oberflächenbehandlung des Holzes für den Praktiker. VEB. Fachbuchverlag, Leipzig 1962.
2. Basler, H.: Ursachen und Wirkungsweise der den Faserstoffen inhärenten Bindekraft im Rahmen der Hartplattenfabrikation, Holz als Roh- und Werkstoff, 11. (1953) 8, 297.
3. Fickler, H. H.: Beitrag zur Quellungsvergütung von Holzfaserverplatten. Svensk Pap. -Tidn., 61. (1958) 4, 99.
4. Hinselmann, D. - Wehle, H. -D.: Untersuchungen zur Herstellung extrahierter Holzfaserverplatten (I). Holztechnologie, 3. (1962) 1, 19.
5. Hinselmann, D. - Wehle, H. -D.: Untersuchungen zur Herstellung extrahierter Holzfaserverplatten. (II) Holztechnologie 3. (1962) 2, 110.
6. Asplund, A.: Die Holzfaserverplattenindustrie 16. (1960) 6, 196.
7. Runkel, R. O. H. - Lüthgens, M.: Untersuchungen über die Heterogenität der Wasseroption der chemischen und morphologischen Komponenten verholzter Zellwände. Holz Roh- und Werkstoff 14. (1956) 11, 242.
8. Hadnagy J.: Mérési sorozatok kiértékelése, Faipari Kutató Intézet kiadványa. Budapest, 1962.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ДРЕВЕСНО- ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ,
ОБРАБОТАННЫХ ПАРАФИНОМ

Янош Зомбори
научн. сотрудник.

Из точки зрения производства и технологической разработки мы сравнительно проверили древесно-волокнистые плиты, облагороженные масляным и чистым парафином.

Во время сравнения - путем сигнификации - физико-механических свойств /прочность на изгиб, на разрыв, на водопоглощение и на изменение по толщине/, двух типов плит, можно было доказать то, что на свойства древесно-волокнистых плит значительно не влияет внесение в плиту невысыхаемого минерального масла. После внесения масла, не имеется ухудшение качества. Качество исследуемых древесно-волокнистых плит соответствует стандарту.

Из точки зрения технической переработки также незаметна разница между двумя плитами.

По основе прочности склеивания фанеры, по испытанию полировальных проб и по прилипанию пленок, являются одноценными древесно-волокнистые плиты, облагороженные масляными парафинами, с плитами, облагороженными чистым парафином.

INVESTIGATIONS OF HARDBOARDS, TREATED WITH OILY PARAFFIN

János Zombori
research worker

It has been investigated the production and converting technology of the fibreboards, treated with oily, respectively with undefiled paraffin.

It could be demonstrated, that the use of the unsiccative mineral oil has no effect on the physical - mechanical characteristics of the fibreboard. The degradation of quality is not exceptable as a result of the utilization of the mineral oil.

The quality of the tested fibreboards are according to the norm.

On the basis of the polishing experiments, of the film adhesion coefficient and of the gluing strength, the fibreboards treated with oily paraffin are equivalent to the fibreboards treated with undefiled paraffin.

UNTERSUCHUNG MIT ÖLIGEM PARAFFIN BEHANDELTER HARTFASERPLATTEN

János Zombori
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Vergleichend haben wir die öligen und mit reinem Paraffin behandelten Holzfaserplatten von Herstellungs- und Verarbeitungstechnologie untersucht. Die physisch - mechanischen Eigenschaften der zwei Plattentypen (Biege- und Zugfestigkeit, Wasseraufnahme und Dickenveränderung) wurden auf dem Grund der Signifikanzprobe verglichen und man konnte ausweisen, dass der Auftrag des nicht-trocknenden Mineralöls die Eigenschaften der Holzfaserplatten wesentlich nicht beeinflusst, demzufolge kann man wegen des Auftrages des Öls keine Güteverminderung erwarten. Die Qualität der untersuchten Platten entspricht in Hinsicht jeder Kennziffer der Norm. Vom verarbeitungstechnologischen Gesichtspunkte kann man bei den zwei Plattentypen keinen bemerkbaren Unterschied erfahren. Auf dem Grund der Glänzenproben, der Haftfähigkeit der Filme und der Klebungsfestigkeit der Furnierplatten kann man die mit öligen Paraffin behandelten Platten mit den reinparaffinbehandelten Holzfaserplatten gleichwertig betrachten.

A HÁMOZÁSI RÖNKÖK KÉRGELÉSÉNEK GÉPESÍTÉSÉVEL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK VIZSGÁLATA[†]

Fürjes János tudományos osztályvezető

Munkatársak:

Vámos Róbert tudományos segédmunkatárs
Harsányi István technikus

BEVEZETÉS

A kérgelés joggal tekinthető a faipar azon műveletének, melynek elvégzésére - működési elv és alapkonstrukció tekintetében - a legtöbb fajta berendezést alkalmazzák. Bár a kérgelendő rönkök méret és struktúra szerint különbözőek, s a kérgelés minősége iránt támasztott követelmények is változóak, ez csak részben indokolja a kérgelő berendezések alaptípusainak nagy számát, mely végső soron arra vezethető vissza, hogy a kérgelés gépesítése számos területen még nem tekinthető optimálisan és véglegesen megoldottnak. Ez a helyzet jelenleg a lemezipar területén is, s ezt messzemenően igazolja az a tény, hogy - bár a lemezgyártás legtöbb műveletét már viszonylag hosszú idő óta gépek segítségével végzik - világszerte számos lemezüzem található (köztük modern, új létesítmények is), hol a kérgelés gépesítése még megoldatlan kérdést jelent.

Amennyiben a kérgelő berendezések öt főcsoportjából (mechanikus, hidraulikus, higrotermikus, vegyi és kombinált kérgelés) csupán a legelterjedtebbet, a mechanikus kérgelő berendezéseket emeljük ki, e csoporton belül is igen nagyszámu, alapkonstrukcióban erősen eltérő típust találunk, s e típusok száma jelenleg is egyre emelkedik. Tekintettel arra, hogy a hámozási rönkök gépi kérgelésének hazai bevezetésével kapcsolatos elsődleges feladatot a lemezipar igényeinek műszaki és gazdaságossági szempontból leginkább megfelelő berendezés-típusok meghatározása képezi, jelen témát az alábbi két irányban dolgoztuk ki:

a) Vizsgálat tárgyává tettük a gépi kérgelés műszaki és gazdaságossági tényezőit.

b) Figyelembe véve a hidraulikus kérgelési eljárás előnyeit, valamint azt a tényt, hogy az említett elven működő gépek elterjedését csupán az egyéb géptípusokét többszörösen meghaladó energiaigény korlátozza, vizsgálatokat végeztünk a hidraulikus kérgelés műszaki jellemzői közt fennálló összefüggések meghatározására. Mivel az együttműködő vállalat (Pilisi Szénbánya V.) részéről felmerült nehézségek megakadályozták a tervbe vett és előkészített kísérletek megkezdését, vizsgálatainkat - melyek végső soron a hazai lemeziparban való alkalmazás esetén is gazdaságos üzemű, s a meglévő típusokhoz

[†]1962. évben végzett kutatás. A bevezetésben említett kísérletek megkezdésére 1964-ben került sor.

viszonyítva lényegesen kisebb teljesítményfelvételű hidraulikus kérgelési eljárás alapadatainak meghatározására irányultak - csupán elméleti síkon állt módunkban elvégezni.

Tekintve, hogy a kérgelési eljárások, valamint a jelenleg gyártott kérgelőgépek ismertetését a 46-1960 sz. (Kérgelőgépek gyártásának világszínvonala), a kérgelőgépek lemezipari szempontból történő műszaki-gazdaságossági összehasonlító vizsgálatát pedig az 55.11./b. sz. (Enyvezetlemezyártás fejlesztése) intézeti zárójelentés tartalmazza, ez irányban további vizsgálatok lefolytatását nem tartottuk szükségesnek, s jelen résztema megfelelő kérdéseinek tárgyalása során az említett jelentésekben rögzített következtetéseket eleve kiinduló alapként használtuk fel.

2. A GÉPI KÉRGELÉS KAPACITÁSÁT, TELJESÍTMÉNYIGÉNYÉT ÉS GAZDASÁGOSSÁGÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

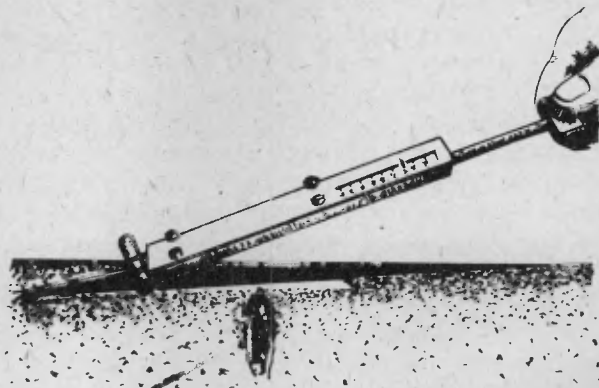
A kérgelő berendezések konstrukciós eltéréseiből következik, hogy a teljesítményfelvételt és a kapacitást befolyásoló tényezők hatása nem fejezhető ki egyértelmű, konkrét összefüggésben, még egy-egy alaptípusra vonatkoztatva sem. Meghatározhatók azonban azok a fontosabb tényezők, melyek - az egyes alaptípusok működési elvétől és főbb műszaki adataitól függő mértékben - feltétlenül kihatnak a kérgelés teljesítményigényére, termelékenységére, s ezzel gazdaságosságára. E tényezők az alábbiak:

- a) A fajlagos kérgelési ellenállás, mely az alábbiak függvénye:
 - a kéreg strukturája
 - a kéreg öszsvastagsága
 - a kéreg nedvességtartalma és a kéregben levő nedvesség paraméterei.
- b) A rönkök átmérője.
- c) A rönkök hossza.
- d) A rönkök görbülete.
- e) A rönkök ágassága.

A fajlagos kérgelési ellenállás definiálására és numerikus meghatározására néhány módszer ismeretes, melyek bizonyos, adott kéregfelület különböző standardkészülék segítségével történő eltávolításának erőszükségletén alapulnak. (Példaképpen az 1. ábrán bemutatunk egy ilyen készüléket, mely a kéreg tolóerővel történő felhasításán alapul.)

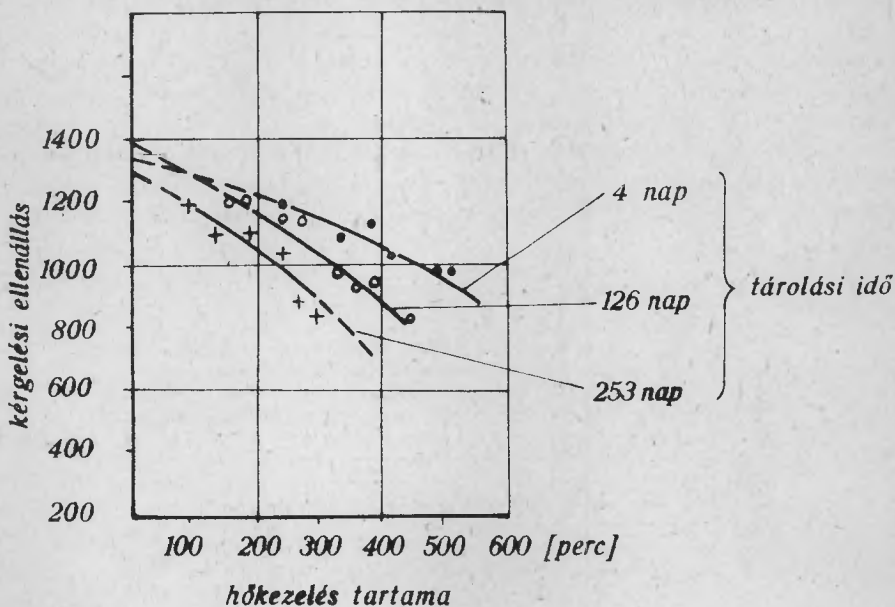
Tekintettel a kérgelőgépek alaptípusainak nagymértékű eltéréseire - melyből kifolyólag az egyes gépek szerszámkipépzése, valamint a fő és mellékmozgás iránya és sebessége terén is a legkülönbözőbb, jelentősen eltérő esetekkel találkozunk - a fajlagos kérgelési ellenállásra vonatkozó numerikus adatok gyakorlatilag csupán mint tájékoztató jellegű irányértékek hasznosíthatók, azaz nem nyújtanak semmivel sem biztosabb támpontot, mint az ez irányban szerzett üzemi gyakorlati tapasztalatok.

Eltételezve a numerikus adatoktól, megállapítható, hogy - azonos kéregstruktúra esetében - a kéregvastagság növekedésével a fajlagos kérgelési ellenállás növekedése párosul. Ez a kihatás erősen kötött háncsrétegű kéreg éles szerszámmal vagy hidraulikus uton történő eltávolításakor erősebben érvényesül, mint laza háncsrétegű kéreg, illetve tompa szerszámmal (surlódás útján) működő berendezés esetében.



1. ábra

Ugyancsak egyértelmű a kéreg nedvességtartalmának kihatása a fajlagos kérgelési ellenállásra. Számos tapasztalati adat utal arra, hogy a magasabb nedvességtartalom hatására fellazult kéreg fajlagos kérgelési ellenállása a nedvességtartalomtól függő mértékben csökken. Ezt a kihatást szemlélteti a 2. ábra. (A hőkezelés jelen esetben 98-100°C-os vízben való áztatást



2. ábra

A kérgelési ellenállás csökkenése fenyőrostfánál, növekvő előhőkezelésnél

jelent. A kérgelési ellenállás Wilcox-féle torziós nyomatókon alapuló standard-készüléknek megfelelő egyezményes egységekben kifejezve.)

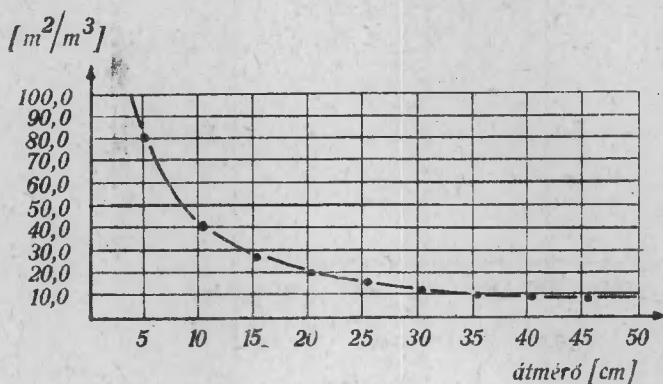
A nedvességtartalom növelése, illetve az ezzel esetleg kapcsolódó termikus behatás nem csupán a kérgelési ellenállás csökkenését eredményezi, hanem előnyösen hozzájárul a háncsrétegnek a faanyagtól való differenciálódásához, mely által jóval könnyebben biztosítható a kéreg minimális anyagvesztés mellett történő eltávolítása. Mindez arra mutat, hogy a kérgelés teljesítményigénye, termelékenysége és gazdaságossága szempontjából egyaránt előnyösnek tekinthető a rönkök vízben vagy vízpermet alatt történő tárolása, valamint a kérgelést megelőző hidro- vagy higrotermikus kezelés.

A kérgelt rönkök átmérőjének kihatása a kérgelés energiaszükségletére, termelékenységre és gazdaságosságára, több szempontból vizsgálható.

A tényleges kérgelési teljesítményfelvételre a rönkátmérő értéke a legtöbb lemeziparban alkalmazott kérgelőgép-típus esetében nincs lényeges kihatással, inkább a rönk mozgatásának teljesítményszükséglete módosul a gép konstrukciójától függően. Ugyancsak viszonylag kismértékben befolyásolja a rönkátmérő a fajlagos energiaszükségletet, valamint a termelékenységet, amennyiben ezeket az értékeket a lekérgelt felületre vonatkoztatjuk.

Mivel a kéregfelületre vonatkoztatott teljesítményigény- és termelékenység-adatok inkább analitikus jellegűek, a gyakorlatban csaknem kizárólagosan a lekérgelt rönkmennyiség köbtartalmát vesszük alapul. Ez esetben - tehát m^3 -re vonatkoztatott teljesítményigény és termelékenység esetében - a rönkátmérő értéke jelentős tényezővé válik. Ez könnyen belátható, ha tekintetbe vesszük, hogy míg a kéregfelület - azonos hosszegység mellett - lineárisan változik az átmérő függvényében, addig a térfogat négyzetesen, s ennek eredményeképpen a fajlagos kéregfelület s a rönkátmérő között a 3. ábrán vázolt hiperbolikus összefüggés áll fenn.

Számítással kimutatható, hogy mindazon kérgelőberendezések esetében, melyek lekérgelt felületre vonatkoztatott teljesítményfelvétele, valamint időegység alatt lekérgelt felületben kifejezett termelékenysége közelítőleg ál-



3. ábra

A fajlagos kéregfelület változása a rönkátmérő függvényében

landó (ez a feltétel, mint már említettük, a lemeziparban alkalmazott kérgelőberendezések legnagyobb részénél fennáll), a rönkátmérő növelésével a termelékenység lineárisan növekszik, míg a fajlagos teljesítményfelvétel hiperbolikusan csökken.

A rönkök hosszának, görbületének és ágasságának a kérgelés teljesítményigényére és termelékenységére gyakorolt hatása már kevésbé egyértelműen és elkülönülten jelentkezik, mint a rönkátmérő esetében. Így pl. folyamatos üzemi kérgelőberendezések alkalmazásakor a rönkök hossza csupán kisebb mértékben befolyásolja a kérgelés teljesítményigényét és termelékenységét, míg a rönkök hosszának és görbületének szimultán hatása már számottevő tényezőt jelent (elsősorban a rönköket hossz tengelyük körül forgatva továbbító berendezések esetében). A hossz méret növelése által fokozott mértékben jelentkező görbeség számos kérgelőgép-típus - pl. Stahlacke (NSZK), Hurricane (USA), KMW (svéd) típusú gépek - üzemenél a munka minőségének romlására, a berendezés káros túlterhelésére vezet.

Tekintettel arra, hogy a szakaszos üzemi kérgelőberendezések gazdaságosságának már eleve előfeltételei közé tartozik a hosszolt állapotban történő kérgelés, az előbbiek figyelembevételével megállapítható, hogy a lemezipari kérgelőberendezések túlnyomó többségének esetében - s különösen nagyobb görbületű rönkök kérgelésénél - műszaki és gazdasági szempontból egyaránt indokolt a hosszoltás műveletének a kérgelés elé való behelyezése.

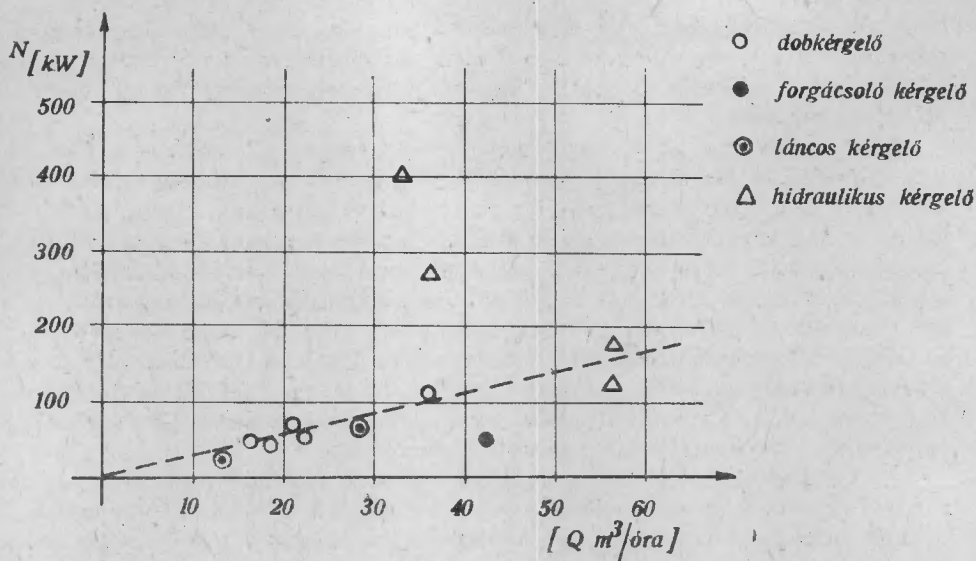
A fokozottabb mértékű ágasság leginkább a láncos - pl. Aström (svéd) tip. - valamint az álló kések - pl. Valo-2 (finn) tip. - kérgelőgépek esetében fejt ki káros hatást, míg egyéb géptípusok üzemeltetésekor nem jelent számottevő tényezőt.

A kérgelendő anyag jellemzőinek az előbbiekben vázolt vizsgálata alapján megállapítható, hogy - bár e tényezők kihatása általánosságban felbecsülhető - a kérgelés teljesítményigényére, kapacitására és gazdaságosságára gyakorolt hatás konkrét értékét az egyes berendezés-típusok konstrukciója határozza meg. A teljesítményigény, a kapacitás, s ezzel a gazdaságosság alakulását a kérgelésre kerülő anyag jellemzőinek függvényében tehát minden egyes géptípusnál külön-külön, a konstrukciós és üzemelési adatok figyelembevételével kell megállapítani.

A gépi kérgelés gazdaságosságát meghatározó fontosabb tényezők az alábbiak:

- a) a fajlagos energiaigény,
- b) a fajlagos beruházási költség,
- c) a faanyagveszteség,
- d) a kérgelés minősége.

A felsoroltakon kívül még megemlítendő a fajlagos munkaerő-szükséglet s a szerszám-szükséglet, azonban az előbbi a munka racionális szervezésével s különböző transzportőr-berendezések beiktatásával bármely géptípus esetében a minimálisra csökkenthető, az utóbbi pedig a lemezipari kérgelőgépek terén mint effektív költségtényező kevésbé lényeges (a szerszám-



4. ábra

Összefüggés a kérgetőgépek kapacitása és energiafelvétele között

kopásból származó termelékenység-csökkenést a gépek kapacitására vonatkozó adatok foglalják magukban), s ezért e két tényező vizsgálatára nem térünk ki.

A fajlagos energiaigény, azaz az egységnyi kérgelt mennyiségre eső energiafelvétel kifejezhető a tényleges energiafelvétel s a megfelelő kapacitás viszonyával.

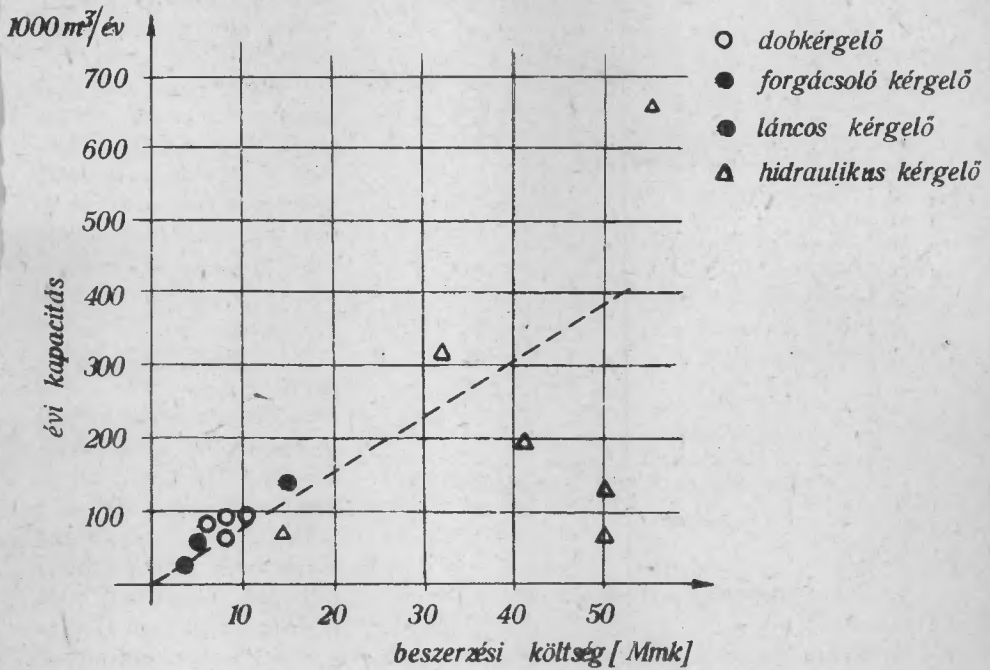
Néhány elterjedtebb kérgetőgép-típus ez irányú vizsgálatának (2) eredményeit szemlélteti a 4. ábra.

Az egyes géptípusok fajlagos energiaigényének a diagramon a megfelelő pontokat az origóval összekötő egyenes iránytangense felel meg.

Megfigyelhető, hogy fajlagos energiaigény szempontjából a mechanikus kérgetőgép-típusok között lényeges eltérés nincs. A hidraulikus kérgetőgépek fajlagos teljesítményigénye kisebb kapacitás esetében többszörösen meghaladja a mechanikus gépeket, azonban a kapacitás növelésével ez az érték egyre kedvezőbbé válik, s cca. 50 m³ óránkénti termelés esetében már a mechanikus gépek szintjén mozog. E kérdés részletesebb vizsgálatára a 3. fejezetben térünk ki.

A fajlagos beruházási költség, azaz az egyes géptípusok beszerzési árának az időegység alatt kérgelt mennyiségre eső része, lényegileg az amortizációs idő meghatározásának alapját képezi, s a beszerzési költség, valamint az évi kapacitás viszonyával fejezhető ki.

Az előbbi grafikonon szereplő géptípusok ez irányú összehasonlító vizsgálatának eredményeit az 5. ábra szemlélteti. Az egyes géptípusok fajlagos beruházási költsége a grafikon megfelelő pontjait az origóval összekötő egyenesek iránytangensének reciprokéval egyenlő.



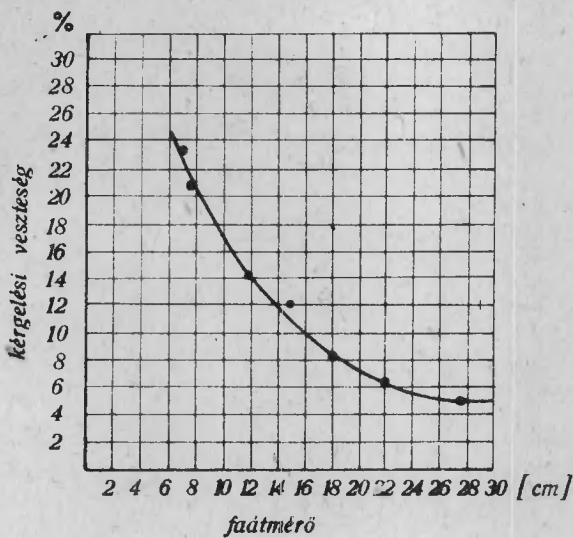
5. ábra

Összefüggés a kérgelőgépek beszerzési költsége és kapacitása között

Akárcsak a fajlagos energiaigény vizsgálata során, ez esetben is megfigyelhető, hogy a mechanikus kérgelőgépek fajlagos beruházási költségei között lényeges eltérés nem mutatkozik, valamint az, hogy a hidraulikus kérgelőgépek ez irányban vizsgált gazdaságossága az évi kapacitással arányosan emelkedik, s cca. 250 000 m³ évi kapacitás fölött a hidraulikus gépek fajlagos beruházási költsége a mechanikus gépek megfelelő értéke alatt van. Ez utóbbi megállapítás elsősorban azzal magyarázható, hogy - működési elvükből kifolyólag - a hidraulikus kérgelőgépek előállításának költségét a kapacitás növelése kevésbé befolyásolja, mint a mechanikus uton kérgelő gépekét.

A gazdaságosság fentiekben ismertetett tényezőinek vizsgálata alapján két jelentős következtetés vonható le. Az egyik az, hogy - a kérgelőgépek gyártásának jelenlegi színvonala mellett - gazdaságossági szempontból a mechanikus, valamint a hidraulikus elven működő géptípusok közül, kisebb évi kapacitás esetében az előbbi, míg nagyobb (s elsősorban 100 ezer m³/év fölötti) kapacitás esetében inkább az utóbbi csoportba tartozó berendezések alkalmazása indokolt.

A másik fontos megállapítás, mely az előző vizsgálatokon alapul, az, hogy a mechanikus, illetve a hidraulikus kérgelőgépek csoportjába tartozó berendezés-típusok összehasonlító gazdaságossági vizsgálatához (amennyiben néhány szembetűnően hibás konstrukciótól eltekintünk) a fajlagos energia-



6. ábra

Papirfa kérgelésénél előálló faveszteség

sát az előzőekben érintettük) a kérgelési faveszteség mértéke a rönkátmérőtől is függ. Ezt a kihatást szemlélteti a 6. ábra.

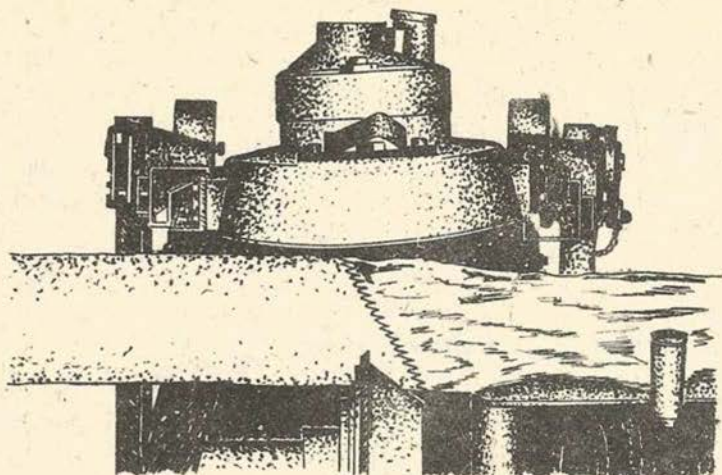
Megfigyelhető, hogy a vázolt összefüggés - a 3. ábrához (a fajlagos kéregfelület változása a rönkátmérő függvényében) hasonlóan - hiperbolikus jellegű. Ez a hasonlóság egyenesen következik abból, hogy - adott kérgelőgép, valamint azonos kéregstruktúra és állapot esetében - az abszolút faanyagveszteség a kérgelt felülettel, s így a térfogatra vonatkoztatott faanyagveszteség a fajlagos felülettel közel egyenesen arányos.

Mivel a vizsgálatok arra mutatnak, hogy az átmérő csökkenésével a kérgelési faanyagveszteség egyre jelentősebb tényezővé válik, megállapítható, hogy mindazon lemezüzemek esetében, melyek túlnyomórészt kisebb (18-22 cm) átmérőjű rönköket dolgoznak fel, a faanyagveszteség mértéke az alkalmazásra kerülő kérgelőgép-típus elbírálásának döntő kritériumát kell hogy képezze.

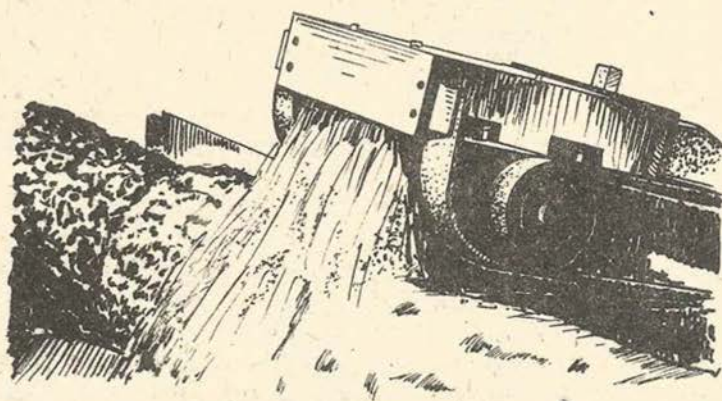
A jelenleg gyártott kérgelőgép-típusok ez irányú vizsgálata során megállapítottuk, hogy a mechanikus kérgelőberendezések terén az éles, valamint a tompa szerszámmal működő kérgelőgép-típusoknál előálló faanyagveszteség között általában nincs lényegesebb eltérés. Lemezipari viszonylatban az éles szerszámmal működő kérgelőgépek csoportjából előnyösebbnek tartjuk azon géptípusok alkalmazását, melyek a kérget a rönk hossz tengelyével megegyező, vagy azt megközelítő irányban forgácsolva távolítják el. E berendezések közül példaképpen említjük a kizárólag kisebb átmérőjű rönkök kérgelését szolgáló Bezner RPU tip. gépet (lásd 7. ábra).

igényre, valamint a beruházási költségre vonatkozó adatok csupán korlátozott mértékben nyújtanak támpontot. Ebből következik, hogy az ilyen jellegű vizsgálatok alkalmazásával egyéb tényezők kerülnek fokozottabban előtérbe. E tényezők közül elsőnek említendő a kérgelési veszteség.

A kérgelési faveszteség - érthetően - nem kizárólag az egyes kérgelőgép-típusok konstrukciós adottságainak függvénye. A kéreg, illetve a rönk külső rétegeinek strukturáját és állapotát jellemző tényezőkön kívül (melyek ez irányú kihatá-



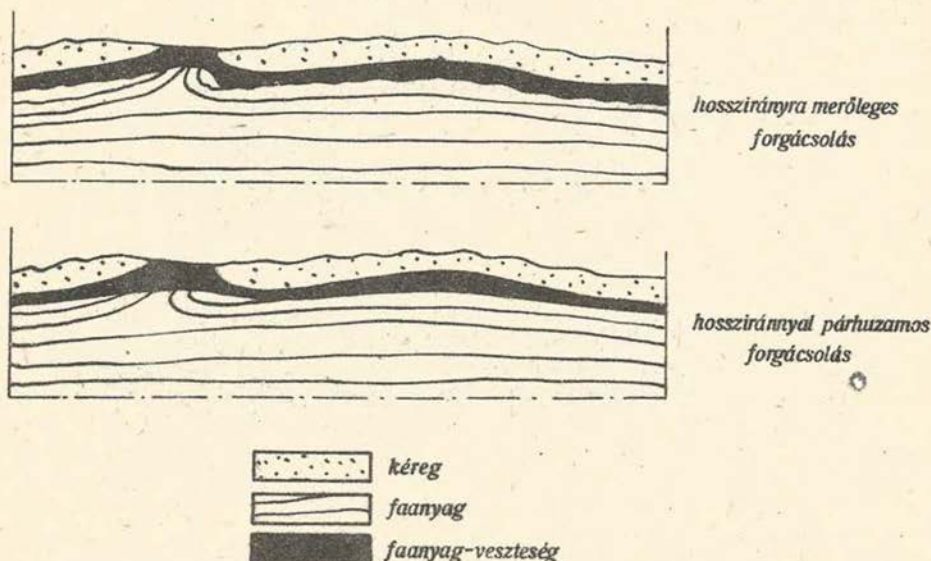
7. ábra



8. ábra

Az említett gépek előnye a hosszirányra merőlegesen forgácsoló gépekkel szemben, hogy a faanyagveszteség elsősorban a rönkök erősebben kiálló, a befoglalt hengeren kívül eső anyagrészeiből adódik, s így lemezipari szempontból kevésbé jelentős, míg a hosszirányra merőlegesen forgácsoló gépek - mint pl. a 8. ábrán bemutatott Hosmer V-20 (USA) tip. kérgelőgép - esetében a kérgelési anyagveszteség a rönkfelületen közel egyenletesen oszlik meg, s ugyanakkor - a faanyag rostos szerkezetéből kifolyólag - a roncsolódások fellépésének veszélye is nagyobb. Az elmondottakat a 9. ábra szemlélteti.

A surlódás által kérgelőgép-típusok esetében ugyancsak keletkeznek anyag-leválások és roncsolódások, azonban ez a káros hatás nagymértékben



9. ábra

Faanyag-vesztés éles szerszámmal működő kérgelőgépek esetében

csökkenthető a kéreg nedvességtartalmának emelése (tároláskor), vagy hidro-, illetve higrotermikus kezelése (hőkezelése) által.

A jelenleg gyártott kérgelőgépek közül a kalapácsos kérgelőgépek vezetnek a legnagyobb mérvű faanyagvesztésre, illetve roncsolódásokra, így e géptípusok alkalmazása a lemezipar (s elsősorban a kis átmérőjű rönköket feldolgozó üzemek) területén a legkevésbé indokolt. Ugyancsak alkalmatlanok kis átmérőjű rönköket feldolgozó lemezüzemek számára azok a (folyamatos üzemű) gépek, melyek előtolóművének kiképzése nagyobb mértékben veszélyezteti a kérgelt rönk felületének épségét.

A kérgelés minőségét az egyes géptípusokon biztosítható kérgelés százalékos értéke, valamint a kérgelt felület minősége határozza meg.

Lemezipari viszonylatban a kérgelés százalékos értéke nem sorolható a gazdaságosságot befolyásoló tényezők közé, mivel a lemezipari kérgelőgépek alkalmasságának előfeltétele a 100%-os, háncsmentes kérgelés biztosítása, tehát mindazon géptípusok, melyek e feltételnek nem felelnek meg - pl. Valo (finn) tip. kérgelőgép - a lemeziparban nem kerülhetnek alkalmazásra.

^ kérgelt felület minősége a lemezipar terén fokozott jelentőséggel bír, mivel az alábbi káros kihatásokkal kell számolnunk, ha a kérgelőberendezés nem biztosítja a lekérgelt felület megfelelő simaságát.

a) A roncsolt rönk-felületre könnyen felrakódhatnak a hámozókés élét veszélyeztető különféle szennyeződések (por, homok stb.), s ezek eltávolítása nem oldható meg egyszerű eszközökkel.

b) A roncsolódások következtében fellazult rostok hámozáskor káros lerakódásokra, eltömődésekre vezetnek.

c) Lemezipari viszonylatban a durva, roncsolt rönkfelület egyben jelentős anyagvesztést is jelent.

Ez utóbbi megállapítás alapján a kérgelőberendezések ez irányu vizsgálatát a kérgelési anyagvesztésekre vonatkozó vizsgálatok keretében ismertettük.

A kérgelés gazdaságosságára közvetlenül kiható, az előzőekben ismertetett tényezőkön kívül, a kérgelőgép-típusok vizsgálatának egyéb (elhelyezési, munkaszervezési stb.) szempontjai is ismeretesek, melyek közvetve kerülnek kapcsolatba a kérgelés, vagy a rönkök hámozásra való előkészítése teljes műveletsorának gazdaságosságával. E tényezők közül a legnagyobb kihatással a kérgelőgépek kiszolgálási megoldása bír.

E téren lefolytatott vizsgálataink (8) során megállapítást nyert, hogy korszerű, magas gépesítettségi fokú lemezüzemekben elsősorban a transzportrökhöz könnyen csatlakoztatható, folyamatos előtolású kérgelőberendezések alkalmazása indokolt, mind műszaki, mind pedig gazdaságossági szempontból. Az e csoportba tartozó berendezések az előtolás szempontjából lehetnek egyszerű, folyamatos előtolásúak (pl. Cambio, Simons tip. gépek), valamint a rönköket hossz tengelyük körül forgatva előtoló berendezések (pl. Post Peeler, Allis-Charmers tip. gépek). Az utóbbi géptípusok alkalmazását a rönkök mérete és formája korlátozza, s így elsősorban kisebb átmérőjű, egyenes rönkök kérgelésére használhatók fel.

A kérgelőberendezések egyéb műszaki-gazdaságossági tényezőinek (pl. helyigény, tényleges teljesítményfelvétel stb.) jelentősége esetenként változó, többnyire a helyi adottságok függvénye, s ezért e tényezők vizsgálatára jelen munkánkban nem térünk ki.

3. A HIDRAULIKUS KÉRGELÉSI ELJÁRÁS VIZSGÁLATA

A hidraulikus kérgelőberendezések számos tekintetben felülmúlják a forgácsolás vagy surlódás útján működő típusokat. A vizsugárral kérgelő gépek fontosabb előnyei a következők:

a) A kéreg eltávolítását minimális anyagvesztéssel, jó minőségben biztosítják.

b) Mivel szerszámkopás ez esetben nincs, az ezzel járó munka- és költségráfordítások, valamint veszteségek elmaradnak.

c) Konstrukciójuk viszonylag egyszerű, s ezért üzemelésük igen biztonságos, a legtöbb géptípus esetében nem igényel külön irányítást vagy felügyeletet.

A felsorolt előnyök ellenére, a hidraulikus kérgelőgépek alkalmazási területe erősen korlátozott. Ennek oka elsősorban az, hogy a legtöbb hidrau-

likus kérgelőberendezés teljesítményfelvétele (300 - 1400 kW) erősen meghaladja a hasonló célokra alkalmazott mechanikus gépeket. Ezért a vizsugárral működő kérgelőgépeket többnyire csak a megfelelő adottságokkal rendelkező, nagy (mintegy 300-500 m³/műszak) kapacitású lemezüzemek alkalmazzák. Az elmondottakat meggyőzően szemlélteti a 10. ábra, mely egy Bellingham tip. hidraulikus kérgelőberendezés szerelési munkálatait ábrázolja (Union Lumber Company, USA).

A létesítendő berendezés szivattyujának teljesítményfelvétele 1200 LE, a percenként továbbított vízmennyiség mintegy 4500 liter.

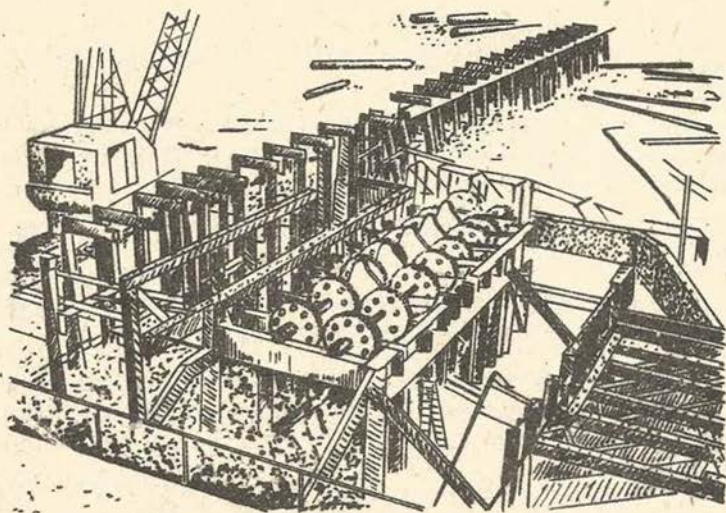
Tekintetbe véve a hidraulikus kérgelőberendezések jelentős előnyeit, vizsgálat tárgyává tettük a vizsugaras kérgelés gazdaságos alkalmazásának lehetőségeit kisebb kapacitású lemezüzemek terén.

3.1. A hidraulikus kérgelés alapvető műszaki - gazdaságossági tényezői közt fennálló viszony vizsgálata

Az ez irányban folytatott kutatómunka első lépéseként magyarázatot kell találni arra, hogy a hidraulikus kérgelés energiaigénye és a kérgelési kapacitás között - a jelenleg gyártott géptípusok esetében - tapasztalt összefüggés (lásd 4. ábra) mely tényezők hatására vezethető vissza.

A kérdés magyarázatát elsősorban a kérgelő vizsugár s a rönk relatív elmozdulásának jellegében, valamint abszolút mértékében látjuk.

Nyilvánvaló ugyanis, hogy ahhoz, hogy egy - a rönköt adott irányban érő, s ahhoz viszonyítva adott irányban és sebességgel elmozduló - vizsugár a kérget megbontsa és eltávolítsa, a vizsugár megfelelő nyomással és időegység alatt megfelelő mennyiségben kell/hogy a rönk felületét érje. Adott eset-



10. ábra

ben tehát a nyomás s az áramló mennyiség alsó határértéke - azaz az időegység alatt közlendő energia minimális mennyisége - feltétlenül meghatározott.

A vizsugár által hordozott energia azonban csak részben fordítódik a kéreg eltávolítására. A hidraulikus kérgelés makro- és mikroszkópikus jelenségeinek figyelembevételével, a kérgelő vizsugár energiája a következő két fő irányba bontható fel:

1. A vizsugár torlónyomásának közvetlenül kitett anyag zónájában le-
adott energia.

2. A távozó mennyiség által hordozott energia.

Ez utóbbi tényező jelentőségéről a 11. ábrára tekintve meggyőződhetünk.

A vizsugár energiamérlegének 1. sz. ága az alábbiak szerint tovább bontható:

1/a. A kéreg, valamint a faanyag külső rétegének rugalmas alakváltozása által felemésztett energia.

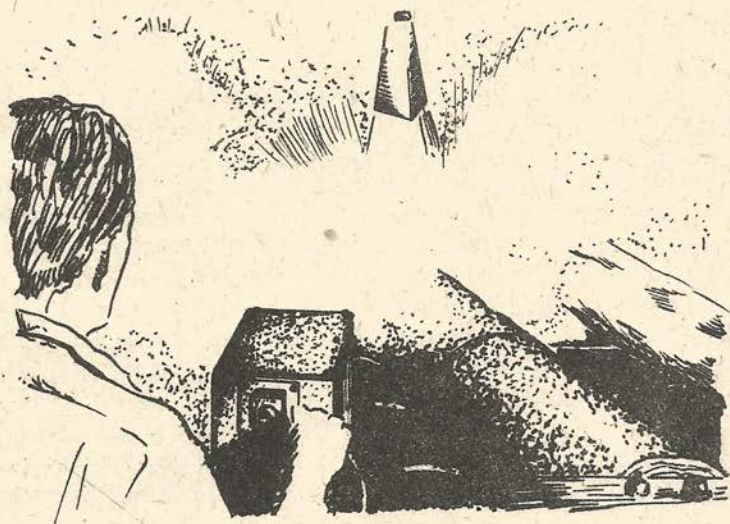
1/b. A kéreg maradandó alakváltozására fordított energia.

1/c. A kéregnek a faanyagról való leválasztására fordított energia.

1/d. A kéreg össztömegéből, valamint a faanyag felületéről leválasztott kéreg eltávolítására fordított energia.

1/e. A vizsugár torlódásából származó belső surlódások által felemésztett energia.

A hidraulikus kérgelés elméleti minimális energiaigényét az 1/b., 1/c., valamint 1/d. pontokban jelölt energiaráfordítások minimális értéke képezi. (Tehát a "tökéletes kérgelést" az jellemezné, hogy a felhasznált ener-



11. ábra

gia teljes mértékben a kéregnek a faanyagról történő leválasztásának és eltávolításának minimális energiaigényére fordítódna. Ez természetesen teljesen irreális.)

Az elméleti minimális energiaigény és a tényleges energiaráfordítás viszonya a kérgelés hatásfokát képezi, melyet az $1/a$ - $1/e$., valamint 2. pontokban említett, egymással feltehetően szoros kapcsolatban álló tényezők összessége határoz meg. E tényezők abszolút, valamint egymáshoz viszonyított értéke egyrészt a kérgelésre kerülő anyag jellemzőinek, másrészt az egyes kérgelőberendezések konstrukciós és üzemelési adatainak függvénye.

A kérgelésre kerülő rönkök ez irányú kihatással bíró jellemzői közül csupán az alábbi hármat említjük, azokat, melyek a kérgelés hatásfokának növelése céljából kedvezően módosíthatók:

- a) a kéreg rugalmassága,
- b) a kéreg mechanikai szilárdsága,
- c) a kéregnek a faanyaghoz való tapadása.

Mindhárom tényező értéke jelentősen csökkenthető a kéreg nedves-tartalmának növelése, illetve a rönkök hőkezelése által.

A hidraulikus kérgelőberendezések konstrukciójának és üzemének azon jellemzői, melyek a kérgelés hatásfokára kihatnak, a következők:

- a) A lövőkék furatának kiképzése.
- b) A lövőkék furatának mérete.
- c) A lövőkék száma.
- d) A vizsugarak nyomása.
- e) A vizsugarak és a rönkfelület relatív pozíciója.
- f) A vizsugarak mozgásának a rönkfelülethez viszonyított iránya.
- g) A vizsugarak mozgásának a rönkfelülethez viszonyított sebessége.

A lövőkék furatának kiképzése a legtöbb jelenleg gyártott géptípus esetében hengeres. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy a vizsugár minimális szóródása - s ezzel a legnagyobb torlónyomás - körkeresztmetszetű vizsugár esetében biztosítható.

A vizsugarak és a rönkfelület relatív pozíciója tekintetében ugyancsak a legtöbb kérgelőtípus megegyezik, lévén, hogy a vizsugarak iránya általában merőleges a rönkfelületre. Ez a viszony egyrészt arra vezethető vissza, hogy adott nyomású vizsugár esetében így biztosítható a legnagyobb kérgőfelületre ható nyomás, másrészt arra, hogy a kérgőfelület és a vizsugár iránya által bezárt szög értékének ingadozása (mely a rönkök átmérőjének változása, vagy a rönkök görbületéből adódó elmozdulások következtében a kérgőfelület s a vizsugár kontaktusának megszakadására is vezethet) ebben az esetben a minimális. Ez utóbbi megállapítás a magyarázata annak, hogy a kérgőfelületre részben érintőleg ható vizsugárral történő kérgelés csupán a nagyobb átmérőjű rönkök kérgelésére alkalmas, valamint az irányítható vizsugárral működő (pl. Sumner Bellingham tip.) szakaszos üzemű berendezés-típusok terén fordul elő.

A lövőkék furatának méretét és a vizsugarak nyomását - a kérgelés fajlagos energiaigényének csökkentése érdekében - úgy határozzák meg, hogy adott lövőke-szám, valamint a vizsugarak mozgásának adott iránya és sebessége esetében, az egyes lövőkék biztosítsák a kéregnek - az utóbbi három tényező által - meghatározott szélességű sávban történő eltávolítását.

A kérgelés határfokát befolyásoló tényezők közül még a c), f) és g) pontokban foglaltakra kell kitérnünk. Ez a három tényező határozza meg az egyes géptípusok alapkoncepcióját, mivel a kérgelőberendezések előzőekben ismertetett jellemzői között lényegesebb eltérést nem mutatkozik, illetve értéküket ez utóbbi tényezők határozzák meg.

A lövőkék számának, valamint a vizsugarak kéregfelülethez viszonyított mozgási irányának és sebességének meghatározásánál, azaz az egyes géptípusok alapkoncepciójának kialakítása során az a követelmény képezi a kiindulási alapot, hogy a berendezés a rönkök teljes kéregfelületére kell hogy biztosítsa a vizsugarak hatását, s ezzel 100%-os kérgelést.

Ez a követelmény az alábbi két uton elégíthető ki:

1. A vizsugarak sebességének kisebb értéken való tartása mellett nagyobb számú vagy nagyobb teljesítményfelvételű vizsugár alkalmazásával.

2. Kisebbszámú vizsugárnak a rönkfelülethez viszonyított nagyobb sebességgel való mozgásával.

Nagyobb teljesítményfelvételű lövőkék alkalmazása nyilvánvalóan az energiafelvétel növelésével jár. Ugyancsak erre vezet a lövőkék számának növelése, mivel (mint már az előzőekben említettük) adott viszonyok mellett, az egyes lövőkék teljesítményfelvétele csupán egy meghatározott értékig csökkenthető.

A vizsugár kéregfelülethez viszonyított elmozdulási sebességének hatása már kevésbé egyértelműen meghatározott. Korántsem tekinthető ugyanis bizonyosnak az, hogy egy - a rönk felületén adott viszonylagos sebességű elmozdulással bíró - adott teljesítményfelvételű vizsugár elmozdulási sebességének a teljesítményfelvétel állandó értéken való tartása mellett történő növelése feltétlenül a vizsugár roncsoló hatásának (azaz az egységnyi ut megtétele alatt eltávolított kéregfelület nagyságának) a sebességváltozás arányos értékével megegyező csökkenését vonja maga után.

Adott sebességhatárokon belül erősen jogos az a feltételezés, hogy a vizsugár elmozdulási sebességének - azonos teljesítményfelvétel mellett történő - növelésével a vizsugár roncsoló hatásának csupán a sebesség-arány tört részét kitevő csökkenése párosul. (Ennek magyarázatát a kérgelés energiamelegének - elsősorban az 1/e. pontban említett tényező értékének csökkenése, valamint a vizsugár dinamikus hatásának növekedése által eredményezett - módosulásban, azaz a kérgelés határfokának javulásában látjuk.) Mivel a vizsugár által időegység alatt megtett ut növekedése a sebesség változásával egyenesen arányos, az előbbiekből az következik, hogy - adott sebességhatárokon belül - a vizsugár s a kéregfelület viszonylagos elmozdulási sebességének növelésével csökkenthető a fajlagos energiaigény.

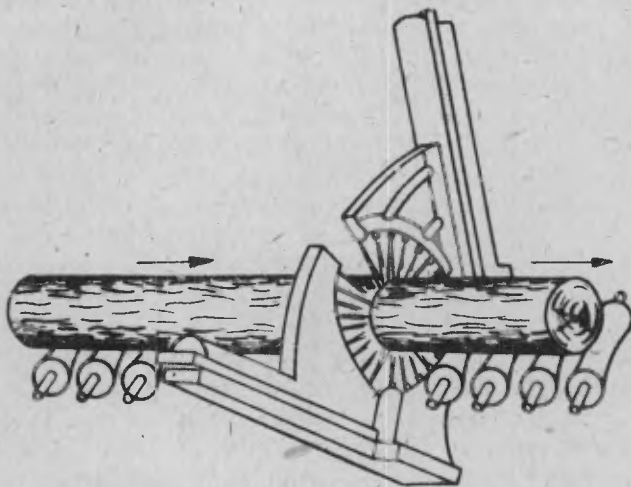
Tekintettel arra, hogy a jelenleg gyártott hidraulikus kérgelőgép-típusok terén a vizsugarak mozgásának a kéregfelülethez viszonyított sebessége feltehetően - az egyes berendezések konstrukciójától és termelékenységétől függő mértékben - alatta van azoknak a sebességhatároknak, melyeken belül az előbbi megállapításban foglaltak érvényesek, e megállapítások jelentős következtetésekre vezetnek, melyeket a továbbiakban ismertetünk.

A vizsugarak s a rönkfelület viszonylagos sebességének tekintetében, a jelenleg gyártott kérgelőgép-típusok erősen különböznek egymástól. E szempontból - az előbbieken rögzített megállapítások figyelembevételével - a legkedvezőtlenebbül ítélhetők meg a rönkök egyszerű előtolásával működő, stabil lövőkékkel ellátott géptípusok. A 12. ábrán bemutatunk egy ilyen gépet (Worthington tip.), mely 40 nagynyomású lövőkével üzemel.

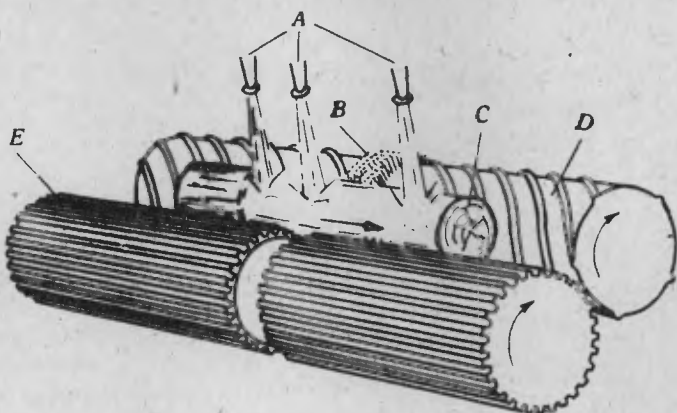
Mivel ez esetben a vizsugarak s a rönkfelület viszonylagos sebessége az előtolási sebességgel egyenlő, nyilvánvalóvá válik, hogy e géptípusok üzemelésének gazdaságossága csupán igen nagy előtolási sebesség, azaz igen nagy kapacitás mellett biztosítható.

Kedvezőbb a helyzet azon géptípusok terén, melyeknél a rönk előtolásával (folyamatos üzemű gépek), illetve lövőkéknek a rönk hossz tengelyével párhuzamos irányú mozgásával (szakaszos üzemű gépek) a rönk hossz tengelye körül végzett forgása is párosul. Ilyen géptípusok egy-egy jellemző példányát mutatjuk be a 13., ill. 14. ábrán (Allis-Charmer, ill. Zellerbach tip.).

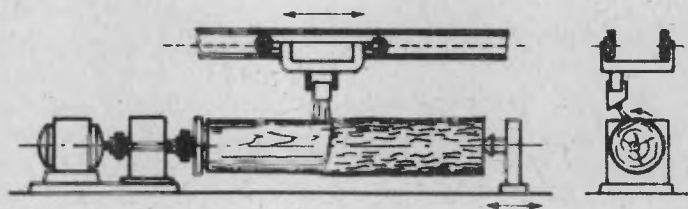
E géptípusok esetében a vizsugarak s a kéregfelület viszonylagos sebességét elsősorban a rönkfelület kerületi sebessége határozza meg, mely érték az előtolási sebességet jelentősen meghaladhatja. (Az utóbbi két ábrát a 12. ábrával összehasonlítva, megfigyelhető a lövőkék számában mutatkozó eltérés, mely végső soron a teljesítményigény alakulására hat ki.)



12. ábra



13. ábra

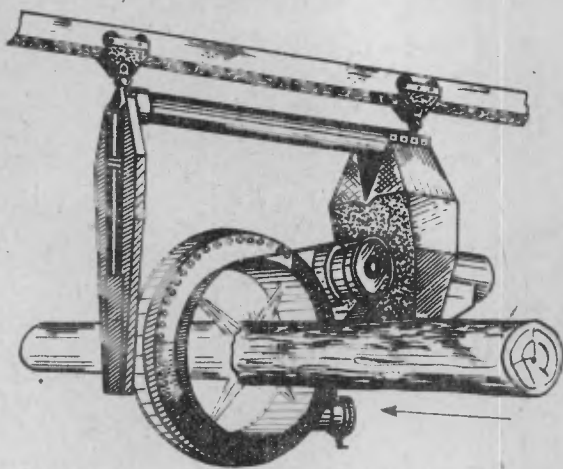


14. ábra

Az ebbe a csoportba tartozó gépek alapkonstrukciója már kisebb-teljesítményfelvételű géptípusok kialakítására is alkalmas. Gyakorlatilag azonban - elsősorban a rönkök görbeségéből, viszonylag nagy tömegéből, valamint e tömeg súlypontjának többnyire excentrikus elhelyezkedéséből kifolyólag - a rönk kerületi sebességének (s ezzel a vizsugar s a rönkfelület viszonylagos sebességének) növeléséhez több hátrányos tényező kapcsolódik. Ezért e géptípusok kialakításánál a kéreg adott kapacitás mellett biztosítandó 100%-os eltávolításának követelménye által meghatározott minimális kerületi sebességet veszik alapul. Mivel ezáltal az alkalmazott kerületi sebesség elsősorban a kapacitástól függ, a hidraulikus kérgelőgép-típusok e csoportjának esetében is érthetővé válik a fajlagos energiafelvétel s^* a kapacitás között tapasztalt összefüggés.

A rönk forgatásával párosuló hátrányokat küszöbölik ki azok a gépkonstrukciók, melyek - a rönkök hossz tengelye, vagy arra merőleges tengely körül - forgó mozgást végző lövőkkel üzemelnek. E gépek jellegzetes típusa a 15. ábrán bemutatott Hansel tip. kérgelőgép.

Az ebbe a csoportba tartozó konstrukciók esetében a vizsugarak kérgfelülethez viszonyított sebessége többszörösen meghaladhatja az egyéb géptípusok hasonló értékét. Ennek alapján - véleményünk szerint - e géptípusok konstrukciós alapelveinek felhasználásával nyílik mód a hidraulikus kérgelés gazdaságossági szempontból optimális megvalósítására olyan lemez-



15. ábra

nyitást nem nyernek, csupán hipotetikusnak tekinthetők. Ugyancsak számos kísérlet elvégzését igényli a vizsgálatok során levont következtetések gyakorlati hasznosítása.

Az említett kísérletekkel kapcsolatos kérdések tárgyalására a következő pontban térünk ki.

3.2. A hidraulikus kérgelés műszaki-gazdaságossági tényezői közt fennálló összefüggés vizsgálatára, valamint e tényezők optimális értékének és viszonyának meghatározására irányuló kísérletek alapadatai és metodikája

A fejezetcimben lényegileg megjelöltük azokat az alapelveket, melyek a hidraulikus kérgelés vizsgálatát célzó kísérletek jellegét meghatározzák.

E kísérletek megfelelő előfeltételeinek biztosítására elsősorban a kísérleti berendezés konstrukcióját kell kidolgozni.

Ez irányban végzett munkánk eredményét, azaz a vizsgálatok célkitűzésének optimálisan megfelelő kísérleti berendezés működési alapelvét a 16. ábra szemlélteti.

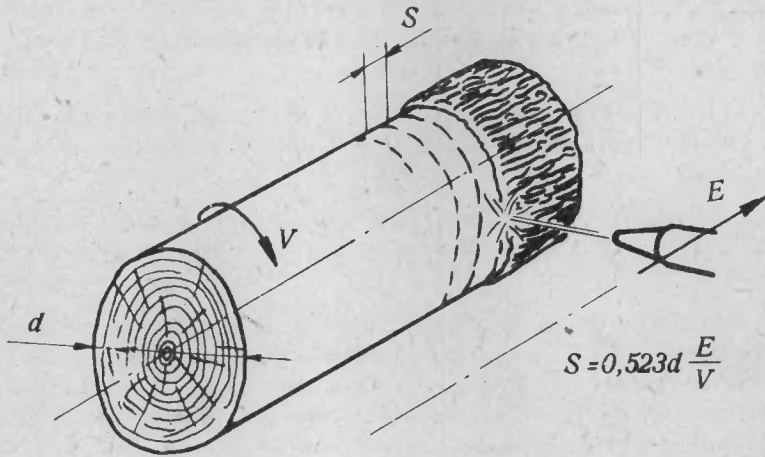
A berendezés rövid leírása

A csucsközé befogott, szabályozható fordulatszámú rönköt egy, a rönk forgástengelyével párhuzamos irányban, szabályozható sebességgel mozgó lövőkéből kiáramló vizsugár kérgeli. A vizsugár nyomása, valamint a rönk hossztenegelyével bezárt szöge szabályozható.

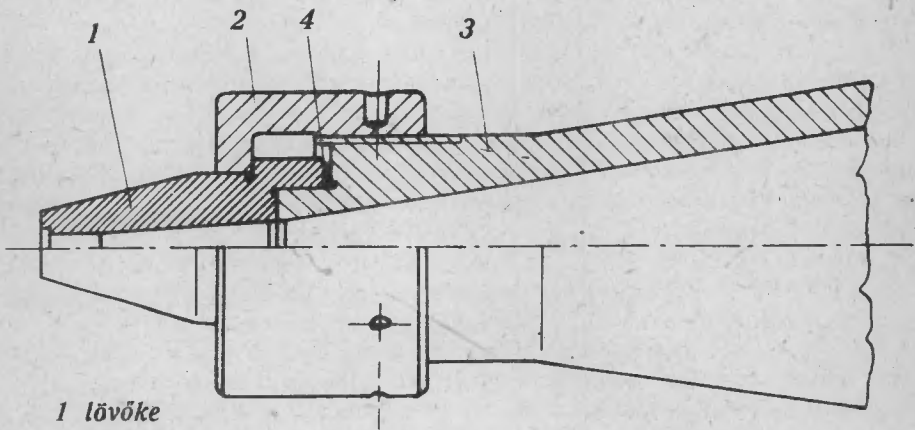
A lövőkék rögzítésének megoldása (lásd 17. ábra) különböző kiképzésű lövőkék alkalmazását teszi lehetővé, továbbá (a hengerestől eltérő furatu lö-

üzemek terén is, melyek rönkfelhasználása a jelenleg gyártott ilyen típusú gépek kapacitásának csupán tört részét teszi ki.

A hidraulikus kérgelés műszaki-gazdaságossági tényezőinek eddigiekben ismertetett vizsgálatok során magyarázatot találtunk a hidraulikus kérgelőberendezések üzemével kapcsolatos alapvető fontosságú kérdésekre. Bár e vizsgálatok szoros kapcsolatban állnak a gyakorlati tapasztalatokkal, mindaddig, míg megszemlénő kísérleti bizo-



16. ábra
Kísérleti hidraulikus kérgelőberendezés működési alapelve



- 1 lövőke
- 2 szorító-anya
- 3 csatlakozó
- 4 tömítő gyűrű

$M = 1:2$

17. ábra
Kísérleti hidraulikus kérgelőberendezés lövőkéjének rögzítése

vőkék esetében) módot ad a lövőkék - hossz tengelyük körül történő - tetszőle-
ges szögű elfordítására.

A kísérleti berendezés működési elvének a leírtak szerint történő ki-
alakítása elsősorban az alábbiakkal indokolható:

a) A berendezés segítségével lehetőség nyílik a hidraulikus kérgelés műszaki-gazdaságossági jellemzőit meghatározó tényezők - a gyakorlat szempontjából számításba vehető - legkülönbözőbb szimultán hatásának reprodukálására.

b) E tényezők beállítása, valamint egyedi és szimultán hatásuk vizsgálata viszonylag egyszerű eszközökkel, s feltétlenül kielégítő pontossággal valósítható meg.

c) A berendezéssel végzett kísérletek eredményei közvetlenül használhatóak a gyakorlati alkalmazás, az optimális kérgelőgép-típusok kialakítása terén.

Az előbbi megállapítások közül csupán a harmadik szorul magyarázatra, mivel eddigi vizsgálataink során kimutattuk, hogy a hidraulikus kérgelő-berendezések gazdaságos üzemének biztosítása elsősorban a vizsugár s a kérgfelület viszonylagos sebességének magasabb értékekre való beállításával érhető el, ugyanakkor viszont azt is megállapítottuk, hogy a javasolt kísérleti berendezés felépítésével megegyező alapkonstrukciójú kérgelőgépek alkalmassága e tekintetben erősen korlátozott. E fejtegetések alapján (bár a kísérleti berendezés esetében - kisebb hosszúságu, jól kiegyensúlyozott tömegű rönkök megfelelő szilárdságu befogása által - lehetőség nyílik a kerületi sebesség kívánt értékekre való emelésére) erősen kétségesnek tűnik a kísérleti eredmények közvetlen gyakorlati hasznosíthatósága.

Figyelembe kell azonban azt is venni, hogy az említett vizsgálatok során megállapítást nyert az, hogy nagy sebességgel mozgó vizsugárral üzemelő kérgelőgépek kialakításához elsősorban a forgógyűrűs (Hansel tip.) berendezések működési elve szolgáltatja a legmegfelelőbb alapot. A kérgfelület s a kérgelő vizsugár viszonylagos mozgásának tekintetében az említett géptípusok teljes mértékben megegyeznek a javasolt kísérleti berendezéssel. A két eset analógiájával csupán a tehetetlenségi erőknek az abszolút mozgások felcserélődéséből származó hatása állítható szembe. Tekintettel a vizsugár nagy áramlási energiájára, a kérdés végleges eldöntése érdekében csupán a kéregben ébredő centrifugális erők jelentőségét kell megvizsgálni.

A kéreg adott darabját a faanyag felületéről leválasztó centrifugális erő hatása akkor éri el a maximumát, ha e kéregdarab kapcsolata a szomszédos kéregállománnyal igen laza, s így gyakorlatilag elhanyagolható.

Mivel az adott kéregdarabra ható centrifugális erő értéke:

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (\text{din})$$

a kéreg tapadási felületében ébredő fajlagos húzóerő:

$$f = \frac{m \cdot r \cdot \omega^2}{a} \quad (\text{din/cm}^2)$$

ahol:

m = a kéregdarab tömege (g)

- r = a kéregdarab súlypontjának távolsága a rönk forgástengelyétől (cm)
 ω = a rönk szögsebessége (rad/sec)
 a = a kéreg tapadási felülete (cm²)

Az utóbbi összefüggés alapján, egyszerű levezetéssel meghatározható a kéreg tapadási felületében ébredő húzófeszültség maximális értéke:

$$\sigma = 5,6 \cdot 10^{-9} \gamma' \cdot d \cdot b \cdot n^2 \quad (\text{kp/cm}^2)$$

ahol:

- γ' = a kéreg fajsúlya (p/cm³)
 d = a rönk átmérője (cm)
 b = a kéreg vastagsága (cm)
 n = a rönk fordulatszáma (f/perc)

A rönk kerületi sebességét a kísérletek során csupán addig indokolt növelni, ameddig a vizsgár kéregfelülethez viszonyított sebességének növelésére a gyakorlatban is lehetőség mutatkozik. Az ennek az értéknek megfelelő fordulatszámot - a gyakorlatban előálló tömitési és csapágyazási nehézségek, valamint a kísérleti rönkök átmérője viszonylag kisebb értékének tekintetbevételével - mintegy 400/perc-re becsüljük. (Ez természetesen még nem jelenti azt, hogy a gazdaságos kérgelés érdekében a vizsgár sebessége is ennek megfelelő értékeket kell hogy elérjen.)

A fordulatszám fenti, maximális értékét figyelembe véve, valamint a kéreg fajsúlyát - magas nedvességtartalmat véve alapul - 1 p/cm³-ben állapítva meg, 20 cm átmérőjű rönk esetében:

$$\sigma = 0,018 b \quad (\text{kp/cm}^2)$$

A centrifugális erő akkor jelentkezhet figyelemre méltó mértékben, ha a kéreg tapadási felületén ébredő feszültség megközelíti a kéreg tapadási szilárdságát, illetve ha a kéreg tapadási szilárdsága a centrifugális erő hatására fellépő feszültséget megközelítő értékre csökken. Tekintettel azonban e feszültség viszonylag csekély értékére, az említett helyzet csupán akkor állhat elő, ha a kéreg vastagsága igen nagy, illetve ha a kéreg és a faanyag kapcsolata igen laza. Mivel e két esetben - a kéreg roncsolására fordítandó teljesítmény növekedése, illetve a kéregnek a faanyagról való leválasztásához szükséges teljesítmény csökkenése folytán - a kérgelés hasznos teljesítményigényét csaknem teljes egészében a kéreg maradandó alakváltozásai emésztik fel (lásd a kérgelés energiamérlegét a 2.1. sz. pontban), s így a roncsolt kéreg leválasztására fordított energia igen csekély mértékben hat ki a kérgelés energiamérlegének alakulására. Ebből következik, hogy ez utóbbi tényező értékének a centrifugális erő hatására bekövetkező változásai a kérgelés teljesítményigénye szempontjából gyakorlatilag elhanyagolhatók.

A javasolt berendezés segítségével végzett kísérletek eredményei tehát valóban közvetlenül hasznosíthatók a műszaki gyakorlatban.

Az elvégzendő kísérletek kiindulóadatainak és metodikájának meghatározásakor elsősorban az ipar által támasztott reális igényeket kell alapul venni. Ennek megfelelően a kísérletek tényezőinek értéke és viszonya a gyakorlat által meghatározott területre kell hogy kiterjedjen.

Az ipar igényeivel való kapcsolat elsősorban a szükséges kapacitásban, azaz a kérgelőberendezéseken biztosítandó - adott rönkátmérő esetében meghatározott - előtolási sebesség minimális értékében mutatkozik meg. A szükséges minimális előtoló sebesség értéke a kapacitás s az átlagos rönkátmérő függvényében:

$$E_{\min} = \frac{Q}{\frac{d^2 \pi}{4 \cdot 10^4} 480 K} = 26,5 \frac{Q}{d^2 K} \text{ (m/perc)}$$

ahol:

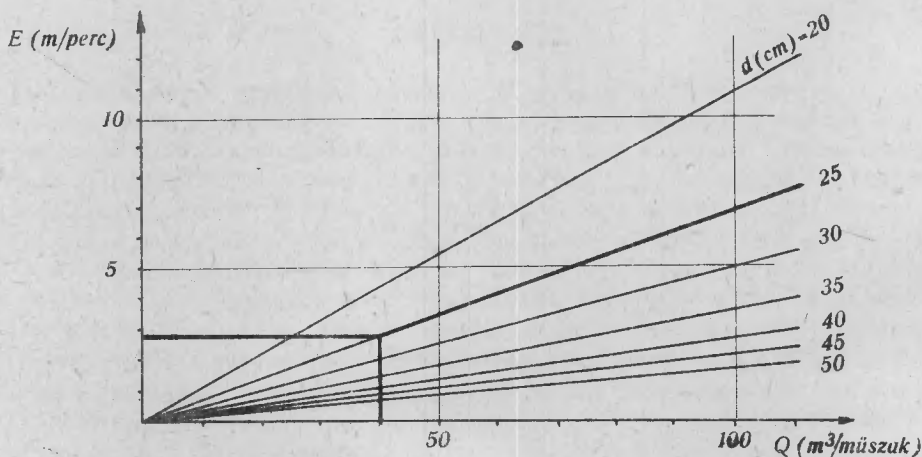
Q = a biztosítandó kapacitás (m³/műszak)

d = az átlagos rönkátmérő (cm)

K = a munkaidő-kihasználási tényező

Ezt az összefüggést szemlélteti a 18. ábra (60%-os munkaidő-kihasználásra vonatkoztatva).

A szükséges kapacitás által meghatározott minimális előtoló sebesség jelentős tényezőt képez, mivel a kérgelő berendezések abszolút teljesítményfelvételének a minimálisra való csökkentése, valamint kapacitásuk gazdaságos kihasználása elsősorban az említett értékre alapuló méretezés által biztosítható.



Példa: $Q=40 \text{ m}^3/\text{műszak}$, $d=25 \text{ cm} \rightarrow E_{\min} \approx 2,8 \text{ m/perc}$

18. ábra

Az átlagos rönkátmérő, a kapacitás, s a minimális előtolósebesség összefüggése. (K = 0,6)

Az előtolási sebesség s a rönk (illetve a lövőkéssel ellátott gyűrű) fordulatszámának viszonya az egy fordulatra eső előtolás nagyságát határozza meg. Egy lövőkével végzett kérgelés megfelelő minősége abban az esetben biztosítható, ha a fordulatra eső előtolás nem haladja meg a lövőke által - az adott tényezők mellett - biztonsággal kérgelhető sáv szélességét. A fordulatra eső előtolás e határértékét a továbbiakban kérgelési szélességnek (S) nevezzük. (Lásd a 16. ábra.)

Megfelelő minőségű, s ugyanakkor gazdaságos kérgelés esetében tehát:

$$S = 1000 \frac{E}{n} \quad (\text{mm})$$

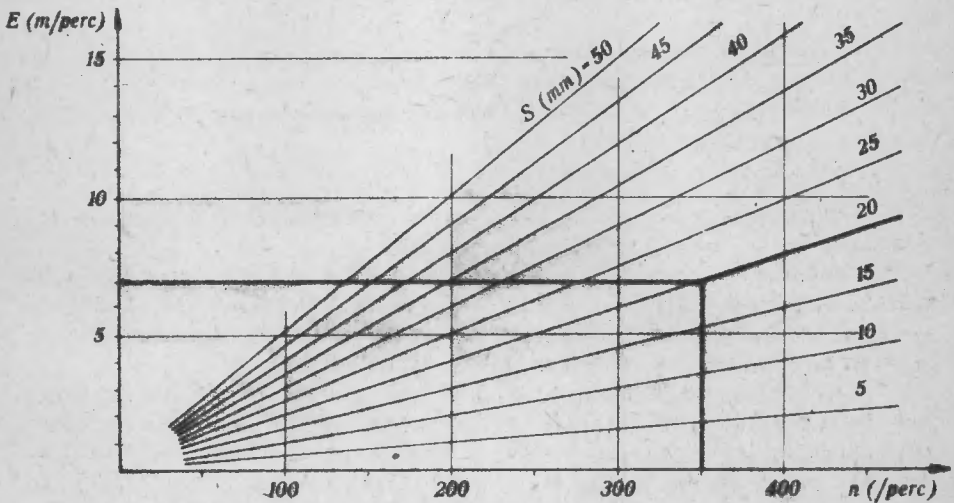
ahol:

E = a lövőke s a rönk tengelyirányu viszonylagos mozgásának sebessége (m/perc)

n = a rönk (ill. a lövőkéssel ellátott gyűrű) fordulatszáma (f/perc)

Ezt az összefüggést a 19. ábra szemlélteti.

A kérgelési szélesség fogalmának bevezetésével jelentősen áttekinthetőbbé válik a hidraulikus kérgelés tényezőinek vizsgálata. Így pl. a (csupán egy lövőkével ellátott) kísérleti berendezés segítségével végzett vizsgálatok tapasztalatai, a kérgelési szélesség értékének felhasználásával - mivel ez esetben a hatások összegeződésének elve jogosan alkalmazható - tetszőleges számú lövőkével üzemelő berendezések terén is közvetlenül hasznosíthatók.



Példa: $E=7\text{m/perc}$, $n=350\text{/perc}$ → $S=20\text{ mm}$

19. ábra

Az előtolósebesség, a fordulatszám, s a kérgelési szélesség viszonya egy lövőke esetében

A kérgelési szélesség s a rönk kerületi sebességének (illetve, általános megfogalmazásban, a rönkfelület s a vizsugár viszonylagos sebességének) szorzata a kérgelés időegységre eső kérgelt felületben kifejezett teljesítményét képezi. Egyértelmű, objektív jellegéből kifolyólag, a vizsgálatok során ez az érték tekinthető (az időegység alatt kérgelt térfogat helyett) a kérgelési teljesítmény jellemzőjének.

Az elmondottak alapján a kérgelés fajlagos energiaigénye:

$$e = \frac{N}{V \cdot S}$$

ahol N = a teljesítményfelvétel.

A képlet részben igazolja a hidraulikus kérgeléssel kapcsolatos vizsgálataink alapjául szolgáló hipotézist, mivel világosan rámutat arra, hogy a vizsugár s a rönkfelület viszonylagos sebességének változása csupán akkor nincs kihatással a kérgelés fajlagos energiaigényére, ha e sebesség s a kérgelési szélesség közt fennálló viszony tisztán hiperbolikus jellegű (azaz $V \cdot S = \text{ct}$).

A teljesítményfelvételt az áramló mennyiség és nyomás szorzatával behelyettesítve, továbbá figyelembe véve a tényezők szokványos dimenzióját, a kérgelés fajlagos energiaigénye a következő képlettel fejezhető ki:

$$e = 4,54 \cdot 10^{-4} \frac{p \cdot Q}{V \cdot S \cdot \eta} \quad (\text{kWó/m}^2)$$

hol:

p = a folyadéknyomás (kg/cm^2)

Q = az áramló vízmennyiség (liter/perc)

V = a vizsugár s a rönkfelület viszonylagos sebessége (m/sec)

S = a kérgelési szélesség (mm)

η = a berendezés hatásfoka.

A hidraulikus kérgelés fajlagos teljesítményigényét tehát négy alapvető tényező (p , Q , V és S) értéke határozza meg.

Tekintettel arra, hogy a nyomás értéke - a lövőkék méretétől és kiképzésétől függően - meghatározza az időegység alatt kiáramló folyadékmennyiséget, a hidraulikus kérgelés kísérleti vizsgálata végső soron három érték (p , V és S) viszonyára és abszolút nagyságára összpontosul.

A kérgelés egyéb tényezőinek adott értéken való tartása mellett, e három érték közt fennálló kapcsolat áttekinthetően rögzíthető két tényező függvénykapcsolatának - a harmadik tényező értékének több fokozata által meghatározott - görbeserege felvitelével. Így pl. tervezett kísérleteink metodikájában (gyakorlati szempontok alapján) a kérgelési szélesség változását vettük alapul a kerületi sebesség függvényében, különböző nyomásfokokozatok mellett.

A kérgelés tényezőinek (a kéreg vastagsága, struktúrája és állapota, a lövőke kiképzése és mérete, a vizsugárnak a rönkhöz viszonyított pozíciója) nagy számából kifolyólag, a hidraulikus kérgelés terén fennálló összefüggések tanulmányozása, még kisebb területre kiterjedő kísérletek esetében is

tekintélyes számú méréssorozat elvégzését igényli. (Pl. ha az említett tényezők mindegyikének csupán három esetét vesszük alapul, $3^6 = 729$ görbesereg tükrében tanulmányozható a p-V-S összefüggés.) A gyakorlat által támasztott követelmények állandó szem előtt tartása, valamint a mérési adatok folyamatos feldolgozása és értékelése természetesen redukálhatja a kísérletek intervallumát és számát.

A kísérletek során nyert adatok feldolgozása a legkülönbözőbb elvek alapján történhet, s a kérgelés tényezőinek terén fennálló összefüggések több irányú tanulmányozására nyílik mód. Gyakorlati szempontból, az optimális berendezéstípusok kialakítása az alapösszefüggések három oldalról történő vizsgálatát igényli. E három alapvető szempont:

1. A fajlagos teljesítményigény minimális értékre történő csökkentésének alapját a p·Q/V·S viszony képezi.
2. Az abszolút teljesítményigény szempontjából végzett vizsgálatok a p·Q-szorzat értékének alakulásán kell hogy alapuljanak.
3. A kísérletek kapcsolatát az ipar igényeivel elsősorban a V·S-szorzat értékének a szükséges kapacitással való egyeztetése biztosítja.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A téma célkitűzése által érintett kérdésekre vonatkozó következtetéseket az elvégzett vizsgálatok ismertetése során rögzítettük. A következőkben csupán a lefolytatott kutatások közvetlen gyakorlati kihatásaival, valamint a kutatások továbbvitelével kapcsolatos fontosabb következtetésekre térünk ki.

1. A jelenleg gyártott lemezipari kérgelőberendezések közül a hidraulikus géptípusok alkalmazása mind műszaki, mind pedig gazdaságossági szempontból csupán az igen nagy (évi 50-100 ezer m^3 -t meghaladó) kapacitású lemezüzemek terén tekinthető indokoltnak, míg az említettnél kisebb kapacitás esetében (így a hazai lemeziparban is) a mechanikus uton kérgelő berendezések kerülnek előtérbe. Az utóbbi berendezéstípusok közül elsősorban a folyamatos üzemi, a kérget a rönk hossz tengelyével párhuzamos irányban forgácsoló szerszámmal ellátott gépek alkalmazását, illetve kidolgozását javasoljuk.

2. A kérgelőberendezések teljesítményfelvétele, termelékenysége, az anyagvesztés, valamint a kérgelés minősége jelentős mértékben és kedvezően befolyásolható a kéreg állapotának a vízben vagy vízpermet alatt való tárolás, valamint a hőkezelés által történő módosításával. Ugyancsak előnyösen kihat a kérgelőgépek kapacitásának kihasználására, valamint a megfelelő munkafeltételek biztosítására a rönkök kérgelést megelőző hossztolása.

Az előbbiekből következik, hogy a lemezüzemek technológiáját, illetve műveleti sorrendiségét feltétlenül e szempontok messzemenő figyelembevételével kell kidolgozni.

3. A hidraulikus kérgelés energiaigényének alakulásában döntő szerepet játszik a kérgelő vizsugarak s a kérgfelület viszonylagos sebességének értéke. Az, hogy jelenleg a hidraulikus kérgelés csupán a nagy kapacitású lemezüzemek terén tekinthető gazdaságosnak, elsősorban arra vezethető vissza, hogy az ismert kérgelőgép-konstrukciók közül kevés alkalmas a vizsugar s a kérgfelület viszonylagos sebességének kisebb kapacitás esetében is optimális értéken való tartására, s az említett géptípusok megfelelő sebességviszonyait is csupán az adott (s a gyártó országok lemezüzemeinek megfelelően, igen magas) kapacitásigények által megkövetelt minimális értékek alapján határozták meg.

4. A hidraulikus kérgelés teljesítményfelvétele csupán az egy vizsugar minimális energiaigénye által meghatározott értékig csökkenthető, ez az érték azonban a jelenleg gyártott hidraulikus kérgelőgépek teljesítményfelvételének csupán tört részét teszi ki, s így a vizsugarak elmozdulási sebességének megfelelő értékre való beállításával előreláthatóan lehetőség nyílik olyan hidraulikus kérgelőberendezések kialakítására, melyek alkalmazása kisebb kapacitású lemezüzemek terén is gazdaságos. Ilyen típusu gépek létrehozása - tekintettel a hidraulikus kérgelési eljárás előnyeire - még abban az esetben is feltétlenül indokolt, ha fajlagos energiaigényük bizonyos mértékig meghaladja a megfelelő kapacitású mechanikus kérgelőgépeket.

IRODALOM

1. E. Zieger: Technologie der Holzentrindung. Leipzig, 1960.
2. Osmo Liiri: Tukkien Koneellinen kuorinta. Helsinki, 1955.
3. The utilization of wood residues for pulp chips. Texas Forest Service, bulletin No. 49., 1956.
4. R. Bott: Betrachtung über die industriellen Holzentrindung. Holz als Roh- und Werkstoff, 1954. 4.
5. E. Giese: Der Stand der Faserholzentrindung im Ausland. Zellstoff und Papier, 1954. 12.
6. T. Oradeanu: Industria semifabricatelor superioare din lemn. Bucuresti, 1959.
7. Kérgelőgépek gyártásának világszintvonala. Faipari Kutató Intézet, 46-1960. sz. zárójelentés.
8. Enyvezettlemezgyártás fejlesztése. Faipari Kutató Intézet 55.11./b. sz. zárójelentés, 1961.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ, СВЯЗАННЫХ С МЕХАНИЗАЦИЕЙ ОКорЕНИЯ КряЖЕЙ

Фуреш Янош
научн. руков. отделом

Изложенная часть нескольколетнего исследования /1962 год/ говорит об технических и экономических показателей факторов машинного окорения, а также об связях находящихся между техническими показателями гидравлического окорения.

Главные выводы практического влияния законченного исследования и дальнейшего продолжения исследования:

1. В производстве плит больших мощностей /50-100 тыс. м³ в год/ - из точки зрения техники и экономии - обосновано употреблять в производственной линии окорочные оборудования, гидравлических типов. Если мощность меньше от упомянутого /как и в отечественных случаях/, в том случае употребляются окорочные оборудования, действующие механическим путем. Из последних типов оборудования предлагаем употребить, т.е. разработать те оборудования, которые непрерывно действуют, и в которые смонтированы с длинной осью параллельно режущие /стружку кряжа/ инструменты.

2. Значительно и благоприятно можно влиять на мощность, на производительность, на потерю материалов и на качество окорки, если кряжей в воде, под водой храним, или же подвергаем термической обработке. Также благоприятно влияет на эксплуатацию мощностей окорочных машин, и дает хорошие трудовые условия, если только после раскряжевки следуют окорочные работы.

Из предидеого установления следует то, что внимательно нужно разработать технологию, т.е. порядок операций в цехах, производящих плит.

3. Значительную роль играют: окорочная струя воды и относительная величина скорости оборота поверхности кряжа. То, что в настоящее время окорение гидравлическим путем только на территориях больших мощностей являются экономичным, в первую очередь

объясняется с тем, что из знакомых конструкций окорочного оборудования, только некоторые оборудования годные для содержания оптимальной величины в случае уменьшения мощностей.

4. К окорению, происходящему гидравлическим путем, ,нужную потребность электроэнергии, можно снизить до потребности сируи воды в электроэнергии. С изменением - до нужного - скорости, откроется возможность осуществить такого гидравлического окоряющего оборудования, внедрение которого экономичное бует и в цехах по производству плит, маленьких объемов. Осуществление оборудования таких типов, - во внимании преимущества окорения гидравлическим путем - обосновано и в том случае если удельный потребность электроэнергии выше, чем у механически окоряющего оборудования.

INVESTIGATIONS OF THE MECHANIZATION OF THE
DEBARKING OF THE PEELING LOGS

János Fürjes
chief of a research section

The paper expounds only a part of the research, covering the technical and economic factors of the mechanical debarking, in addition the relationships between the technical characteristics of the hydraulic debarking.

The results:

1. The employing of the hydraulic debarking machine - both in technical and economic respects - is reasonable only in very large plants, at least with 50,000-100,000 m³ production capacity.
2. The rate of power input of the debarking machine, the productivity, the loss of material and the quality of debarking can be influenced with the treatment of the bark in water or with heat.
3. The tendency of the power demand of the hydraulic debarking depends on the relative speed of the bark surface and of the barking water jet.
4. The power demand of the hydraulic debarking can be decreased through the correct regulation of the passing speed of the water jets.

János Fürjes
wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Der bekanntgemachte (für das Jahr 1962.) Teil der mehrjährigen Aufgabe bildenden Forschung erstreckt sich auf die Untersuchung der mechanischen und wirtschaftlichen Faktoren der maschinellen Entrindung, sowie auf die zwischen den technischen Parametern der Entrindung bestehenden Zusammenhänge.

Die wichtigeren Folgerungen in Verbindung mit den praktischen Auswirkungen der durchgeführten Untersuchungen, sowie mit der Fortsetzung der Forschung sind die folgenden:

1. Von den gegenwärtig hergestellten plattenindustriellen Entrindungseinrichtungen kann man die Verwendung der hydraulischen Maschinentype so technischem als wirtschaftlichem Gesichtspunkte nur in den Betrieben von sehr grosser Kapazität (über 50-100 tausend m^3 jährlich) als begründet betrachten, während die mechanischen Entrindungseinrichtungen im Falle kleinerer Kapazität als der erwähnten (so auch in der Heimatlichen Plattenindustrie) in den Vordergrund treten. Von den letzteren Einrichtungstypen schlagen wir in erster Reihe die Verwendung bzw. die Ausarbeitung der Maschinen von kontinuierlichem Betrieb vor, die mit den die Rinde zur Längsachse des Blockes parallel zerspannenden Werkzeugen versehen sind.

2. Die Leistung, die Produktivität der Entrindungseinrichtungen, die Materialverlust, sowie die Güte der Entrindung kann man in bedeutendem Masse und günstig beeinflussen, wenn die Qualität der Rinde mit im Wasser- oder im Wasseressellagerung oder mit Wärmebehandlung modifiziert ist. Ebenso die Ablagung der Blöcke vor Entrindung beeinflusst vorteilhaft die Ausnützung der Kapazität der Entrindungsmaschinen, sowie die Versicherung der entsprechenden Arbeitsbedingungen. Aus den vorher Gesagten folgt es, dass wir die Technologie bzw. die Operationsreihenfolge der Plattenbetriebe unter weitgehender Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte ausarbeiten müssen.

3. In der Gestaltung des Leistungsbedarfes der hydraulischen Entrindung spielt eine entscheidende Rolle die Werte der entrindenden Wasserstrahlen und der relativen Geschwindigkeit der Rindenoberfläche. Gegenwärtig kann man die hydraulische Entrindung nur in den Betrieben von grosser Kapazität als wirtschaftlich betrachten und das ist darauf zurückzuführen, dass von den bekannten Entrindungsmaschinen-Konstruktionen nur wenige geeignet sind auch im Falle kleinerer Kapazität die relative Geschwindigkeit des Wasser-

strahles und der Rindenoberfläche auf optimalem Werte zu halten und die entsprechenden Geschwindigkeitsverhältnisse der erwähnten Maschinentype wurden nur auf dem Grund der durch die gegebenen Kapazitätsansprüche bedingten (und entsprechend den Plattenbetrieben der Herstellungsländer sehr hohen) minimalen Werte bestimmt.

4. Den Leistungsbedarf der hydraulischen Entrindung kann man nur bis zum durch den minimalen Energiebedarf eines Wasserstrahles bedingten bestimmten Werte vermindern, dieser Wert beträgt aber nur eine Fraktion des Leistungsbedarfes der gegenwärtig hergestellten Maschinen und wenn wir die Verschiebungsgeschwindigkeit der Wasserstrahlen auf einen entsprechenden Wert einstellen, wird es möglich sein die hydraulischen Entrindungseinrichtungen zu entwickeln, derer Verwendung auch in Betrieben von kleinerer Kapazität wirtschaftlich sein wird. Die Herstellung der Maschinen von solchem Typ - in Hinsicht auf die Vorteile der hydraulischen Entrindung - ist noch im Falle unbedingt begründet, wenn ihr Energieverbrauch in gewisser Masse den der mechanischen Entrindungsmaschinen von entsprechender Kapazität übersteigt.

TARTALOMJEGYZÉK

<u>Tomek Antalné</u> : Forgácslapok higroszkóposságának mérséklése méretreszabott alkatrészek utólagos vegyszeres kezelésével és a felhasznált nyersanyag hőkezelésével	3
<u>Dr. Ruska László</u> : Faipari szárítóberendezések paramétermérésének és önműködő paraméterszabályozásának alapjai, különös tekintettel az elektromos mérő- és szabályozórendszerekre.	53
<u>Zombori János</u> : Ujabb vizsgálatok keményfa keretfűrészforgács feldolgozására a forgácslapgyártásban (II. közlemény)	131
<u>Dr. Petri László</u> : Rétegelt, ragasztott aknakasvezető gerendák gyártási technológiájának kidolgozása	169
<u>Dr. Szabó Károly</u> : Gyártmányönköltség számítás műszaki alapjai a fűrész- és lemeziparban	245
<u>Zombori János</u> : Olajos paraffinnal kezelt keményfarostlemezek vizsgálata	269
<u>Fürjes János</u> : A hámozási rönkök kérgelésének gépesítésével kapcsolatos kérdések vizsgálata	281

СОДЕРЖАНИЕ

<u>Томер Анталне:</u>	Исследование употребления и употребляемости связующих и гидрофобизирующих материалов	3
<u>д-р Рушка Ласло:</u>	Основа измерения параметров и основа автоматически регулируемых параметров сушилов в особенности электро-измерительного и регулируемого оборудования деревообрабатывающей промышленности	53
<u>Зомбори Янош:</u>	Новейшие испытания по обработке лесопиловочных стружек для производства древесно-стружечных плит	131
<u>д-р Петры Ласло:</u>	Разработка технологии производства пластового направляющего бруса клеенной шахтичной клетки	169
<u>д-р Сабо Карой:</u>	Техническая основа расчета себестоимости продуктов в лесопильной промышленности и в производстве плит	245
<u>Зомбори Янош:</u>	Исследование твердых древесно-волокнистых плит, обработанных парафином	269
<u>Фиреш Янош:</u>	Исследование вопросов, связанных с механизацией окорения кражей	281

"RESEARCHES OF WOOD WORKING INDUSTRY"
1965. 2 nd number

TABLE OF CONTENTS

Mrss. Antal Tomek: The moderation of the hygroscopicity of the chipboards, trough the subsequent chemical treatment of the sized components and trough the heat treatment of the utilized eaw material	3
Dr. László Ruska: The fundamental principles of the parameter measuring and automatic parameter regulation of the drying plants in the wood working industry, with especial regard to the electrical measuring and regulation systems	53
János Zombori: Subsequent researches on the processing of the hardwood fram-saw chippings in the chipboard production (2 nd publication)	131
Dr. László Petri: The elaboration of the production technique of the laminated cage guide bars	169
Dr. Károly Szabó - Dr. Gábor Tusa - Dr. István Lackó: The technical grounds of the production costs in the saw-mill and board industry	245
János Zombori: Investigations of hardboards, treated with oily paraffin	269
János Fűrjes: Investigations of the mechanization of the debarking of the peeling logs	281

INHALTSVERZEICHNIS

Frau Antal Tomek: Die Verminderung der Hygroskopizität der Spanplatten mit der nachtraglichen chemischen Behandlung der bemessenen Bestandteile und mit der Wärmebehandlung des verwendeten Rohmaterials	3
Dr. László Ruska: Die Grundlagen der Parametersmessung und der automatischen Parametersregelung der Trocknungseinrichtungen in der Holzindustrie mit besonderer Rücksicht auf die elektrischen Messungs- und Regelungseinrichtungen	53
János Zombori: Neuere Untersuchungen über die Aufarbeitung der Gattersagespane der Harthölzer in der Spanplattenherstellung. (Mitteilung 2.)	131
Dr. László Petri: Die Ausarbeitung der Erzeugungstechnologie des Sperrholzbalkens des Fahrkorbes	169
Dr. Károly Szabó: Die technischen Grundlagen der Selbstkostenberechnung des Fabrikats in der Sage- und Plattenindustrie	245
János Zombori: Untersuchung mit öligem Paraffin behandelter Hartfaserplatten	269
János Fürjes: Über die Mechanisierung der Entrindung des Schalholzes.	281