

# SYLWAN

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA LEŚNEGO

Wydawany z zasiłku Polskiej Akademii Nauk

Rok CXII

Warszawa, październik 1968

Numer 10

FRANCISZEK KRZYSIK

## Problem wykorzystania odpadów korowania do przerobu przemysłowego

Проблема использования отходов окорки для промышленной переработки

The problem of the use of bark peeling wastes in industrial processing

**K**ora stanowi 10—15% pozyskiwanej w lesie masy zrębowej. W Polsce pozyskuje się rocznie ok. 20 mln m<sup>3</sup> drewna, wobec czego na korę przypada 2—3 mln m<sup>3</sup> litej masy.

Biorąc pod uwagę, że część sortymentów, jak np. drobnicę, drewno opałowe oraz drewno przeznaczone do suchej destylacji użytkuje się wraz z korą — za punkt wyjściowy dalszych rozważań można przyjąć udział kory w wysokości 10% czyli 2 mln m<sup>3</sup>. Po odliczeniu lasów niepaństwowych liczba ta zmniejszy się do 1,8 mln m<sup>3</sup>.

Korowanie wykonuje się przeważnie ręcznie, częściowo w lesie na miejscach manipulacji zrębowej, częściowo na składnicach leśnych i składowiskach fabrycznych. Odpady korowania rozrzucone w małych ilościach na zrębach stoją poza nawiasem dalszych rozważań. Podstawowym warunkiem ewentualnego wykorzystania jest koncentracja dużych ilości kory w jednym miejscu, co występuje z reguły na składnicach manipulacyjnych i składach przemysłowych.

Korowanie ręczne jest pracą ciężką, wymagającą dużej siły fizycznej oraz dużego nakładu pracy i kosztów. Mimo to korowanie ręczne jest zarówno w Polsce, jak w sąsiedniej Czechosłowacji tańsze niż korowanie mechaniczne; decydują o tym wysokie koszty związane z importem, instalacją i kosztami ruchu korowarek mechanicznych. Nawet w Szwecji, gdzie koszty robocizny są wysokie, znaczną część korowania wykonuje się dotychczas ręcznie.

Ten stan rzeczy należy traktować jako zjawisko przejściowe. Z wyliczeń przeprowadzonych w Czechosłowacji wynika, że wykonane ręcznie korowanie zajmuje czas równoznaczny z całorocznym zatrudnieniem 500 robotników. Analogiczna liczba jest w Polsce prawdopodobnie wyż-



C-2584

sza. Na tle rosnącego stale niedoboru rąk roboczych w leśnictwie można sformułować następujące tezy.

1. Ręczne korowanie w lesie musi być stopniowo ograniczane; w ujęciu perspektywicznym ta forma pracy będzie zaniechana.

2. Znaczna część prac związanych z korowaniem zostanie umiejscowiona na składnicach manipulacyjnych; będzie się ją wykonywać za pomocą korowarek przewoźnych lub stacjonarnych.

3. Główny ciężar prac związanych z korowaniem musi być przesunięty na zakłady przemysłu drzewnego, zwłaszcza na fabryki celulozy i kombinaty tartaczne. Koncentracja pracy stworzy korzystne warunki do mechanizacji, a koncentracja odpadów korowania pozwoli na ich przemysłowe wykorzystanie. Zastosowanie korowarek zmniejszy zapotrzebowanie na robociznę w leśnictwie.

Prof. W. Grochowski szacuje ilość odpadów powstających przy korowaniu na 530 tys. ton powietrzno-suchej masy, z czego do przerobu nadaje się, dzięki skupieniu większych ich ilości, ok. 250 tys. ton. W miarę przebudowy przemysłu tartaczno-liczba ta wzrośnie.

Jako przykład koncentracji odpadów korowania można przytoczyć Ostrołęckie Zakłady Celulozowo-Papiernicze przerabiające ok. 450 tys. m<sup>3</sup> papierówki rocznie (80<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sosna, 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> brzoza). Do korowania drewna sosnowego w całych długościach stosuje się korowarki Cambio, do korowania papierówki w wyrzynkach o długości 1 m stosuje się korowarki bębnowe. Powstająca przy tym ilość odpadów wynosi 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, czyli osiąga rząd 60 tys. m<sup>3</sup> rocznie. Odpady te nie mają dotychczas żadnego zastosowania, składa się je na hałdę, która obejmuje obecnie ponad 100 000 m<sup>3</sup>, czyli około 50 tys. ton kory, w przeliczeniu na stan powietrzno suchy. Kierownictwo fabryki czyni starania o spalanie kory w sąsiedniej elektrociepłowni, co wymaga dodatkowych inwestycji i nie budzi entuzjazmu przyszłego odbiorcy, gdyż ze względu na dużą wilgotność (140—220<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) kora stanowi paliwo o małej wartości. Drugi kierunek studiów stanowią prace Instytutu Badawczego Leśnictwa (prof. dr Wiesław Grochowski) zmierzające do kompostowania odpadów (mieszanie z czynnym osadem z oczyszczalni ścieków) i przerobu ich na nawóz organiczny.

Analogiczna sytuacja zarysowuje się w fabryce celulozy w Świeciu, gdzie ilość odpadów kory bukowej ma w 1968 r. wynosić 2 500 t, rosnąc w 1969 roku do 7 500 t. Fabryka w Świeciu ma w przyszłości przerabiać 400 tys. m<sup>3</sup> papierówki bukowej i 1,1 mln m<sup>3</sup> papierówki sosnowej. Jeżeli przyjmiemy udział kory, tak jak w Ostrołęce, w wysokości 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, to po pełnym uruchomieniu fabryki łączna ilość odpadów będzie wynosić 210 tys. m<sup>3</sup> czyli ok. 100 tys. ton rocznie.

Inne fabryki celulozy otrzymują papierówkę korowaną. Ten stan rzeczy będzie w przyszłości ulegał zmianie. Ze względu na brak robotników w lesie, fabryki celulozy będą musiały przejść na odbieranie papierówki w całych długościach i w korze, jak to się dzieje w Finlandii i Skandynawii.

Według danych W. Grochowskiego w 9 tartakach, w których zainstalowano korowarki Cambio, powstaje rocznie 22 tys. t. odpadów korowania, przy czym największa, zlokalizowana w jednym miejscu ilość wynosi 3 tys. t rocznie. Dotychczas stosuje się w tartaczniectwie przecieranie drewna wraz z korą, która w przypadku produkcji tarcicy

obrzynanej (ok. 90% produkcji) pozostaje na zrzynach. W przypadku przeznaczenia zrzynów na surowiec celulozowy lub defibracyjny trzeba je dodatkowo korować. W miarę przebudowy naszego przemysłu tartaczno, wprowadzania racjonalnej technologii i tworzenia kompleksowych kombinatów drzewnych, mechaniczne korowanie kłód tartacznych będzie stanowiło wstępne ogniwo procesu technologicznego. W ślad za tym będą stopniowo powstawać nowe punkty koncentracji odpadów korowania w przemyśle tartaczno.

Na tle tych rozważań nasuwają się następujące wnioski.

W warunkach integracji leśnictwa i przemysłu drzewnego prace związane z korowaniem drewna trzeba stopniowo przesuwac na składowiska fabryczne. Pozwoli to na zainstalowanie i pełne obciążenie korowarek mechanicznych oraz na koncentrację odpadów korowania, których duża ilość stanowi podstawowy warunek przemysłowego przerobu. Drugim warunkiem jest sprawna organizacja potoku dostaw i korowania drewna, tak aby zainstalowane korowarki były w pełni obciążone.

Do czasu pełnego przejęcia korowania przez przemysł, prace związane z korowaniem niektórych sortymentów (głównie papierówka, kopalniaki i słupy) powinny być prowadzone na składnicach manipulacyjnych, przy zastosowaniu stacjonarnych i przewoźnych korowarek lub nawet przy stosowaniu pracy ręcznej. Korowanie ręczne na składnicach będzie bardziej wydajne i ekonomiczne niż praca w niekorzystnych warunkach leśnych.

Koncentracja korowania w zakładach przemysłowych i na składnicach odciąży robotników leśnych i pozwoli bardziej celowo wykorzystać ich siły do pracy w terenie. Korowanie w lesie powinno być możliwie prędko zlikwidowane, tym bardziej, że rozrzucona w lesie kora traci wartość odpadów przemysłowych. W chwili obecnej wchodzi w grę trzy główne kierunki wykorzystania odpadów korowania.

W zakładach przemysłowych istnieje możliwość stosowania kory jako paliwa. Jest to kierunek mało atrakcyjny. Kora o wilgotności względnej<sup>1</sup> 70% ma wartość opałową 900 kcal/kg, a więc wartość bardzo niską. Odpady korowania, zwłaszcza z korowarek bębnowych, mają wilgotność względną zamykającą się w granicach 50—70%. Ich spalanie wymaga uprzedniego odwodnienia, co w Szwecji realizuje się przez mechaniczne wyciskanie wody w prasach. Przy wilgotności 40% wartość opałowa kory wynosi 2 400 kcal/kg. W warunkach polskich, gdzie przemysł opiera się głównie na energii elektrycznej pobieranej z sieci lub na opalanych węglem elektrociepłowniach, spalanie kory stanowi trudne do zrealizowania zadanie.

Drugi kierunek to kompostowanie kory w celu uzyskania nawozu organicznego. Na tym odcinku prowadzi się w wielu krajach, wśród nich w Polsce, badania, które w poszczególnych przypadkach dały pozytywne wyniki. Trudność polega na tym, że rozkład kory przebiega powoli i wymaga okresu do 3 lat. W celu przyspieszenia procesu stosuje się domieszkę fekalii, gnojówki, nawozów mineralnych, aktywnego osadu z oczyszczalni biologicznych lub infekowanie specjalnie wyhodowanymi szczepami bakterii. Uzyskany nawóz daje dobre efekty w ogrod-

<sup>1</sup> Wilgotność względna kory jest to stosunek ciężaru zawartej w korze wody do ciężaru kory w stanie wilgotnym.

nictwie, hodowli pieczarek i w rolnictwie. Ujemną stroną zagadnienia stanowi duże zapotrzebowanie powierzchni, wysokie koszty produkcji i ograniczony dotychczas krąg odbiorców. Zdaniem specjalistów z NRD kompostowanie może zdać egzamin i wytrzymać rachunek ekonomiczny, jeżeli korę będzie się przez 15 lat uważać za bezwartościowy odpad, oddawany do przerobu bezpłatnie lub za cenę symboliczną.

Trzeci, w Polsce dotychczas nie podjęty kierunek, to przerób kory na materiały płytowe, przy zastosowaniu odpowiednio zmodyfikowanej technologii produkcji płyt wiórowych z drewna.

Odpady korowania skupione w dużych ilościach w zakładach przemysłu drzewnego stanowią w chwili obecnej kłopotliwy balast i przedmiot troski kierownictwa i załogi. Świadczą o tym hałdy odpadów powstające w sąsiedztwie większych zakładów, przypominające swym wyglądem teren Górnego Śląska. Hałdy nie mogą rosnąć w nieskończoność ze względu na brak miejsca i niebezpieczeństwo pożaru. Ze względu na dużą wilgotność kory przebiegają w hałdach egzotermiczne procesy rozkładowe, powodujące wzrost temperatury i możliwość samozapłonu. Chcąc pozbyć się balastu, zakłady oddają odpady okolicznej ludności bezpłatnie lub za opłatą symboliczną. Fakt dużej koncentracji odpadów stanowi podjętą do szukania sposobów racjonalnego przerobu. Wobec małej atrakcyjności spalania, rozwiązania problemu trzeba szukać na dwóch drogach: 1) kompostowania i 2) produkcji tworzyw płytowych, nadających się do zastosowania w budownictwie.

Opracowując technologię materiałów płytowych należy zrezygnować z osiągnięcia wysokich wskaźników wytrzymałościowych, ustalonych dla stosowanych w meblarstwie płyt wiórowych, natomiast należy dążyć do wykorzystania charakterystycznych dla kory cech dodatnich — przede wszystkim niskiego współczynnika kurczenia się i pęcznienia oraz niskiego współczynnika przewodnictwa ciepła i dźwięku. W oparciu o te cechy można dążyć do wyprodukowania płyt o niskich własnościach higroskopijnych a wysokich własnościach izolacyjnych; powinny one być dostosowane do szerokiego wykorzystania w budownictwie i przede wszystkim tanie. Tak ujęta hipoteza robocza jest możliwa do zrealizowania, wymaga jednak żmudnych badań i dużego nakładu pracy. Osiągnięcie pozytywnych wyników byłoby równoznaczne z przewartościowaniem odpadów korowania z kategorii odpadów bezwartościowych do rzędu użytkowego surowca, co uzasadnia celowość podjęcia badań.

O doniosłości zużytkowania odpadów korowania świadczy duże zainteresowanie tym problemem w wielu krajach. Wyrazem tego było międzynarodowe kolokwium zorganizowane w dniach 23 i 24 listopada 1967 r. w Tharandt przez Instytut Użytkowania Lasu Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie. Na kolokwium zgłoszono 17 referatów, które wpłynęły od naukowców z 6 krajów socjalistycznych, wśród nich 2 referaty przedstawione przez Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie (prof. dr W. Grochowski i dr inż. L. Monkielewicz).

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można sformułować następujące wnioski syntetyczne.

1. Ze względu na brak rąk roboczych w leśnictwie należy stopniowo ograniczać ręcznie wykonywane korowanie w lesie.



2. Czynność korowania należy stopniowo przesuwac na składnice manipulacyjne wyposażone w korowarki mechaniczne. W tym przypadku możliwość wykorzystania odpadów korowania na miejscu ich powstania jest bardzo ograniczona. Należałoby je prasować w bele i odstawiać do miejsc przemysłowego przerobu, o ile pozwoli na to rachunek ekonomiczny.

3. Główny ciężar korowania powinien być przesunięty na fabryki celulozy i kombinaty przemysłu drzewnego. Koncentracja korowania umożliwi ekonomiczne wykorzystanie zainstalowanych urządzeń, koncentracja odpadów stworzy warunki ich przemysłowego wykorzystania.

4. Opracowanie metod przemysłowego przerobu kory jest celowe i możliwe. Rozwiązanie zagadnień technologicznych spowoduje przeklasyfikowanie bezwartościowych odpadów do rzędu wartościowych sortymentów, co przyczyni się do rozszerzenia bazy surowcowej przemysłu drzewnego i podniesienia produktywności gospodarstwa leśnego.

Badania zmierzające do wyprodukowania płyt z kory zapoczątkowano w marcu 1968 r. w Katedrze Mechanicznej Technologii Drewna SGGW, przy udziale pracowników Instytutu Technologii Drewna (Oddział Warszawski) i Zjednoczenia Przemysłu Płyt, Sklejek i Zapalek. Surowiec do badań pobrano z Ostrołęckich Zakładów Celulozowo-Papierniczych. Do wyprodukowania płyt laboratoryjnych zastosowano trzy zestawy surowca:

- 1) kora sosnowa spod korowarek Cambio o wilgotności 140%,
- 2) kora sosnowa i brzoza z hałdy o wilgotności 220%,
- 3) mieszanina kory spod korowarek Cambio (1/3) i kory z hałdy (2/3).

Korę rozdrobniono w rozdrabniarce laboratoryjnej i wysuszono do wilgotności 14%. Płyty laboratoryjne wykonano stosując dodatek kleju mocznikowego o stężeniu 50% w ilości 10% suchej masy żywicy w stosunku do suchej masy kory. Nie dodawano środków hydrofobowych. Wyprodukowano płyty o grubości 19 mm, prasując je przez 12 minut, pod ciśnieniem 15 kG/cm<sup>2</sup> przy temperaturze 150°C. Wyniki badania płyt laboratoryjnych zamykają się w następujących granicach:

wilgotność	11,5 — 13,5%
ciężar właściwy	0,65 — 0,66 G/cm <sup>3</sup>
wytrzymałość na zginanie statyczne	49 — 52 kG/cm <sup>2</sup>
wytrzymałość na rozciąganie	
prostopadłe do płaszczyzn	2,7 — 3,5 kG/cm <sup>2</sup>
nasiąkliwość po 24 godz.	24 — 56%
pęcznienie po 24 godz.	4,3 — 8,0%

Na podstawie wyników badań wstępnych można wysnuć następujące wnioski.

1. Płyty z odpadów korowania będą miały wytrzymałość mniejszą od płyt wiórowych płasko prasowanych, a zbliżoną do wytrzymałości płyt wiórowych wytłaczanych.

2. Dzięki właściwościom kory, płyty wyprodukowane z odpadów korowania będą miały wysokie własności izolacyjne i niskie pęcznienie, co predestynuje je do zastosowania w budownictwie, zwłaszcza na płyty podpodłogowe, na ścianki działowe i płyty stropodachowe.

3. Ze względu na niską wartość wsadu surowcowego, płyty z kory mogą być tańsze od płyt wiórowych.

Wyniki badań wstępnych wykazują możliwość wykorzystania odpa-

дów korowania do produkcji materiałów płytowych. W Katedrze Mechanicznej Technologii Drewna SGGW prowadzi się intensywne badania mające na celu rozwiązanie zagadnienia.

### Z Katedry Mechanicznej Technologii Drewna SGGW

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 5 czerwca 1968 r.

#### Краткое содержание

При окорке древесины возникает 10—14% отходов. Количество отходов возникающих в государственных лесах при окорке, можно оценивать на 1,8 млн м<sup>3</sup> в год. При проводимой в лесу ручной окорке, отходы окорки разбросаны на больших площадях, что исключает возможность их промышленной переработки.

Из-за недостатка лесных рабочих окорка древесины переносится постепенно на предприятия деревообрабатывающей промышленности. Концентрация окорки на заводских складах создаёт выгодные условия для применения механического оборудования, а концентрация большого количества коры в одном месте создаёт условия для промышленного использования отходов. Такие условия существуют в настоящее время на некоторых комбинатах целлюлозы, напр. в комбинате в Остроленке. Количество отходов, возникающих при окорке достигает здесь около 60 000 м<sup>3</sup> или около 30 000 тон коры в воздушно-сухом состоянии.

Работы, которые проводились до сих пор по вопросу использования коры на фабричных складах, идут в двух направлениях:

1. Подготовка коры к сгоранию в котельных. Отходы коры содержат много воды, их влажность достигает 70% по отношению к весу коры во влажном состоянии. Перед введением их в огонь, необходимо их раздробить и снизить их влажность путём прессовки.

2. Переработка коры на органические удобрения путём компостирования. Исследования, проводимые в Польше и за границей дали положительные результаты. Отрицательными чертами являются: длительное время разложения коры, большая площадь необходимая для проведения разных мероприятий и высокая стоимость продукции.

На Кафедре Механической Технологии Древесины Главной Школы Сельского Хозяйства в Варшаве, было начато исследование третьего направления, цель которого — применение коры для переработки на материал для древесных плит. Плиты, полученные в лабораторных условиях из отходов окорки целлюлозного комбината в Остроленке, обладают следующими свойствами:

влажность	11,5 — 13,5%
удельный вес	0,65 — 0,66 г/см <sup>3</sup>
сопротивление статическому изгибу	49 — 52 кг/см <sup>2</sup>
сопротивление разрыву в направлении перпендикулярном к плоскости	2,7 — 3,5 кг/см <sup>2</sup>
влагоёмкость после 24 часов	24 — 56%
набухание после 24 часов	4,3 — 8,0%

На основании предварительных исследований автор формулирует следующие выводы:

1. Плиты из отходов окорки по сопротивляемости похожи на стружково-древесные необлагороженные пресованные плиты.

2. Плиты из коры будут обладать высокими изоляционными свойствами,

низкой степенью набухания, что говорит о возможности их применения в строительстве в качестве плит под полы, в качестве перегородок и перекрытий.

3. Из-за низкой стоимости отходов, плиты из коры могут быть дешевле, чем стружко-древесные плиты.

На Кафедре Механической Технологии Древесины Главной Школы Сельского Хозяйства в Варшаве продолжают исследования по вопросу применения коры для промышленной переработки на материал для плит.

### Summary

In the course of bark peeling there arise 10—14% of discards. The quantity of discards produced in state forests in the course of bark peeling might be estimated on 1.8 millions of cu.m. per annum. With the manual barking carried out in forest bark discards are dispersed over large areas, what precludes the possibility of their industrial processing.

Due to shortage of forest workers the barking of wood is gradually moved to wood-working industry plants. The concentration of barking on plant depots provides favourable conditions for the use of mechanical devices, while the concentration of large amounts of bark in one place provides conditions promoting the industrial utilization of discards. Such conditions prevail at present in certain cellulose factories, e.g. in the factory at Ostrołęka. The quantity of discards produced during barking amounts here to ca 60000 cu.m. or ca 30000 tons of air dry bark.

Recent works aimed at the disposal of bark on factory depots follow two lines.

1. Adaptation of bark for burning in boiler-houses. Barking discards contain much water, their moisture amounts to 70% in relation to the weight of bark in the moist state. Before their introduction to boiler furnace they should be crushed and their moisture should be reduced by moulding.

2. Conversion of bark into organic manure through composting. Studies carried out in Poland and abroad yielded positive results. Negative aspects present: long duration of bark decomposition, big area required for treatments, and high costs of production.

The Chair of Mechanical Wood Technology, Agricultural University in Warsaw initiated the third research direction aimed at the utilization of bark in the conversion into board materials. Boards manufactured in laboratory scale from barking discards in cellulose plant at Ostrołęka revealed following properties:

moisture	11.5—13.5%
specific gravity	0.65—0.66 g/cu.m.
static bending strength	49—52 kg/cm <sup>2</sup>
tensile strength in direction perpendicular to planes	2.7—3.5 kg/cm <sup>2</sup>
soaking after 24 hours	24—56%
swelling after 24 hours	4.3—8.0%

As a result of preliminary studies author arrived at following conclusions:

1) Board made of barking discards have a strength similar to that of extruded particle boards not covered with veneer.

2) Boards made of bark will have high insulating properties and low swelling what facilitates their utilization in construction for floor panels, partition walls, and floor slabs.

3) Owing to the low price of discards boards made of bark could be cheaper than particle boards.

Studies on the utilization of bark in industrial conversion into board materials are continued in the Chair of Mechanical Wood Technology, Agricultural University in Warsaw.