FOLIA FORESTALIA POLONICA
Seria B, zeszyt 23, 1992

OCENA JAKOŚCI OCHRONY DREWNA METODĄ WSKAŹNIKOWĄ I METODĄ BIOIZOTOPOWĄ

Władysław Nożyński *, *Tadeusz Wytwer* **, *Krystyna Jaworska* *

* Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa
** Katedra Ochrony Drewna, SGGW Warszawa

W pracy przedstawiono wyniki badań nad oceną jakości ochrony drewna sosnowego i świerkowego zaimpregnowanego preparatem BS, zawierającym w swym składzie kwas borowy, czteroboran sodowy i benzoesan sodowy. Jakść ochrony drewna oceniono metodą wskaźnikową i metodą bioizotopową.

Drewno jest materiałem podatnym na niszczące działanie mikroorganizmów i owadów — technicznych szkodników. Zjawisko to można istotnie ograniczyć lub wyeliminować przez zabezpieczenie drewna środkami ochrony. Impregnację drewna środkami ochrony przeprowadza się metodami bezciśnieniowymi i metodami próżniowo-ciśnieniowymi. Metody bezciśnieniowe umożliwiają wprowadzenie środka na małą głębokość do drewna, a jednocześnie rozmieszczenie impregnatu na głębokości wniknięcia jest nierównomierne [8, 9]. Wpływ na głębokość wniknięcia środków ochrony do drewna, poza metodami nasycania, mają takie czynniki jak: wilgotność drewna, strefa drewna (biel, twardziel), gatunek drewna, rodzaj środka ochrony i inne. Można stwierdzić, iż jakość ochrony drewna zależna jest od wartości grzybobójczej impregnatu, głębokości wniknięcia, ilości pochłoniętego impregnatu i jego rozmieszczenia w drewnie. Ocenę jakości impregnatu przeprowadza się na podstawie głębokości wniknięcia, ujawnionej w reakcjach barwnych [17]. W Instytucie Techniki Budowlanej opracowano metodę bioizotopową, korespondującą z wynikami badań Mazur [1, 2]. Michalak i Wojczyński [3] metodą bioizotopową określili graniczną wartość grzybobójczą impregnatów, Wojczyński [7] — głębokość wnikania pięciochlorofenolanu sodowego i fluorku sodowego w drewno o różnej wilgotności. Nożyński i Ryłko [5] oraz Nożyński, Ryłko i Jaworska [6] przeprowadzili badania, przy zastosowaniu metody bioizotopowej, nad jakością

ochrony drewna nasyconego impregnatami: Intox S, Soltox R-12, Fungonit NW 2, Imprex Budowlany.

W przeprowadzonych badaniach oznaczono głębokość wnikania preparatu BS w drewno na podstawie reakcji barwnej i jednocześnie oznaczono metodą bioizotopową skuteczność ochrony drewna. Celem pracy było określenie wzajemnych zależności uzyskanych wyników.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Drewno: Z bielastego drewna sosnowego (*Pinus silvestris* L.) i z drewna świerkowego (*Picea excelsa* L.) wycięto listwy o wymiarach 20×60 (przekrój)×420 mm, gładko tnącą piłą. Drewno wolne było od wad. W badaniach zastosowano drewno o wilgotności 10 do 12% (sezonowane w warunkach laboratoryjnych) i wilgotności 27 do 28% (klimatyzowane w wilgotnej komorze przez 6 tygodni). Przed zabiegiem nasycania czoła listew zabezpieczono parafiną.

Tabela 1

Wyniki nasycenia drewna sosnowego i drewna świerkowego preparatem BS
The treating results of pine and spruce wood with the preparation BS

Wilgotność drewna Moisture content %	Stężenie roztworu Concentration of water solution %	Ilość pochłoniętej soli Salt retention g/m²	Głębokość wnikania Depth of penetration mm		
			min.	max	śred. mean
Drewno sosnowe – Pine wood					
12	1,0	8,33	4,1	5,2	4,4
	2,5	13,88	4,0	4,6	4,2
	5,0	24,51	3,6	4,5	4,0
	10,0	46,20	4,0	4,2	4,1
28	1,0	3,59	5,0	7,0	6,1
	2,5	8,57	4,5	7,0	5,6
	5,0	18,48	4,7	7,3	6,0
	10,0	38,14	5,3	7,2	6,6
Drewno świerkowe – Spruce wood					
12	1,0	1,83	1,3	2,3	1,6
	2,5	4,42	1,0	2,4	1,8
	5,0	12,02	1,9	2,6	2,3
	10,0	16,70	1,8	2,4	2,1
28	1,0	1,67	1,6	3,3	2,5
	2,5	3,28	1,9	4,2	3,1
	5,0	8,49	4,3	5,4	4,8
	10,0	11,02	3,7	5,1	4,5

Środki ochrony. W badaniach zastosowano jeden solny środek — preparat BS [10]. Przygotowane listwy z drewna sosnowego i drewna świerkowego nasycono w roztworach wodnych preparatu BS o stężeniach: 1,0, 2,5, 5,0 i 10,0%, metodą 15 min kąpieli. W każdym z wymienionych roztworów nasycono jedną listwę drewna sosnowego i jedną listwę drewna świerkowego. Ilość pochłoniętego roztworu oznaczono na podsta-

Tabela 2

Wyniki oznaczeń wartości współczynnika Z
The results calculated by magnitude of Z coefficient

Gatunek drewna Species of wood	Wilgotność drewna Moisture content %	Stężenie roztworu Concentration of solution %	Wartość współczynnika Z na głębokości, mm Value of Z coefficient of the depth, mm											
			0		śred.	3		śred.	5		śred.	8		śred.
			min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean
Drewno sosnowe Pine wood	12	1,0	0,05	0,33	0,21	0,23	0,42	0,31	0,49	0,87	0,62	–	–	–
		2,5	0,01	0,23	0,11	0,08	0,34	0,12	0,72	1,12	0,90	–	–	–
		5,0	0,02	0,17	0,09	0,03	0,27	0,13	0,69	1,12	0,91	–	–	–
		10,0	0,01	0,27	0,13	0,02	0,26	0,09	0,88	1,21	0,99	–	–	–
	28	1,0	0,01	0,15	0,05	0,03	0,28	0,12	0,53	0,98	0,81	0,75	1,01	0,96
		2,5	0,01	0,13	0,02	0,01	0,16	0,03	0,62	0,96	0,89	0,55	0,90	0,79
		5,0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,01	0,02	0,24	0,07	0,44	0,85	0,69
		10,0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,02	0,05	0,33	0,23	0,33	0,87	0,62
Drewno świerkowe Spruce wood	12	1,0	0,02	0,67	0,32	0,05	0,68	0,37	0,54	0,90	0,76	–	–	–
		2,5	0,01	0,50	0,23	0,27	0,56	0,38	0,71	0,91	0,87	–	–	–
		5,0	0,02	0,41	0,20	0,29	0,72	0,29	0,62	0,96	0,88	–	–	–
		10,0	0,01	0,21	0,07	0,06	0,23	0,14	0,34	0,97	0,71	–	–	–
	28	1,0	0,01	0,45	0,24	0,05	0,92	0,60	0,28	1,16	0,69	0,36	1,17	0,68
		2,5	0,01	0,47	0,09	0,28	0,62	0,42	0,13	1,22	0,84	0,43	1,17	0,86
		5,0	0,01	0,39	0,11	0,02	0,46	0,32	0,49	1,15	0,89	0,53	1,21	1,01
		10,0	0,00	0,09	0,03	0,01	0,24	0,10	0,18	0,69	0,43	0,30	1,18	0,75

wie pomiaru wagowego, z dokładnością do 0,1 g. Po nasyceniu listwy sezonowano w warunkach laboratoryjnych przez 8 tygodni, do uzyskania wilgotności ok. 10%.

Wskaźnik kurkuminowy. Głębokość wniknięcia preparatu BS oznaczono wskaźnikiem kurkuminowym [11] na dwóch przekrojach próbek o długości 20 mm, wyciętych ze środkowych części impregnowanych listew. Na jednym przekroju dokonano 10 pomiarów głębokości wniknięcia (na jednym boku próbki 5 pomiarów, w odstępie co 10 mm) z dokładnością do 0,1 mm, w całej próbce — 20 pomiarów.

Metoda bioizotopowa [5]. Na bocznych powierzchniach listew (o szerokości 60 mm) wykonano nacięcia walców o średnicy 40 mm, 8 sztuk na jednej powierzchni, prostopadle do włókien. Następnie odcinano z walców, wzdłuż włókien, krążki o grubości 3 mm, przy czym szerokość rzazu wynosiła 2 mm. Tak przygotowane krążki o średnicy 40 mm, grubości 3 mm i dwóch powierzchniach o głębokości w listwie 0 mm (powierzchnia listwy) i 3 mm, 5 i 8 mm poddano klimatyzacji w warunkach względnej wilgotności powietrza 80 - 85% i temperaturze powietrza 20±2°C, w ciągu 7 dni. Równolegle wyhodowano grzybnię grzyba testowego *Coniophora puteana* Fr. na pożywce agarowo-maltozowej z dodatkiem promieniotwórczego izotopu fosforu 32P, w postaci Na_2HPO_4, w specjalnych naczynkach szklanych. Przygotowane krążki drewna nakładano na naczynka z wyhodowaną grzybnią (w warunkach sterylnych) powierzchnią o głębokości 0 mm, 3 mm, 5 mm lub 8 mm i poddano działaniu grzybni przez 7 dni. Po zdjęciu krążków z naczynek usuwano grzybnię z powierzchni krążka w czasie 1 minuty. Współczynnik zabezpieczenia Z obliczono ze wzoru:

$$Z=\frac{N}{N_0},$$

N — liczba impulsów z badanej powierzchni krążka drewna impregnowanego; N_0 — liczba impulsów z badanej powierzchni (na tej samej głębokości) krążka drewna nieimpregnowanego (kontrolnego). Metoda bioizotopowa obejmuje 4 klasy jakości zabezpieczenia drewna [4, 6], w zależności od wartości współczynnika Z. Pierwsza klasa zabepieczenia odpowiada wartości Z=0,00 do 0,30 (zabezpieczenie dobre), druga klasa odpowiada wartości Z=0,31 do 0,50 (zabepieczenie średnie), trzecia klasa odpowiada wartości Z=0,51 do 0,75 (zabezpieczenie słabe), czwarta klasa odpowiada wartości Z powyżej 0,75% (brak zabepieczenia). Ilość środka ochrony w drewnie dla wartości Z=0,30, Z=0,50, Z=0,75 wynosi odpowiednio: 100, 75 i 50% wartości grzybobójczej [3, 4]. W przeprowadzonych badaniach metodą bioizotopową oznaczono wartość współczynnika Z dla każdej badanej powierzchni jako średnią arytmetyczną 8 pomiarów. Na podstawie wartości Z ustalono klasę jakości zabezpieczenia drewna. Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 - 3.

Tabela 3

Skuteczność ochrony drewna
Efficacy of wood protection

Gatunek drewna Wood species	Wilgotność drewna Moisture of wood %	Stężenie roztworu Concentration of solution %	Głębokość wnikania Depth of penetration mm	Skuteczność zabezpieczenia drewna Efficacy of wood protection							
				Wartość współczynnika Z na głębokości Value of coefficient Z on the depth mm				Klasa zabezpieczenia na głębokości, mm Class of protection on the depth, mm			
				0	3	5	8	0	3	5	8
Drewno sosnowe Pine wood	12	1,0	4,4	0,21	0,31	0,62	–	1	2	3	–
		2,5	4,2	0,11	0,12	0,90	–	1	1	4	–
		5,0	4,0	0,09	0,13	0,91	–	1	1	4	–
		10,0	4,1	0,13	0,09	0,99	–	1	1	4	–
	28	1,0	6,1	0,05	0,12	0,81	0,96	1	1	4	4
		2,5	5,6	0,02	0,03	0,89	0,79	1	1	4	4
		5,0	6,0	0,00	0,01	0,07	0,69	1	1	1	3
		10,0	6,6	0,00	0,02	0,23	0,62	1	1	1	3
Drewno świerkowe Spruce wood	12	1,0	1,6	0,32	0,37	0,76	–	2	2	4	–
		2,5	1,8	0,23	0,38	0,87	–	1	2	4	–
		5,0	2,3	0,20	0,29	0,88	–	1	1	4	–
		10,0	2,1	0,07	0,14	0,71	–	1	1	3	–
	28	1,0	2,5	0,24	0,60	0,69	0,68	1	3	3	3
		2,5	3,1	0,09	0,42	0,84	0,86	1	2	4	4
		5,0	4,8	0,11	0,32	0,89	1,01	1	2	4	4
		10,0	4,5	0,03	0,10	0,43	0,75	1	1	2	3

WYNIKI BADAŃ

GŁĘBOKOŚĆ I ILOŚĆ POCHŁONIĘTEGO ŚRODKA

Głębokość wnikania preparatu BS do drewna sosnowego o wilgotności 12% wahała się w granicach 4,0 do 4,4 mm, do drewna o wilgotności 28% — 5,6 do 6,6 mm; głębokość wnikania do drewna świerkowego, o wymienionych wilgotnościach, odpowiednio 1,6 do 2,3 mm i 2,5 do 4,8 mm (tab. 1). Ilość pochłoniętej soli przez drewno sosnowe o wilgotności 12% wahała się w granicach 8,33 do 46,20 g/m^2, przez drewno o wilgotności 28% — 3,59 do 38,14 g/m^2; drewno świerkowe pochłonęło sól w ilości 1,83 do 16,70 i 1,67 do 11,02 g/m^2 (tab. 1). Stężenie roztworu nie wywierało wpływu na głębokość wnikania preparatu BS w drewno sosnowe. Do drewna świerkowego roztwory o stężeniu 1,0 i 2,5% wniknęły na mniejszą głębokość w porównaniu z roztworami o wyższych stężeniach — 5,0 i 10,0%. Stężenie roztworów wywierało wpływ na ilość pochłoniętej soli — najmniejszą ilość soli pochłonęło drewno sosnowe i drewno świerkowe w roztworze o stężeniu 1%, największą ilość soli w roztworze o stężeniu 10,0%. Drewno świerkowe o wilgotności 12 i 28%, w roztworze o stężeniu 10,0%, pochłonęło znacznie mniejszą ilość soli w porównaniu z drewnem sosnowym (36,1 i 28,9%).

JAKOŚĆ OCHRONY DREWNA

Wyniki oznaczeń współczynnika zabezpieczania *Z* przedstawiono w tabeli 2. Tabela 3 zawiera wyniki: średnią głębokość wnikania, średnią wartość współczynnika *Z* i odpowiadającą tej wartości klasę zabezpieczenia na badanych głębokościach 0 mm, 3, 5 i 8 mm.

Drewno sosnowe. Wzajemna zależność pomiędzy głębokością wnikania preparatu BS oznaczona wskaźnikiem kurkuminowym, a klasą zabezpieczenia oznaczoną metodą bioizotopową była następująca: roztwory o stężeniu 2,5, 5,0 i 10,0% wniknęły do drewna o wilgotności 12% na głębokość 4,0 do 4,2 mm, zabezpieczenie drewna na głębokości 3 mm odpowiadało pierwszej klasie, na głębokości 5 mm czwartej klasie. Można stwierdzić, że ujawniona głębokość wniknięcia odpowiadała faktycznie skutecznie zabezpieczonej zewnętrznej warstwie drewna, z dokładnością do 0,1 mm. Roztwory o stężeniu 1,0 i 2,5% wniknęły do drewna o wilgotności 28% na głębokość 5,6 do 6,1 mm, jakość zabezpieczenia na głębokości 5 mm odpowiadała czwartej klasie, roztwory o stężeniu 5,0 i 10,0% wniknęły na głębokość 6,0 do 6,6 mm, jakość zabezpieczenia na głębokości 5 mm odpowiadała pierwszej klasie, na głębokości 8 mm — trzeciej klasie. W wypadku roztworów o stężeniu 1,0 i 2,5% metoda bioizotopowa wykazała zabezpieczenie mniejszej grubości warstwy (ok. 4,0 mm), roztworów o stężeniu 5,0 i 10,0%, metoda bioizotopowa wykazała większą grubość zabezpieczonej warstwy drewna (ok. 8 mm).

Drewno świerkowe. Wyniki uzyskane dla drewna świerkowego były zróżnicowane przy zachowaniu zależności — grubość zabezpieczonej warstwy drewna oznaczona metodą bioizotopową była większa od ujawnionej głębokości wnikania, uznając iż trzecia klasa zabezpieczenia oznacza skuteczną ochronę drewna.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzono badania nad oceną jakości ochrony bielastego drewna sosnowego i drewna świerkowego solnym środkiem — preparatem BS. Drewno nasycono roztworami wodnymi preparatu BS o stężeniach: 1,0, 2,5, 5,0 i 10,0%, metodą 15 min kąpieli. Oznaczono głębokość wniknięcia preparatu BS do badanego drewna metodą wskaźnikową (kurkuminową), z dokładnością do 0,1 mm i klasę zabezpieczenia drewna metodą bioizotopową, na głębokościach 0 mm (powierzchnia drewna), 3, 5 i 8 mm. Można uznać, iż ujawniona w reakcji barwnej metodą wskaźnikową głębokość wniknięcia preparatu BS do drewna była porównywalna z oceną jakości ochrony drewena metodą bioizotopową. Uzyskane wyniki badań metodą bioizotopową ujawniły brak różnic w jakości zabezpieczenia drewna sosnowego, nasyconego roztworami o stężeniach 5 i 10%. W literaturze opublikowane wyniki badań obejmują ocenę jakości ochrony drewna metodą bioizotopową (bez porównania z metodami wskaźnikowymi), np. drewno nasycone 10% roztworem Intoxu S charakteryzowało się następującą jakością ochrony: na głębokości 0 mm — pierwsza klasa zabezpieczenia, na głębokości 3 mm — pierwsza lub druga klasa zabezpieczenia, na głębokości 5 mm — czwarta klasa zabezpieczenia [6].

WNIOSKI

Na podstawie wyników uzyskanych w przeprowadzonych badaniach można sformułować następujące wnioski:

1. Metoda wskaźnikowa oceny jakości ochrony drewna jest porównywalna z metodą bioizotopową dla drewna sosnowego.
2. W drewnie świerkowym grubość zabezpieczonej warstwy drewna, oznaczona metodą bioizotopową, była większa od ujawnionej głębokości wniknięcia metodą wskaźnikową.
3. Przy oznaczeniach metodą bioizotopową stwierdzono brak różnicy w jakości ochrony drewna nasyconego roztworami preparatu BS o stężeniach 5,0 i 10,0%.
4. Uzyskane wyniki są charakterystyczne dla preparatu BS. Podane wyżej zależności wymagają potwierdzenia w dalszych badaniach.

Praca wpłynęła do Redakcji w marcu 1992 r.

LITERATURA

1. Mazur F. F.: Ispolzowanije radioaktywnych izotopow pri isledowanii toksicznosti antyseptikow. CNIMOD, 1958.
2. Mazur F. F.: Biologiczeskije ispytanija antiseptirowannoj driewiesiny s primienienijem radioaktywnych izotopow. Gosstroizdat, 1959.
3. Michalak J., Wojczyński J.: Metoda bioizotopowa określania granicznej wartości grzybobójczej impregnatów. Prace CORB-u PSB Wołomin 1974, z. 1, s. 3 - 42.
4. Nożyński W., Ryłko M.: Poprawa jakości ochrony drewna budowlanego przed zagrzybieniem. Etap III. Ustalenie metod badania i kryteriów oceny zabezpieczenia drewna przed zagrzybieniem. Prace Naukowo-Badawcze ITB 1988 (maszynopis).
5. Nożyński W., Ryłko M.: Poprawa jakości ochrony drewna budowlanego przed zagrzybieniem. Etap 9, p. 7. Opracowanie instrukcji ITB 1990 (maszynopis).
6. Nożyński W., Ryłko M., Jaworska K.: Skuteczność ochrony drewna budowlanego przez zagrzybieniem. Biuletyn Informacyjny 3/91, s. 40 - 45.
7. Wojczyński J.: Badanie metodami bioizotopowymi zdolności wnikania pięciochlorofenolanu sodowego i fluorku sodowego w drewno o różnej wilgotności. Prace COBR-u PSB Wołomin 1976, z. 1, s. 11 - 19.
8. Wytwer T.: Rozmieszczenie niektórych oleistych impregnatów w bielu drewna sosnowego przy bezciśnieniowych metodach nasycania. Folia Forestalia Polonica 1971, z. 10, s. B, s. 133 - 140.
9. Wytwer T.: Mechanizm wnikania nieorganicznych związków grzybobójczych do bielu drewna sosnowego. Zeszyty Naukowe AR w Warszawie, 1975, 47.
10. Wytwer T.: Środek ochrony drewna przed biokorozją. UP RP, P-273119, 1988.
11. PN-75/C-04901. Środki ochrony drewna. Oznaczanie głębokości wnikania w drewno.

ESTIMATION OF THE EFFICACY OF WOOD PROTECTION BY THE COLORIC REAGENT AND BIOISOTOPE METHODS

Summary

The results of investigation on the estimation of efficacy of wood protection were presented. Pine and spruce wood were impregnated with the water solution concentration 1,0, 2,5, 5,0 and 10,0% of the „BS" preservative. The depth of penetration was determined by the coloric reagent method; efficacy of wood protection by the bioisotope method. The results obtained by both methods are comparable.

Adresy autorów:
Doc. dr Władysław Nożyński
Mgr Krystyna Jaworska
Instytut Techniki Budowlanej
ul. Krawerów 21
02-656 Warszawa

Prof. dr hab. Tadeusz Wytwer
Katedra Ochrony Drewna SGGW
ul. Rakowiecka 26/30
02-528 Warszawa