

NIEKTÓRE ASPEKTY EFEKTYWNOŚCI ULEPSZANIA DREWNA, PRZEDŁUŻANIA JEGO TRWAŁOŚCI I SUBSTYTUCJI INNymi MATERIAŁAMI

Florian Budniak

Instytut Technologii Drewna w Poznaniu

WSTĘP

Zapotrzebowanie na drewno i podstawowe wyroby z drewna, wynoszące — na obecnym etapie naszego rozwoju gospodarczego — około 0,6 m³ na 1 mieszkańca jest z trudem pokrywane z krajowych baz surowcowych. W krajach rozwiniętych — np. w RFN — zapotrzebowanie to przekracza 1 m³ na 1 mieszkańca, ale z własnych baz surowcowych pokrywane jest w około 60%, pozostała ilość jest importowana. Na import drewna z krajów posiadających nadwyżki drewna mogą sobie pozwolić kraje posiadające dodatni bilans handlowy, z tym że coraz wyraźniej występują tendencje do zmniejszania się importu drewna, zwłaszcza w stanie okrągłym, tj. nieobrobionym.

Mimo podejmowania licznych starań, zmierzających do substytucji drewna innymi materiałami, nieunikniony jest u nas dalszy wzrost zapotrzebowania na drewno, chociażby na odcinku zwiększenia zużycia papieru.

W tej sytuacji niezbędna jest racjonalizacja dotychczasowych metod użytkowania drewna, przy równoczesnym dążeniu do intensyfikacji produkcji drewna. Występujący u nas deficyt drewna ma charakter strukturalny; uwydatnia się on szczególnie w zakresie ograniczonej podaży drewna wielkowymiarowego, przy istnieniu określonych rezerw drewna cienkiego i przemysłowych odpadów drewna. Dzięki postępowi technicznemu w przemysłowym wykorzystaniu tego „mniej wartościowego” i tylko częściowo wykorzystywanego drewna, staje się ono coraz cenniejszym surowcem do produkcji tworzyw drzewnych (płyty pilśniowe i wiórowe), a nawet mas włóknistych. Zaznaczyć jednak należy, że wykorzystanie tych rezerw połączone jest z koniecznością stosowania znacznie więk-

szych nakładów na pozyskanie i dostawę niż na drewno wielkowymiarowe.

Obserwując dotychczasowy sposób użytkowania drewna wielkowymiarowego na tle aktualnych osiągnięć postępu technicznego, nietrudno zauważyć kryjące się tu możliwości zaoszczędzenia tego drewna przez jego ulepszanie i przedłużanie trwałości.

Do najstarszych zabiegów zmierzających do przedłużania trwałości drewna zaliczamy impregnację drewna. Skutki tych zabiegów — chociażby na odcinku impregnacji nawierzchni kolejowej — są powszechnie znane. Używane do tego celu środki impregnacyjne ograniczają jednak możliwość stosowania tego zabiegu do określonego zakresu. Zaznaczyć należy, że następuje tu stałe ulepszanie technologii, a zastosowanie środków o mniejszej szkodliwości dla otoczenia, a nawet nietoksycznych, rozszerzy niewątpliwie dotychczasowy zakres stosowania tego zabiegu.

Rozwój w zakresie produkcji i udoskonalenia klejów sprawia, że coraz większa ilość drewna wielkowymiarowego użytkowana jest do produkcji takich tworzyw jak sklejka, która w określonych warunkach stosowania umożliwia w stosunku do tradycyjnych materiałów tartych osiągnięcie znacznych oszczędności surowca drzewnego.

Rozwój produkcji oraz stałe ulepszanie klejów i technologii klejenia rozszerza zakres stosowania konstrukcji klejonych, umożliwiając, obok zaoszczędzenia materiałów tartych, wykorzystanie do tych konstrukcji, tarcicy krótkiej i najkrótszej.

Wreszcie postęp techniczny w zakresie produkcji tworzyw sztucznych i rozwój technologii umożliwiających przy ich użyciu tworzenie kompozytów drewno - tworzywo sztuczne, otwiera nowy rozdział racjonalizacji wykorzystania drewna wielkowymiarowego. W porównaniu z drewnem tradycyjnym drewno modyfikowane osiąga znacznie lepsze właściwości, które w sumie umożliwiają duże zaoszczędzenie drewna.

Jak wiadomo, drewno jako materiał konstrukcyjny obdarzone jest zaletami obok wielu wad. Do zalet przemawiających za stosowaniem drewna w konstrukcjach należy zaliczyć przede wszystkim jego dużą wytrzymałość w stosunku do gęstości, wpływającą z wysokiego stopnia organizacji struktury drewna. Podkreślić należy również jego łatwość mechanicznej obróbki oraz łączenie przez klejenie.

Dużą wadą drewna jest jego pęcznienie i kurczenie się pod wpływem zmiennych warunków otoczenia. Dalszą wadą drewna jest zróżnicowana wytrzymałość mechaniczna w poszczególnych kierunkach anatomicznych wynikająca z jego anizotropowej budowy. Poważną wadę stanowi również podatność — szczególnie niektórych gatunków liściastych — na szkody wyrządzone przez grzyby, co przyczynia się do obniżania jego trwałości.

W celu poprawienia niektórych właściwości drewna i wyeliminowania wad stosuje się, jak już wyżej wspomniano, wiele technologii zmierzających do ulepszenia drewna, z których poważne znaczenie ma modyfikacja drewna.

Przy ekonomicznej ocenie efektywności modyfikacji drewna powinien być w pełni uwzględniany wpływ na zmniejszenie hygroskopijności i nasiąkliwości drewna, zwiększenie jego wytrzymałości na zginanie statyczne i udarność oraz zwiększenie odporności biologicznej.

Największe efekty w zakresie produkcji i zastosowania drewna modyfikowanego osiągnął Instytut Mechnicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu. Wstępne badania zmierzające do opracowania technologii tworzenia kompozytu drewno - tworzywo sztuczne zostały tam podjęte w 1968 r. W wyniku przeprowadzonych badań, w 1971 r. powstał pomysł uznany za wynalazek, na podstawie którego opracowano oryginalną technologię produkcji kompozytu materiałowego drewno - polistyren, który nazwano lignomerem.

W porównaniu z innymi metodami modyfikacji drewna produkcja lignomeru jest stosunkowo mało energochłonna, gdyż wymaga nagrzania oleju przy pierwszym stosowaniu do temperatury 85°C , która inicjuje proces polimeryzacji styrenu w drewnie. W dalszym procesie obróbki termicznej wykorzystuje się ciepło będące wynikiem reakcji egzotermicznej procesu polimeryzacji styrenu. Za mniej korzystną stronę tej metody należy uznać stosunkowo wysoki koszt styrenu.

W 1976 r. w zakładzie pilotowym w Laskach, o rocznej zdolności produkcyjnej 250 m^3 , uruchomiono produkcję lignomeru z zamiarem wyprodukowania dużych partii informacyjnych dla przyszłych użytkowników nowego produktu. Przeprowadzone badania eksploatacyjne posłużyły do ustalenia kierunków oraz celowości zastosowania produktu w wielu dziedzinach życia gospodarczego. Ponadto umożliwiły opracowanie założeń do zaprojektowania zakładów przemysłowych produkcji lignomeru o zdolności produkcyjnej 5 tys. m^3 rocznie.

Jak wykazały doświadczenia skala zainteresowań lignomerem jest bardzo szeroka [4]. Korzyści wynikające z dotychczasowego stosowania lignomeru to przede wszystkim przedłużenie trwałości oraz zwiększenie wytrzymałości, prowadzące do zaoszczędzenia określonych ilości drewna oraz uzyskania efektów ekonomicznych.

Z przeprowadzonych wstępnych obliczeń wynika, że rozpowszechnienie technologii produkcji i zastosowania lignomeru w wymienionych kierunkach może przynieść rocznie następujące efekty [5]:

- przewidywana oszczędność drewna — 288 tys. m^3
- przewidywane efekty ekonomiczne — $1\,500\text{ mln zł}$.

Jak już wspomniano, mniej korzystną stroną modyfikacji drewna przy użyciu styrenu, to stosunkowo wysoka cena styrenu. W pracach nad modyfikacją drewna, prowadzonych w Instytucie Technologii Drewna podjęto badania zmierzające do znalezienia tańszych substancji modyfikujących, jakimi są odpowiednio spreparowane żywice fenolowe i aminowe, które po wprowadzeniu do drewna utwardza się drogą termiczno-chemiczną [7]. Prace te są prowadzone na razie w skali ćwierćtechnicznej i stanowią przejściowy etap do prób w skali półtechnicznej i technicznej.

Z dotychczasowych badań nad modyfikacją drewna wynika, że szczególnie do tego celu nadaje się drewno olchy, brzozy i topoli. Aktualnie około 150 tys. m³ rocznie drewna tych rodzajów wykorzystywane jest do produkcji sklejk, a około 250 tys. m³ zużywane jest do produkcji materiałów tartych, na które z powodu gorszych właściwości technicznych i stosunkowo małej trwałości, nie ma dużego popytu. Przeznaczenie znacznej części tego drewna do produkcji drewna modyfikowanego umożliwi, poza uzyskaniem oszczędności wynikającej z przedłużonej trwałości, zaoszczędzenie cenniejszych materiałów tartych, innych rodzajów, na które istnieje większy popyt.

ELEMENTY RACHUNKU EFEKTYWNOŚCI ULEPSZANIA I SUBSTYTUCJI DREWNA

Istota oraz rola rachunku ekonomicznego w podejmowaniu decyzji w zakresie produkcji i wykorzystania drewna zmodyfikowanego została przedstawiona przez Jakubowskiego i Witkowskiego [3]. W opracowaniu tym, mającym charakter ogólny — modelowy, autorzy uwzględniając różnorodne zastosowanie drewna zmodyfikowanego, podnoszą słusznie konieczność wyodrębniania i skwantyfikowania jego cech użytkowych, jak trwałość, niezawodność, adekwatnych do konkretnego przypadku użycia oraz jakim kosztem uzyskano przyrost właściwości użytkowych. Określono również formułę opłacalności wprowadzania do produkcji nowego wyrobu, opartą na porównaniu relacji między właściwościami a kosztem jednostkowym starego wyrobu z relacją między przyrostem właściwości użytkowych a przyrostem kosztu jednostkowego nowego wyrobu.

Do przeprowadzenia pełnego rachunku efektywności zastosowania drewna zmodyfikowanego niezbędne jest ustalenie okresu przedłużenia trwałości, oszczędności materiałowej wynikającej ze zwiększonej wytrzymałości drewna zmodyfikowanego oraz kosztu modyfikacji drewna ze szczególnym uwzględnieniem realnej ceny środków użytych do modyfikacji oraz energii.

Zagadnienie efektywności substancji drewna innymi materiałami ilustruje artykuł Adamskiej i Holzhackera [1]. Przedstawiony rachunek

efektywności substancji drewna dotyczy trzech kierunków zastosowań: podkładów kolejowych, deskowań i pokryć podłogowych.

W przyjętych do obliczeń wskaźnikach efektywności substytucji materiałowej uwzględniono, poza okresem trwałości, sumę wydatków ponoszonych na produkcję wyrobów, transport, montaż i konserwację w trakcie przyjętego okresu eksploatacji (trwałości), zdyskontowaną na początkowy rok eksploatacji. Wysokość normatywnej stopy dyskonta przyjęto zgodnie z obowiązującymi ustaleniami Komisji Planowania przy RM w wysokości 8⁰/₀.

O ile sformułowane przez Jakubowskiego i Witkowskiego [3] zasady stosowania rachunku ekonomicznego wydają się być poprawne, o tyle wyniki rachunku ekonomicznej efektywności substytucji materiałów drzewnych, podane przez Adamską i Holzhackera [1] budzą wiele zastrzeżeń. Dotyczą one przede wszystkim sposobu ustalania okresu trwałości drewna i jego substytutów oraz prawidłowości ustalania kosztów, opartych na obowiązujących aktualnie cenach. Odnosi się to szczególnie do materiałów, których produkcja wymaga znacznego nakładu energii.

Przy podejmowaniu decyzji w zakresie rozszerzania stosowania sub-

Tabela 1

Wskaźniki zużycia energii cieplnej oraz żywic na produkcję niektórych tworzyw drzewnych i materiałów zastępujących drewno

| Lp. | Produkt | Gęstość kg/m ³ | Zużycie na 1 t produktu | | |
|-----|---|------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | | energii | | żywic klejów kg |
| | | | cieplnej GJ* | elektrycznej kWh | |
| 1. | plyta pilśniowa twarda 3,2 mm, metoda mokra | 1100 | 8,12 | 575 | 3 |
| 2. | plyta półtwarda MDF 19 mm | 705 | 6,00 | 425 | 89 |
| 3. | plyta wiórowa — 19 mm | 721 | 4,10 | 210 | 87 |
| 4. | plyta skrawkowa Flakeboard 9,5 mm | 673 | 6,15 | 270 | 56 |
| 5. | sklejka 9,5 mm | 577 | 5,57 | 200 | 40 |
| 6. | drewno olchowe modyfikowane styrenem lignomer | 1080 | 1,00 | 100 | 200-600 |
| 7. | drewno bukowe modyfikowane żywicami mocznikowo-formal- dehydowymi | 910 | 2,00 | 100 | 300 |
| 8. | cement | 1900 | 6,08 | 95 | |
| 9. | stal wyroby walcowane | 7850 | 39,42 | 104 | |
| 10. | aluminium | 2700 | 57,16 | 15 875 | |

Źródła: poz. 1—5 wg [7], poz. 8—10 wg [5], poz. 6 i 7 dane orientacyjne.

* GJ = 0,2388 Gcal.

stytutów drewna należy brać pod uwagę nie tylko ich aktualną cenę ale przede wszystkim nakłady związane z wyprodukowaniem tych materiałów, przy czym coraz większego znaczenia nabierać będzie zużycie energii.

W tabeli 1 podano przykładowo wskaźniki zużycia energii cieplnej i elektrycznej oraz żywic na produkcję niektórych tworzyw drzewnych i materiałów zastępujących drewno. Dla pełnego porównania energochłonności wymienionych tworzyw i materiałów zastępujących drewno należałoby zużyta energię elektryczną wyrazić w postaci energii cieplnej. To samo odnosi się do uwzględnienia energii potrzebnej do wyprodukowania wymienionych ilości żywic (klejów).

Interesujący przykład zastosowania w budownictwie drewna i jego substytutów w aspekcie zużytej energii podaje Bingham [2]. Na przykładzie hali magazynowej o łącznej kubaturze około 16 500 m³ zbudowanej z drewna lub z innych materiałów wykazuje ilości energii niezbędnej do wyprodukowania materiałów użytych do skonstruowania tej hali.

Przedmiotem porównania były następujące warianty konstrukcji: drewnianej z elementów klejonych i sklejki, murowanej z dachem drewnianym, stalowej, betonowej i z aluminium. Różnice w zużyciu energii w przeliczeniu na ropę naftową, podano w tabeli 2. Dane tej tabeli potwierdzają tezę, że produkty z drewna w porównaniu z innymi materia-

T a b e l a 2

Zużycie energii na materiał konstrukcyjny hali magazynowej w zależności od użytych materiałów.
Według Bingham [2]

| Podstawowy materiał konstrukcyjny | Energia w przeliczeniu na baryłki ropy naftowej |
|---|---|
| Drewno | 220 (50 zakupionych) |
| Cegła, zaprawa wapienna, dach drewniany | 380 |
| Stal | 470 |
| Beton | 600 |
| Aluminium | 720 |

łami wymagają najmniejszego nakładu energii. W tym miejscu należałoby wspomnieć o zasadniczej przyczynie powodującej wykazaną różnicę w zużyciu energii. Jak wiadomo produkcja drewna odbywa się w wyniku fotosyntezy a więc przy użyciu bezpłatnej energii słonecznej, przy czym nakłady na pozyskanie, dostawę i przerób drewna są stosunkowo

nieduże, podczas gdy produkcja wymienionych substytutów, łącznie z wydobyciem i dostawą surowców wymagają dużego nakładu energii. Jeżeli chodzi o wpływ na środowisko naturalne, to w toku produkcji drewna następuje wzbogacanie atmosfery w tlen, podczas gdy przy produkcji wymienionych substytutów ma miejsce szkodliwe oddziaływanie na naturalne środowisko życia.

WNIOSKI

1. Deficyt drewna wynikający z różnicy między wzrastającym i uzasadnionym zapotrzebowaniem na drewno a aktualnymi możliwościami jego pozyskiwania wymaga podjęcia szerokiej działalności zmierzającej do bardziej racjonalnego zużycia drewna oraz zwiększenia jego produkcji.

2. Głównymi kierunkami tej działalności powinno być:

- ulepszanie właściwości drewna,
- przedłużanie jego trwałości,
- pełne wykorzystanie możliwego do pozyskania drewna,
- intensyfikacja produkcji masy drewna przez techniczne i ekonomiczne udostępnienie możliwości produkcyjnych siedliska leśnego.

3. Po wyczerpaniu maksymalnych możliwości produkcyjnych siedliska leśnego i racjonalnym wykorzystaniu wyprodukowanego drewna należy dokonać wyboru kierunków zastępowania drewna przez inne materiały. Wybór ten powinien być oparty na realnym rachunku ekonomicznym zamienialności, a zwłaszcza energochłonności, z uwzględnieniem wpływu na ochronę środowiska naturalnego, jakie zwiększona produkcja tych materiałów może wywołać.

LITERATURA

1. Adamska B., Holzhacker J.: Efektywność ekonomiczna substytucji materiałów drzewnych w budownictwie. *Przem. drzew.*, nr 11, 478.
2. Bingham Ch. W.: The Keynote. *Forest Product Journal*, 9, 1975.
3. Jakubowski Z., Witkowski Z.: Węzłowe problemy rachunku ekonomicznego produkcji i wykorzystania drewna zmodyfikowanego. Materiały z sympozjum nt.: Modyfikacja drewna. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, z. 231, 1981.
4. Ławniczak M.: Kierunki zastosowania lignomeru w praktyce. *Prace OBR Przemysłu Drzewnego* 30, 1979 Poznań, 12-19.
5. Ławniczak M.: Informacja na temat prac badawczych i wdrożeniowych z zakresu produkcji i zastosowania w rolnictwie i w transporcie kolejowym kompozytu materiałowego drewno - polimer zwanego lignomerem. *Maszynopis*. Poznań 1979.
6. *Rocznik Statystyczny GUS*, Warszawa 1977.
7. Siwek K., Warzecha J.: Drewno modyfikowane żywicami aminowymi i możli-

- wości jego zastosowania. Materiały z sympozjum nt.: Modyfikacja drewna. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 231, 1981.
8. Vajda P.: A comparative evaluation of the economics of wood based panel industries. Columbia Engineering International LTD Vancouver, BC Canada 1975.

Флориан Будняк

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, ПРОДЛЕНИЯ ЕЕ ПРОЧНОСТИ И ЗАМЕНЫ ДРУГИМИ МАТЕРИАЛАМИ

Резюме

Растущий спрос на древесину, превышающий актуальные возможности ее заготовки в собственных сырьевых базах и при ограниченных возможностях ее импорта, приводит к нехваткам древесины. В таком положении особое значение приобретает рационализация применяемых до сих пор способов ее использования, повышение продукции древесной массы путем технического и экономического обеспечения производственных возможностей лесных местообитаний, а в крайнем случае ее замена другими материалами.

Модификация древесины путем образования материальных композиций типа древесина - полимер, позволяет значительно улучшить актуальные свойства древесины, с продлением ее прочности включительно, и таким образом приводит к экономии древесины и достижению в связи с этим многих выгод.

В дальнейшем развитии модификации древесины и выборе ее новых способов, следует в более широком, чем до сих пор масштабе учитывать вопрос потребления энергии. В частности этот вопрос следует анализировать при выборе способов замены древесины другими материалами, с учетом вредного воздействия повышенной продукции указанных материалов на природную среду.

Florian Budniak

SOME ASPECTS OF IMPROVEMENT OF WOOD, PROLONGATION OF ITS STRENGTH AND SUBSTITUTION BY OTHER MATERIALS

Summary

An increasing demand for wood, exceeding present possibilities of its obtainment from own raw material bases and at limited possibilities of its import, leads to wood deficiencies. In such situation a particular importance assumes the rationalization of its hitherto utilization ways, increase of the wood mass production by technical and economic accessibility of production of forest sites and finally the wood substitution by other materials.

The wood modification by means of formation of a material composition of the wood - polymer type leads to a considerable improvement of the hitherto wood

properties, including its strength, and thus to a saving of wood and many advantages connected therewith.

In the further development and the choice of new wood modification ways, the question of energy consumption should be taken more widely than hitherto into consideration. In particular, this question should be analyzed at the choice of ways of the wood substitution by other materials, jointly with consideration of a harmful effect of increased production of these materials on the natural environment.