

DETERMINAREA RAPIDĂ A SORBȚIEI DE APĂ ȘI A UMFLĂRII ÎN GROSIME PENTRU MOLID

QUICKLY DETERMINING OF WATER SORPTION AND SWELLING FOR SPRUCE

Aurel LUNGULEASA

“Transilvania” University of Brasov, Romania

Rezumat. Lucrarea prezintă două aspecte principale ale comportamentului lemnului de molid în mediu umed, respectiv sorbția de apă și umflarea în grosime. Se prezintă metodologia de lucru și rezultatele cercetărilor efectuate. În final pe baza rezultatelor obținute se trasează o nomogramă cumulativă care face posibilă determinarea rapidă a celor două caracteristici ale lemnului de molid.

Abstract. The paper presents two main aspects of spruce wood behavior in moist environment, namely the water sorption and the thickness swelling. It presents the working method and results of fulfilling researches. Finally on the base of obtained results it is drawn a cumulative diagram which makes possible the quick determination of two features of spruce wood.

Cuvinte cheie: molid, sorbția de apă, umflarea în grosime, epruvete lemnoase

Key words: spruce, water sorption, thickness swelling, wood samples

1. Aspecte introductive

Utilizarea lemnului de molid (*Picea abies L*) în mediu umed necesită cunoașterea cantitativă rapidă a sorbției de apă și a umflării în grosime. Lucrarea pune accent în special pe dinamica celor două fenomene, până la punctul de saturație al fibrei, dar și după aceea, pe tot domeniul de umiditate. Cele două fenomene se datorează în special potențialului energetic negativ al lemnului, respectiv grupărilor OH⁻ libere de pe lanțul celulozic, care fac posibile viitoarele legături cu moleculele de apă [1, 2]. Acest potențial energetic face ca lemnul să fie un material higroscopic, care va absorbi rapid umiditate atunci când condițiile de mediu fac posibil acest lucru. Analiza literaturii de specialitate în acest domeniu arată că, odată cu creșterea umidității lemnului în timp masa de apă va crește proporțional până la valoarea maximă, dar creșterea dimensională va fi numai pe domeniul apei legate din lemn, după care se stabilizează [3, 4, 5]. Nu sunt cunoscute rezultate privind determinarea celor două valori pe baza unor rezultate anterioare.

1. Introductory aspects

The using of spruce wood (*Picea abies L*) in moist environment requires the quick quantitative knowing of water sorption and thickness swelling. The paper put the stress especially on dynamic of two phenomena up to fibre saturation point, but also after that, on whole moisture field. The two phenomena are given by negative potential of wood, namely by OH⁻ free groups from cellulosed chain, which make possible the next links with water molecules [1, 2]. This energetic potential makes it more hygroscopic, which will quickly absorb humidity when the environmental conditions make possible this thing. The analysis of literature show us that, with increasing of moisture in time the water mass will also increase proportionally up to maximum value, but the dimensional increase will be only in bound water and is established then [3, 4, 5]. There are not known some results referring to the determination of two values on the base of previously results.

2. Epruvete și metodologia de lucru

Pentru a se studia cele două fenomene, respectiv dinamica absorbției și a umflării, au fost debitate epruvete din lemn de molid (*Picea abies L*) sănătos, cu o lățime medie a inelelor anuale de aproximativ 1,9 mm, având dimensiunile de 20×20×100 mm [6, 7, 8]. Înainte de încercare epruvetele au fost uscate, într-o etuvă de laborator, pentru uniformizarea umidității, până la 0% umiditate. Epruvetele grupate în loturi de câte 5 pentru fiecare tip (sorbție apă, pentru umflare tangențială sau radială) s-a măsurat masa inițială și dimensiunile inițiale ale grosimii, pe direcție

2. Samples and working methodology

In order to study these two phenomena, namely dynamic of water absorption and thickness swelling, it was cut wood samples from sound spruce (*Picea abies L*), with a medium width of annual rings of 1.9 mm, having dimensions of 20×20×100 mm [6, 7, 8]. Before testing the moisture content was reached down to 0%, namely oven-dry wood. All wooden samples were grouped in lots with 5 pieces for each one type (water absorption, radial and tangential swelling) it measures initial mass and thickness, on radial and tangential directions. Then, samples were

tangențială și radială. Apoi epruvetele au fost introduse în cuva termostată, cu apă la 20°C, determinând sorbția și umflarea în grosime.

În figura 1 se prezintă forma și dimensiunile epruvetelor încercate.

introduced in water with temperature of 20°C, resulting water absorption and thickness swelling.

In Figure 1 it presents shape and dimensions of testing samples.

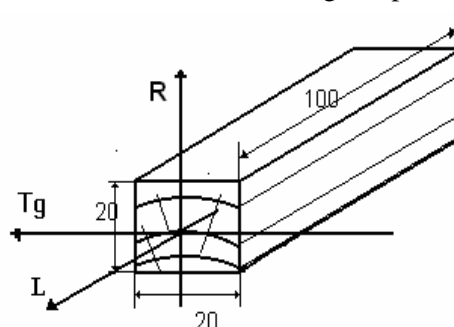


Figura 1. Forma și dimensiunile epruvetelor: R-radial; T-tangențial
Figure 1. Shape and dimension of samples: R-radial; T-tangențial

Din 15 în 15 minute în prima oră și din oră în oră după aceea, epruvetele au fost scoase din apa de imersie, tamponate cu hârtie sugativă pentru eliminarea apei în exces, cântărite cu balanța electronică pentru determinarea masei și măsurate pe cele două direcții ale grosimii cu un șubler electronic cu o precizie de 2 zecimale. Valorile au fost centralizate în două tabele 1 și 2, pentru fiecare grup de epruvete și tip de încercare. Spre exemplu în tabelul 1 se prezintă variația masei în timp pentru 4 grupuri de epruvete, iar în tabelul 2 variația dimensiunilor în timp pentru 2 grupuri de epruvete, divizându-se totodată perioada totală în două părți.

Înainte de a fi puse sub forma celor două tabele centralizatoare, datele obținute au fost prelucrate statistic, eliminându-se valorile întâmplătoare și găsindu-se mediile fiecărei categorii de valori.

From 15 in 15 minutes in first hour and from hour to hour after that all samples were getting out from water, extract superficially water by drying, were weighted with electronic balance for determining mass and were measured then on two direction of thickness with an electronic gauge with a accuracy of 2 decimals. All values were centralized in two tables 1 and 2, for each group of wooden samples and each type of testing. For instance the table 1 presents the variation of mass in time for 4 groups of wooden samples and in table 2 is presented the dimensional variation in time for 2 groups of wooden samples, dividing at that time total period in two parts.

Before to put all value in the form of two centralized tables, the obtained data were statistically worked, getting out extremer values and finding the arithmetic medium for each category of data.

Tabelul 1. Variația masei în timp / Table 1. Variation of mass in time

| Nr | Initial mass | Mass in time, g | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|---------|--|
| | | Min 15 | Min 30 | Min 45 | Min 60 | 4 hour | 5 hour | 6 hour | 7 hour | 8 hour | 9 hour | 10 hour | |
| 1 | 19.0 | 21.3 | 21.5 | 21.5 | 21.6 | 22.5 | 22.8 | 23.0 | 23.5 | 23.8 | 23.9 | 23.9 | |
| 2 | 17.3 | 19.4 | 19.6 | 19.7 | 19.8 | 20.7 | 21.0 | 21.5 | 21.8 | 22.0 | 22.1 | 22.1 | |
| 3 | 13.5 | 14.4 | 14.6 | 14.8 | 15.0 | 16.0 | 16.7 | 16.9 | 17.0 | 17.1 | 17.3 | 17.4 | |
| 4 | 13.0 | 14.3 | 14.7 | 15.0 | 15.2 | 15.6 | 16.5 | 16.7 | 16.8 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | |
| Phases | | Phase I | | | | | | Phase II | | | | | |

Tabelul 2. Variația dimensională în timp / Table 2. Dimensional variation in time

| Sample | | Dimensions in time, mm | | | | | | | | | | | |
|--------|---|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Initial | Min 15 | Min 30 | Min 45 | Min 60 | 4 h | 5 h | 6 h | 7 h | 8 h | 9 h | 10 h |
| 1 | R | 20.56 | 20.64 | 20.64 | 20.65 | 20.68 | 20.83 | 20.85 | 20.87 | 20.90 | 20.93 | 20.95 | 20.96 |
| | T | 19.84 | 19.98 | 20.05 | 20.08 | 20.10 | 20.48 | 20.57 | 20.60 | 20.62 | 20.64 | 20.65 | 20.66 |
| 2 | R | 20.30 | 20.35 | 20.40 | 20.45 | 20.47 | 20.56 | 20.60 | 20.64 | 20.66 | 20.68 | 20.69 | 20.70 |
| | T | 19.72 | 19.75 | 19.82 | 19.92 | 19.94 | 20.04 | 20.07 | 20.10 | 20.19 | 20.22 | 20.24 | 20.26 |
| Phases | | Phase I | | | | | | Phase II | | | | | |

O primă observație este aceea că ambele fenomene au aceeași tendință de creștere în primele 10 ore.

First observation is that the both phenomena have the same tendency of increasing in first 10 hours.

3. Analiza rezultatelor

Chiar dacă fiecare epruvetă lemnoasă are o individualitate distinctă (dată de structura lemnoasă, numărul de inele, procentul de lemn târziu, defecte nevizibile, porozitate și altele), în timpul experimentărilor s-a observat că cele două fenomene analizate păstrează aceleași caracteristici, valabile pentru toate epruvetele imersate. În acest fel în timpul absorbției apei s-au observat două perioade distincte, după cum urmează:

❶ Faza I-a – perioada absorbției rapide de la început, în mod uzual primele 4 ore, când lemnul absoarbe rapid apa deoarece este uscat și majoritatea golurilor sunt libere. Viteza de absorbție este foarte rapidă. Spre exemplu, pentru epruveta-grup numărul 1 din tabelul 1, va crește masa sa de la o valoare inițială de 17,3 g până la 22,1 g, respectiv o diferență totală de 4,8 g, sau o viteză medie de absorbție a apei de 0,48 g/h. Dacă ne referim la prima oră de absorbție, diferența de masă va fi de la 17,3 g la 19,8 g, ceea ce înseamnă o viteză de 2,5 g/h, adică de peste 5 ori mai mare decât viteza medie de absorbție corespunzătoare întregului domeniu de absorbție. Dacă se efectuează studiul pentru celelalte epruvete se va observa aceeași tendință de creștere, cu aceleași viteze de creștere. Mult mai vizibile sunt cele două faze pe graficul realizat pe baza datelor din tabelele 1 și 2, așa cum se observă în figura 2 și figura 3.

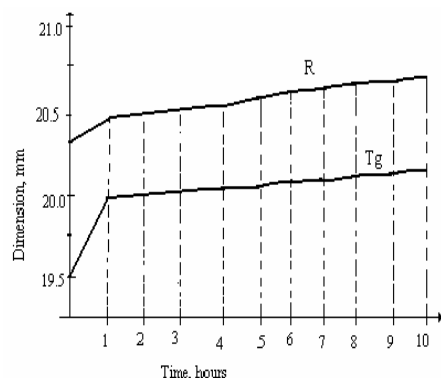


Figura 2. Creșterea în timp a dimensiunilor R-radial; Tg-tanșențial

Figure 2. The increasing of dimensions in time R-radial; Tg-tangential

❷ Faza a II-a a absorbției de apă este aceea de stabilizare a absorbției, precum și sfârșitul perioadei cu tendința concavă a curbei. Din analiza curbei din figura 1 se observă creșterea moderată în următoarele ore după prima oră, precum și tendința de scădere și terminare a fenomenului după 9-10 ore.

3. Analysis of results

Even if each all wooden samples have an distinguished individuality (given by wooden structure or wood grain, number of annual rings, percentage of late wood, defects, porosity and so on), in time of experiments it can observe that the two analyzed phenomena the same characteristics, valuable for all wooden samples which were immersed. At this way in the time of water absorption it can observe two distinguished periods, as follows:

❶ First phase – period of quick absorption at beginning, usually first 4 hours, when wood absorbs quickly water because is dried and most of gaps are free. Velocity of absorption is very rapidly. For instance, in the case of 1 sample-group, as it sees in table 1, its mass will increase from initial value of 17.3g up to 22.1g, namely a total difference of 4.8g or a medium velocity of water absorption equal with 0.48g/h. If we refer to the first hour of absorption, difference of mass will be from 17.3g up to 19.8g, which means a velocity of mass increasing by 2.5g/h, respectively over 5 times higher than medium speed of absorption corresponding to whole range of absorption. If it is done study for the other sample-group we will observe the same tendency of increasing with the same speed. More visible are the two phases on the graph realized on the base of data from tables 1 and 2, as we see in figures 2 and 3.

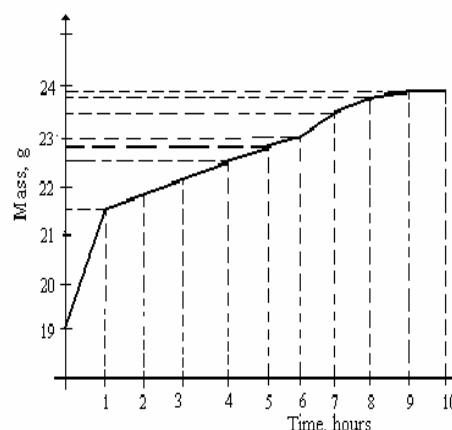


Figura 3. Variația masei epruvetelor în timp

Figure 3. Variation of sample mass in time

❷ The second phase of water sorption is that of absorption stability and final of period with concave form of curve. From analysis of curve from figure 1 it can observe the moderate increasing after first phase and also a tendency of decreasing and finish of phenomenon after a period of 9-10 hours.

Dacă se face analiza combinată (pentru variația masei și a dimensiunilor) se poate observa că graficele sunt proporționale, respectiv cu creșterea apei absorbite în epruvetele de lemn (viteza de absorbție a apei este mare) toate creșterile dimensionale vor fi mari (viteza creșterii dimensionale va fi mare) în domeniul a 10 ore. Acest lucru va crea o imagine a ambelor creșteri în timp, așa cum se observă în nomograma din figura 4.

Din acest studiu se poate trage o concluzie referitoare la aceste fenomene: pentru epruvete cu dimensiuni egale și aceeași a lemnului creșterile dimensionale și de masă vor fi asemănătoare. Alte condiții de influență pot fi cele referitoare la temperatura apei de imersie, poziția epruvetei lemnoase sub nivelul apei, dar principala condiție este cea referitoare la lățimea inelului anual pentru materialul lemnos de molid folosit. De asemenea, din diagramă se poate extrage masa și dimensiunea epruvetei lemnoase după o perioadă de timp determinată. Spre exemplu, din diagramă se poate observa că după câteva ore de imersie a epruvetei lemnoase, masa ar putea crește, iar dimensiunea ar putea crește de asemenea pe direcție radială și pe direcție tangențială. Dacă se continuă pe această cale, se poate obține creșterea de masă sau dimensională în orice moment, așa cum se observă în figura 4.

When it makes combined analysis (for mass and dimensional variations) it can observe that graphs are proportionally, respectively with increasing of water absorption in wood sample (velocity of water absorption is higher) the all dimensional increasing will be higher (velocity of dimensional increasing will be higher) in the field of 10 hours. This fact will create the image of both increasing in time as it see in nomogramme from figure 4.

From this study it takes a conclusion related to these phenomenon, namely when dimension of wooden sample are equals and the structure of wood sample is the same, the increasing of mass and dimension will be the same. Other conditions of influencing can be about temperature of water, position of wood samples under water but the main one is the above one respectively width of annual ring for this spruce specie. Also from diagram it can extract mass and dimension of wood sample after a certain time. For instance, from total experimental which are realized, it can observe from diagram that after certain hours for wood sample, the wood mass would be increased and the wood dimension would be increased on radial and on tangential direction. If it continues on this way it can obtain the mass increasing or dimension increasing at any times as it sees in figure 4.

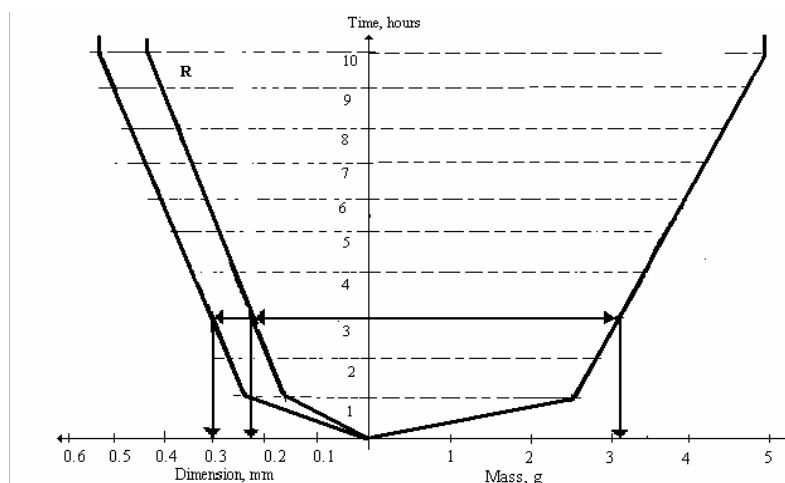


Figura 4. Nomograma cumulativă a determinării masei și dimensiunilor
Figure 4. Cumulative monogram for mass and dimensions determining

Se poate observa că pentru epruveta grup numărul 2, după 5,5 ore de imersie, creșterea de masă este egală cu 3,9 g, iar creșterea dimensională este de 0,32 mm pe direcție radială și 0,32 mm pe tangențială.

După multe analize s-a stabilit tendința curbei și s-a realizat un grafic cu creșterea generală a lotului de epruvete cu caracteristicile prezentate

It can observe that for wood sample 2, after 5.5 hours, the mass increasing is equal with 3.9 g and the dimension increasing is 0.32 mm on radial direction and 0.37 mm on tangential direction.

After many analysis we establish general tendency of curves and can make a graph with general increasing for a lot of samples with

anterior, în aceeași modalitate de lucru, grafic care este prezentat în figura 4. În acest grafic s-a lărgit scala dimensiunilor (din figura 2) și s-a scăzut scala timpului pentru a se obține o proporționalitate a scadelor pe orizontală și pe verticală.

Dacă se studiază figura 4, se poate observa, de exemplu, că după 3 ore de imersie în apă a epruvetelor se va obține o creștere a masei acestora cu 3,1 g și o creștere a dimensiunilor cu 0,23 mm pe direcție radială și de 0,3 mm pe direcție tangențială. În acest fel se pot obține valori ale creșterii de masă și a creșterilor dimensionale după orice perioadă de timp, fără a face calcule suplimentare sau a face experimentări suplimentare.

4. Concluzii finale

Această lucrare prezintă câteva rezultate ale cercetărilor experimentare privind dinamica sorbției de apă și a umflării în grosime, respectiv care este tendința curbelor pentru ambele fenomene, fenomene care sunt în corelație una cu alta. Variația masei sau a dimensiunilor după o anumită perioadă de imersie în apă este bine să se cunoască, atunci când lemnul este folosit sub apă.

Aceste studii sunt realizate în anumite condiții limitative, respectiv pentru o singură specie lemnoasă (molid), anumite caracteristici de structură (lățime medie a inelelor anuale, fără defecte semnificative etc.) și în condiții de laborator.

Cercetări mult extinse sunt în desfășurare, vizează diverse specii studiate individual sau ca grupuri de specii (rășinoase sau foioase), iau în considerare un număr mărit de factori și urmăresc stabilirea influenței dimensiunilor epruvetelor lemnoase, natura lichidului de imersie și temperatura sa etc.

References

1. Chefneaux, G., Câmpean, M., Ispas, M., Mihailescu, T.: *English for Technical and Business Purposes in Wood Industry*. Transilvania University Press, 2000, Brasov, ISBN 973-9474-65-9
2. Surikova, A.: *The solid pre-assembled wood board with juvenile poplar wood*. Proceeding of International Conference "Adhesives in wood working industry", September 2007, Zvolen, Slovakia, p. 201-2004, ISBN 80-228-1697-3
3. Boieriu, C., Lica, D., Mihailescu, T.: *Technology of furnitures*. Transilvania University Press, Brasov, ISBN 978-973-598-120-4 (in Romanian)
4. Zeleniuc, O.: *Timber technology*. Transilvania University Press, Brasov, 2008
5. Moura, S., Abella, D., Anjos, O.: *Evaluation of wood basic density as an indirect measurement of the volume of wood raw material*. Proceeding of International Conference "Wood science and engineering in the third millennium", June, 2007, Brasov, ISSN 1843-2689, Transilvania University Press, p. 72-78
6. Kollmann, F., Cote, Jr.: *Principles of Wood Science and Technology- Solid Wood*. Vol. I. Springer, Berlin, New York, 1968
7. <http://www.wikipedia.com>. Accessed: october, 2008

Lucrare primită în Februarie 2009

Received in February 2009