

PRZEPUSZCZALNOŚĆ DREWNA OLSZY I BRZOZY  
DLA CIECZY MODYFIKUJĄCYCH

Swilen Nikołow, Panajot Panajotow, Georgi Abraszew

Wyższy Instytut Techniczno-Leśny w Sofii

Przepuszczalność drewna to wielkość wyrażająca jego zdolność do przenikania określonej cieczy w konkretnych warunkach. Zależy ona od przenikalności i wielkości drewna, lepkości, napięcia powierzchniowego, stałej dielektrycznej, ciężaru cząsteczkowego cieczy oraz ciśnienia. Przepuszczalność wyznacza z kolei kinetykę nasycania drewna. Poznanie przepuszczalności pozwala na przewidywanie i optymalizację warunków nasycania danego gatunku drewna określoną cieczą podczas modyfikacji.

Badano przepuszczalność dla wody, fenoloalkoholu (NKTW-A-62) i żywicy fenolowo-formaldehydowej (FFS-1) drewna olszy (*Alnus glutinosa* Geartn.) i brzozy (*Betula alba*). Stosowano dwie próbki o kształcie walca o średnicy 46 mm i długości 5, 10, 15, 20 i 30 mm. Długość próbki odpowiadała długości drogi, jaką przebywała ciecz podczas przeprowadzania doświadczeń. Przepuszczalność wzdłużną wyznaczono pod ciśnieniem atmosferycznym i przy zastosowaniu ciśnienia dodatkowego 0,5 MPa. Przepuszczalność w kierunku poprzecznym oznaczono tylko przy nadciśnieniu 0,5 MPa. We wszystkich trzech przypadkach pod próbką wytwarzano próżnię 0,08 MPa.

T a b e l a 1

Fizykochemiczne właściwości stosowanych impregnatów

Rodzaj impregnatu	Gęstość kg/m <sup>3</sup>	Zawartość suchej masy %	Lepkość dynamiczna MPa/s	Lepkość wg WZ-4 s	Napięcie powierzchniowe MN/m
Woda	998	-	1,056	9	72,8
NKTW-A-62	1100	37,9	37,9	15	40,9
FFS-1	1150	47,3	109,7	48	69,6

Przy zastosowaniu metody manometrycznej szczególne znaczenie ma zapewnienie szczelności między górną i dolną komorą oraz izolacja bocznej powierzchni próbki. W tym celu powierzchnie te były pokryte elastyczną taśmą izolacyjną, a próbki umieszczono między pierścieniowymi uszczelkami. Efektywna powierzchnia próbki wynosiła 12,56 cm<sup>2</sup>.

Przepuszczalność obliczano według równania:

$$P_{wf} = \frac{V \cdot L}{A \cdot t \cdot p} \cdot \frac{m^2}{s \cdot MPa}, \quad (1)$$

gdzie

- $P_{wf}$  - przepuszczalność drewna dla cieczy, m<sup>2</sup>/s MPa,  
 $V$  - objętość cieczy, która przeniknęła przez próbkę, m<sup>3</sup>,  
 $L$  - długość drogi pokonanej przez ciecz, m,  
 $A$  - przekrój próbki, m<sup>2</sup>,  
 $t$  - czas, w ciągu którego dana ilość cieczy przeniknęła przez próbkę, s,  
 $p$  - średnie ciśnienie działające na ciecz podczas jej przechodzenia przez próbkę, MPa.

Wyniki otrzymane dla przepuszczalności wzdłużnej zestawiono w tabeli 2, a dla przepuszczalności poprzecznej - w tabeli 3.

T a b e l a 2

Przepuszczalność wzdłużna drewna brzozonego i olszowego dla cieczy modyfikującej przy  $t = 18^{\circ}C$  pod działaniem ciśnienia hydrostatycznego w próżni 0,085 MPa, (m<sup>2</sup>/s MPa) 10<sup>10</sup>

Rodzaj drewna	Rodzaj impregnatu	Grubość próbek, mm				
		5	10	15	20	30
Brzoza	woda	186,11	187,34	175,62	170,31	165,29
	NKTW-A-62	4,11	4,46	4,39	3,94	3,79
	FFS-1	1,48	1,16	1,23	1,24	1,11
Olsza	woda	156,35	151,87	167,26	156,11	151,89
	NKTW-A-62	3,64	2,89	3,47	3,41	3,15
	FFS-1	0,98	0,82	0,90	0,98	0,97

T a b e l a 3

Przepuszczalność poprzeczna drewna brzozy i olszy  
dla cieczy modyfikującej w  $t = 18^{\circ}\text{C}$  pod działaniem  
ciśnienia 0,5 MPa i próżni 0,085 MPa

Rodzaj drewna	Rodzaj impregnatu	Przepuszczalność	
		Promieniowo ( $\text{m}^2/\text{s MPa}$ ) $\cdot 10^{10}$	Stycznie
Brzoza	woda	782,67	706,67
	NKTW-A-62	747,00	610,67
	FFS-1	176,67	170,00
Olsza	woda	660,00	594,44
	NKTW-A-62	610,00	513,33
	FFS-1	126,00	102,76

T a b e l a 4

Stopień wzdłużnego nasycenia drewna olszowego i brzożowego  
w %, pod działaniem ciśnienia hydrostatycznego  
i próżni 0,085 MPa

Rodzaj drewna	Rodzaj impregnatu	Grubość próbek, mm				
		5	10	15	20	30
Brzoza	woda	110,5	107,9	100,6	98,3	92,9
	NKTW-A-62	67,3	69,3	64,3	59,7	55,4
	FFS-1	48,4	43,5	42,1	41,3	40,0
Olsza	woda	93,4	88,0	76,7	73,1	72,5
	NKTW-A-62	68,5	64,7	57,6	55,4	51,8
	FFS-1	44,1	42,4	42,1	40,9	38,9

Na podstawie analizy wyników stwierdzono, że drewno brzozy charakteryzuje się nieco większą przepuszczalnością niż drewno olszy, ze względu na różnice w ich mikrostrukturze.

Drewno brzozy charakteryzuje się większą przepuszczalnością badanych cieczy niż drewno olszy ponieważ wewnętrzna średnica naczyń w drewnie brzozowym wynosi  $80/\mu\text{m}$ , a w olszowym -  $67\mu\text{m}$ . W obydwu przypadkach występuje perforacja ścian poprzecznych. Jednakże w przypadku drewna brzozowego tworzy się 20-30 otworów, a w przypadku drewna olszowego - 12-20. Od perforacji zależy poprzeczna przepuszczalność drewna.

Przy porównaniu przepuszczalności wzdłużnej i poprzecznej drewna olszowego i brzozowego dla wybranych cieczy potwierdza się znaczna tendencja wpływu kierunku anatomicznego. Na przykład przepuszczalność żywicy fenolowo-formaldehydowej przez drewno brzozowe w kierunku promieniowym przy długości 20 mm wynosi  $176,67 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ , w kierunku stycznym  $170 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ , a w kierunku wzdłużnym  $1,24 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ . Zatem przepuszczalność wzdłużna w tym przypadku jest około 140 razy większa niż poprzeczna.

Otrzymane wyniki wskazują, że przepuszczalność drewna w kierunku stycznym i promieniowym nie wykazuje istotnych różnic. Ponadto przepuszczalność wzdłużna nie zależy w istotny sposób od długości materiału.

Z analizy wyników można wnioskować o istotnym wpływie rodzaju cieczy na przepuszczalność. Drewno brzozowe wykazuje największą przepuszczalność dla wody, a najmniejszą dla żywicy fenolowo-formaldehydowej. Próbka brzozowa o długości 30 mm wykazywała przepuszczalność dla wody  $165,29 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ , a dla żywicy fenolowo-formaldehydowej  $1,11 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ . Podobną tendencję obserwuje się w przypadku drewna olszowego.

Duży wpływ właściwości cieczy potwierdza także analiza stopnia nasycenia drewna, to jest stosunku objętości cieczy wchłoniętej przez drewno do objętości kapilarnego systemu próbki. Wyniki dotyczące nasycania w kierunku wzdłużnym zestawiono w tabeli 4.

Niższy stopień nasycenia drewna olszowego i brzozowego fenoloalkoholem i żywicą fenolowo-formaldehydową można wyjaśnić znaczną wielkością tych cząsteczek w porównaniu z cząsteczkami wody.

Znaczącą różnicę przepuszczalności dla fenoloalkoholu i żywicy

fenolowo-formaldehydowej można wyjaśnić różnicę ciężarów cząsteczkowych tych substancji. Występuje tu proces filtracji obserwowany w przeprowadzonych doświadczeniach. Szczególnie wyraźnie widać to w przypadku nasycania żywicą fenolowo-formaldehydową, która jest roztworem związku wielocząsteczkowego w polarnym alkoholu etylowym. Z drugiej strony stężenie i lepkość żywicy fenolowo-formaldehydowej także wpływają na jej zdolność do przenikania przez drewno. Drewno brzożowe wykazuje mniejszą przepuszczalność dla bardziej stężonej i w związku z tym, bardziej lepkiej żywicy. W tym przypadku filtracja zachodzi przy przemieszczaniu się cieczy z jednych naczyń do drugich przez perforacje. Wyniki badań wskazują, że filtracja zaznacza się silniej w przypadku drewna olszowego. Stopień nasycenia żywicą fenolowo-formaldehydową próbki brzożowej o długości 5 mm wynosi 48,4%, a przepuszczalność wzdłużna -  $1,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ , natomiast przy nasycaniu próbki olszowej stopień nasycenia wynosi 44,1%, a przepuszczalność -  $0,98 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ .

Przepuszczalność drewna zależy w istotny sposób od ciśnienia, pod którym wprowadza się ciecz do drewna (tab.5.). Próbka brzożowa o długości 30 mm pod ciśnieniem 0,085 MPa wykazuje przepuszczalność wzdłużną  $165 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ , a pod ciśnieniem 0,5 MPa prze-

T a b e l a 5

Zależność przepuszczalności próbek o grubości 30 mm z drewna brzożowego i olszowego od rodzaju impregnatu,  $\text{m}^2/\text{s MPa}$

Rodzaj drewna	Rodzaj impregnatu	Ciśnienie	
		hydrostatyczne	0,5 MPa
Brzoza	woda	$165 \cdot 10^{-7}$	$17180 \cdot 10^{-7}$
	NKTW-A-62	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$12132 \cdot 10^{-7}$
	FFS-1	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$93333 \cdot 10^{-10}$
Olsza	woda	$152 \cdot 10^{-7}$	$15744 \cdot 10^{-7}$
	NKTW-A-62	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$2546 \cdot 10^{-7}$
	FFS-1	$0,97 \cdot 10^{-7}$	$84444 \cdot 10^{-10}$



puszczalność wzrasta do  $17180 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s MPa}$ . Oznacza to, że przy stosunku ciśnień równym 5,88 stosunek przepuszczalności wynosi 104. W podobny sposób ciśnienie wpływa na przepuszczalność drewna dla żywicy fenolowo-formaldehydowej. Można to wyjaśnić na podstawie systemu połączeń pomiędzy poprzecznymi ściankami naczyń. Przy niskim ciśnieniu niewielkie otwory perforacji przeciwdziałają ruchowi cieczy. Pod wysokim ciśnieniem ten opór kapilarny jest przewyższony stosunkowo łatwo i szybko, przez co zwiększa się przepuszczalność.

Otrzymane wyniki i ich analiza pozwalają stwierdzić, że przepuszczalność drewna brzoźowego i olchowego dla cieczy modyfikujących w istotny sposób zależy od struktury drewna, fizykochemicznych właściwości cieczy, ciśnienia, a także w mniejszym stopniu od długości materiału.

С. Николов, П. Панайотов, Г. Абрашев

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ОЛЬХОВОЙ И БЕРЕЗОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ  
ДЛЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Р е з ю м е

Исследовали проницаемость ольховой и березовой древесины для воды, фенолоалкоголя НКТВ-А-62 и феноло-формальдегидной смолы ФФС-1 в продольном и поперечном направлении. Установлено, что проницаемость березовой древесины несколько выше ольховой. сверх того установлено, что проницаемость в тангенциальном и радиальном направлении не обнаруживает существенных различий, тогда как продольная проницаемость не зависит существенно от толщины образца. факторами ответственными за проницаемость являются свойства жидкости, также как вязкость или величина частиц.

S. Nikolov, P. Panayotov, G. Abrashev

PERMEABILITY OF ALDER AND BIRCH WOOD FOR MODIFYING  
LIQUIDS

S u m m a r y

Permeability of alder and birch wood for water, phenolalcohol NKTV-A-62 and phenolo-formaldehyde resin FFS-1 in longitudinal

and transversal direction was investigated. It has been found that the permeability of birch wood is somewhat higher than that of alder wood. Moreover, it has been proved that the permeability in tangential and radial direction does not show any considerable differences, while the longitudinal permeability does not depend significantly on the sample thickness. The factors responsible for the permeability are such properties of liquid, as viscosity and size of molecules.