

APSES ZĀĢMATERIĀLU ŽĀVĒŠANA

J. Kravalis, V. Rjakova, S. Šatohina, LVMI „Silava”

Kopsavilkums: Doti galvenie apses zāģmateriālu žāvēšanas fizikālie un hidrotermiskie parametri, kā arī šo procesu virzošie spēki un žāvēšanas etapi. Parādīta gaisa apmaiņas norise žāvēšanas laikā un grafiski - 25 un 50 mm biezu apses zāģmateriālu žāvēšanas režīmi. Uzrādīti arī apses zāģmateriālu žūšanas ilgumi dabā Latvijas klimatiskajos apstākļos.

Nozīmīgākie vārdi: sausā un mitrā termometra temperatūra, mitrums, gaisa apmaiņa, temperatūras pacelšanas un samazināšanas ātrums.

...

J.Kravalis, V.Rjakova, S.Shathokhina, LFRI „Silava”. **Kiln-drying of aspen sawn timber.**

Abstract. The present work/article considers the main physical and hydrothermal characteristics of the drying process of aspen sawn timber and the succession of its active forces (operative agents). It also describes the different stages of the process of kiln-drying with regard to increasing and decreasing indications of the dry thermometer while the temperature of the wet thermometer remains constant during the stabilised drying process.

Interchange of air aspect of the process of kiln drying has also been closely examined and noted as well as the procedures to respect when drying 25 and 55 mm aspen sawn timber.

All aspects of the kiln-drying process of aspen sawn-timber in the atmosphere and different weather conditions in Latvia are given full attention in the present article.

Key words: aspen sawn-timber, drying process, humidity, temperature, dry thermometer, wet thermometer, interchange of air.

...

Ю.Кравалис, В.Рякова, С.Шатохина, ЛГИЛН «Силава». **Сушка пиломатериалов осины.**

Резюме. Даны основные физические и гидротермические показатели для осуществления сушки пиломатериалов осины, а также порядок действующих сил при сушке. Рассмотрены этапы сушки по росту и убыванию показаний сухого термометра при постоянной температуре мокрого термометра в стабилизированном процессе сушки. Показано и рассмотрено осуществление воздухообмена в течении процесса сушки. Приведены режимы сушки пиломатериалов осины толщиной 25 и 50 мм. Показана сушка пиломатериалов осины в атмосферных условиях в Латвии

Ключевые слова: температура сухого и мокрого термометров, влажность, воздухообмен, скорость подъёма, убывания температуры.

Apse pieskaitāma mīkstajām lapu koku sugām. Absolūti sausā stāvoklī, atkarībā no augšanas klimatiskās zonas, tās blīvums svārstās robežās no 430 līdz 480 kg/m³. Mitruma sadalās vienmērīgi pa visu stumbrā šķērsgrīzumu. Svaigi cirstas apses 1 m³ satur vidēji 320 kg ūdens. Veicot žāvēšanu līdz 8% beigu mitrumam, jāiztvaiko 290 kg ūdens no katra žāvējamā m³, t.i. vidēji par 12% vairāk nekā skuju kokiem – priedei un eglei. Summārais iztvaikošanas siltums, ievērojot starpmolekulāro saišu saraušanu starp ūdeni un ūdeni, ūdeni un apses koksnes ķīmisko uzbūvi, ir par 4% lielāks nekā skuju kokiem un pie 70% mitruma sastāda 2742 kJ/kg jeb 655 kkal/kg un pie beigu mitruma 8% ir 7846 kJ/kg jeb 1874 kkal/kg. Ņemot vērā mitruma daudzumu un siltuma daudzumu 1 kg mitruma iztvaikošanai no 1 m³ svaigi cirstas apses koksnes (W = 82%) izžāvēšanai līdz 8% beigu mitrumam jāpatērē 430 kW siltuma enerģijas, bet 1 m³ skuju koku – priedes (W = 72%) un egles (W = 79%) izžāvēšanai līdz 8% beigu mitrumam jāpatērē 366 kW siltuma enerģijas, t.i. par 17% mazāk. Apses koksne jāžāvē lēnāk, līdz ar to palielinās zaudētā siltuma daudzums caur žāvētavas būvkonstrukciju un gala rezultātā, atkarībā no zāģmateriālu biezuma, 1 m³ izžāvēšanai patērētais siltuma daudzums ir par 20 līdz 30% lielāks nekā 1 m³ skuju koku izžāvēšanai nepieciešamais. Žāvēšanas laikā apses koksne iežūst nevienmērīgi: iežūšana tangenciālā virzienā (iežūšanas koeficients 0,30) praktiski notiek divas reizes straujāk nekā radiālā virzienā (iežūšanas koeficients 0,15), kas izraisa žāvēšanas procesā zāģmateriālu sagriešanos. Nevienmērīgā iežūšana un mitruma pievade iztvaikošanas virsmai apses žāvēšanas procesu paildzina vidēji par 30% salīdzinājumā ar skuju kokiem.

Žāvēšanas procesu varam iedalīt 4 posmos: 1 – zāģmateriālu uzsildīšana, 2 –

žāvēšana līdz 35% mitrumam, 3 – žāvēšana no 35% mitruma līdz beigu mitrumam, 4 – zāģmateriālu atdzesēšana.

Žāvēšanas procesa laikā saglabājams maksimāli iespējamais mitrumu iztvaikojošo kapilāru skaits līdz pat žāvēšanas beigām. Lai to nodrošinātu, iztvaikotā mitruma daudzums nedrīkst būt lielāks par mitruma daudzumu, ko kapilāri porainā, koloidālā koksnes uzbūve spēj pievadīt iztvaikošanas virsmai. Uzsildīšanas gaitā gaisa relatīvā mitruma nodrošināšanai un mitrumu iztvaikojošo kapilāru maksimālai saglabāšanai žāvēšanas kamerā ievadāms smalki izsmidzināms ūdens. Tā daudzums (l/m³) atbilstoši apses zāģmateriālu biezumam ir šāds: 25 mm - 15 l/m³, 32 mm - 15,4 l/m³, 40 mm - 16 l/m³, 50 mm - 18 l/m³, 60 mm - 20 l/m³, 70 mm - 22 l/m³, 80 mm - 25 l/m³.

Uzsildīšanas režīmam nosakāms temperatūras paaugstināšanas ātrums (°C/st), ko aprēķina, izmantojot konkrētās sugas koku blīvumu, zāģmateriālu biezumu, siltumvadāmību un siltumietilpību. Temperatūras paaugstināšanas ātrums (°C/st), pie uzsildīšanas atbilstoši apses zāģmateriālu biezumam, ir šāds: 25 mm – 4,5 °C/st, 32 mm – 4,2 °C/st, 40 mm – 3,9 °C/st, 50 mm – 3,55 °C/st, 60 mm – 3,1 °C/st, 70 mm – 2,8 °C/st, 80 mm – 2,4 °C/st,

Uzsildīšanas ātrumam un izvēlētajai mitrā termometra temperatūrai, kas nosaka žāvēšanas kamerai pievadītā siltuma daudzumu laika vienībā, jānodrošina fizikāli mehānisko īpašību samazinājums ne lielāks par 1±1% un žāvēšanas brāķa procents nepārsniegtu 1,2%. Pie iepriekš minētajiem nosacījumiem mitrā termometra rādījums, atbilstoši apses zāģmateriālu biezumam, ir šāds:.

Žāvēšanas process uzsākams bez gaisa apmaiņas sistēmas darbināšanas, ar minimālu lokālu pārspiedienu zāģmateriālu krautnē līdz vidējam tekošajam mitrumam - 35%. Šajā

žāvēšanas posmā darbīgie spēki pēc nozīmības ierindojas šādā secībā: kapilārie, daļēji spiedienu starpība žāgmateriālos un apkārtējā vidē, starpmolekulārie, kā arī osmosa un ūdens dinamiskā viskozitāte. Žāvēšanas procesu šajā posmā galvenokārt iespaido kapilārie un daļēji spiediena starp materiāliem un apkārtējo vidi spēki. Žāvēšanas praksē siltumizolācija kameru grīdām ir vajāka nekā sienām un griestiem, tādēļ veidojas rāsas punkts un līdz 35% iztvaikotais mitrums pa grīdu tiek izvadīts atmosfērā. Atlikušais mitrums, bez sajaukšanās ar svaigo gaisu, pa gaisa apmaiņas sistēmas lūku neblīvumiem nokļūst atmosfērā. Minētie apstākļi rada klasiskās termodinamikas (I – d diagrammas izmantošana) nesaisti ar praktiskajā žāvēšanā notiekošajiem procesiem, jo gaisa apmaiņas daudzums žāvēšanas sākumā ir mazāks nekā tad, kad žāvējamo materiālu vidējais tekošais mitrums ir mazāks par 30%. Kad apses žāgmateriālu vidējais tekošais mitrums sasniedz 35%, iesākama gaisa apmaiņa. Šajā iztvaikošanas fāzē no šūnu apvalkiem sāk intensīvi iztvaikot mitrums un darbojošies spēki pēc nozīmības sarindojas šādā secībā: starpmolekulārie, daļēji spiedienu starpība starp žāgmateriāliem un apkārtējo vidi, kapilārie, kā arī osmosa un ūdens dinamiskā viskozitāte. Novēlota gaisa apmaiņas uzsākšana veicina mitruma izkliedes samazināšanos starp dēļiem.

Mitruma samazināšanās koksnei, pastāvīga nemainīgā siltuma daudzuma pievadīšana ar svārstītām $\pm 1,5\%$ izsauc sausā termometra pieaugumu $^{\circ}\text{C}/\text{st}$, t.i. pastāvīgu tga funkciju mitrumam virs 30 % un palielinātu – lielāku tga funkciju jeb sausā termometra pieaugumu koksnei, kuras mitrums ir mazāks par 30%.

Sasniedzot uzstādīto psihrometrisko starpību un tai atbilstošo vidējo žāgmateriālu mitrumu, uzsākama žāgmateriālu dzesēšana ar ātrumu $^{\circ}\text{C}/\text{st}$, par 15% lielāku nekā veicot uzsildīšanu. Dzesēšana turpināma līdz sasniegta mitrā termometra starpība 15°C – starp temperatūru žāvēšanas kamerā un temperatūru ekspluatācijas vidē.

Pēc pievadīta siltuma daudzuma žāvēšanas process iedalāms 3 posmos: žāgmateriālu uzsildīšana ar pievadīto siltuma daudzumu par 40% $\pm 10\%$ lielāku nekā žāvēšanas laikā; žāgmateriālu žāvēšana ar nemainīgu pievadītā siltuma daudzumu žāvēšanas kamerai un atdzesēšanu, kad siltuma pievadīšana žāvēšanas kamerai pārtraucama. Rūpnieciski vairāk nekā 90% no žāgmateriālu kopapjoma tiek izžāvēti periodiskas darbības žāvēšanas kamerās ar gaisa šķērsriņķulāciju gar dēļiem. Iespējama arī žāvēšana atmosfēras apstākļos, bet šajā gadījumā žāvēšanas brāķis apses dēļiem var sasniegt pat 8%, tomēr salīdzinājumā ar mākslīgo žāvēšanu kamerās

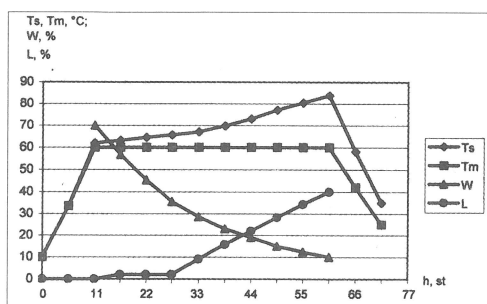
1. tabula, Table 1.
Apses žāgmateriālu nožūšanas ilgums atmosfēras apstākļos Latvijā

Mēneši	Žāgmateriālu biezums, mm		
	25	50	75
Nožūšanas ilgums, diennaktis			
Marts, aprīlis, maijs	43	60	78
Jūnijs, jūlijs	17	44	67
Augusts, septembris	39	53	75
Oktobris, novembris, decembris, janvāris, februāris	Žāgmateriālu beigu mitrums, %		
	līdz 36	līdz 48	līdz 58

summāri iegūstamā ekonomija ir 10...16%. Žūšanas cikls atmosfēras apstākļos ir ilgstošs. Mūsu klimatiskajos apstākļos svaigi cirsti, uz starplikām nokrauti apses zāģmateriāli - no 70% sākuma mitruma līdz 18% beigu mitrumam atkarībā no mēnešiem un biežuma - izžūst attiecīgi šādos laika periodos, skat. tabulu: Latvijā apse ir perspektīvākā koku suga tūlīt pēc priedes un egles. Ekonomiski visizdevīgākā ir apses koksnes pielietošana

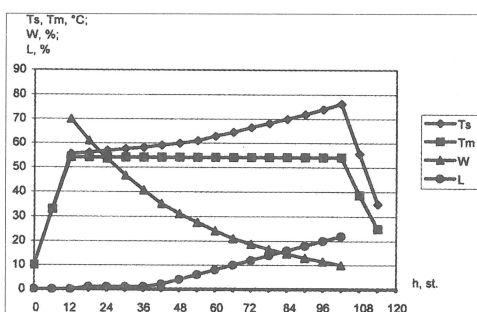
sērkociņu, papīra un taras ražošanā, ķīmiskajā rūpniecībā, telpu iekšapdarē, jumta lubiņu un dažādu māsaimniecības priekšmetu izgatavošanā. Apsei piemīt izcila īpašība – dabiskās krāsas ilgstoša saglabāšana atmosfēras apstākļos, bez apdares materiālu pielietojuma.

1.attēlā parādīts žāvēšanas režīms 25mm biežiem, bet 2.attēlā – 50 mm biežiem apses zāģmateriāliem.



1.attēls. Žāvēšanas režīms 25mm biežiem apšu zāģmateriāliem.

Fig. 1. Aspen sawn timber drying process.



2.attēls. Žāvēšanas režīms 50 mm biežiem apšu zāģmateriāliem.

Fig 2. Aspen sawn timber drying process.

Ts – sausā termometra temperatūra, °C / dry thermometer temperature,

Tm – mitrā termometra temperatūra, °C / humidity thermometer temperature,

W – mitruma krituma likne, % / humidity fall curve,

L – gaisa apmaiņas, % / interchange of air.

Secinājumi

1. Apses zāģmateriālu žāvēšanas process vidēji ir par 30% ilgāks nekā skuju kokiem.
2. Apses zāģmateriālu uzsildīšanas laikā žāvēšanas kamerā ievadāms šāds izsmidzinātā ūdens daudzums; : 25 mm - 15 l/m³, 32 mm - 15,4 l/m³, 40 mm - 16 l/m³, 50 mm - 18 l/m³, 60 mm - 20 l/m³, 70 mm - 22 l/m³, 80 mm - 25 l/m³.
3. Temperatūras paaugstināšanas ātrums apses zāģmateriāliem ir šāds; 25 mm – 4,5 °C/st, 32 mm – 4,2 °C/st, 40 mm – 3,9 °C/st, 50 mm – 3,55 °C/st, 60 mm – 3,1 °C/st, 70 mm – 2,8 °C/st, 80 mm – 2,4 °C/st.
4. Apses zāģmateriālu žāvēšanai mitrā termometra temperatūra ir šāda; 25 mm - 60°C, 32 mm - 58°C, 40 mm - 56°C, 50 mm - 54°C, 60 mm - 52°C, 70 mm - 51°C, 80 mm - 49°C.
5. Zāģmateriālu žāvēšanas procesā, ja mitrums ir virs 30%, darbīgie spēki pēc nozīmības ierindojas šādā secībā: kapilārie, daļējo spiedienu starpība zāģmateriālos un apkārtējā vidē, starpmolekulārie, kā arī osmosa un ūdens dinamiskā viskozitāte.

6. Ja zāgmateriālu mitrums ir zem 30%, darbigie spēki pēc nozīmības sarindojas šādā secībā: starpmolekulārie, daļējo spiedienu starpība starp zāgmateriāliem un apkārtējo vidi, kapilārie, kā arī osmosa, un ūdens dinamiskā viskozitāte.
7. Apses zāgmateriālus līdz 18% mitrumam iespējams izžāvēt arī atmosfēras apstākļos (skat. tabulu).

Literatūra

- Kravalis J., Rjakova V., Šatohina S.** Kapilāri porainu koloidālu materiālu žāvēšana regulārā siltuma režīmā, Salaspils, Mežzinātne, 13, 2003.
- Hildebrand R. Schnittholz Trocknung.** Nürtingen, FRG, 1979.
- Стапран Я.В.** Современные режимы искусственной сушки пиломатериалов. Рига, 1982.
Руководящие материалы по камерной сушке пиломатериалов, ЦНИИМОД, Архангельск, 1985.
- Серговский П.С., Расев А.И.** Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М., Лесная промышленность, 1987.
- Кречетов И.В.** Сушка древесины. М., 1997.
- Уголев Б.Н.** Древесиноведение с основами лесного товароведения. М., 2001.