

Dorota Dziurka, Katarzyna Adamczewska*

Możliwość wykorzystania odpadów powstających podczas produkcji sklejk do wytwarzania tworzyw drewnopochodnych

Wykorzystanie odpadów stanowi duży problem w wielu dziedzinach życia. Wszystko sprowadza się zatem do tego, by móc spożytkować je w najbardziej efektywny sposób, a najlepiej jeśli będzie on bardziej wyszukany niż utylizacja przez spalanie. W przypadku tworzyw drzewnych ich odpady mogą stać się surowcem do produkcji nowych płyt. Podjęte w tym kierunku badania skupiały się m. in. na wprowadzaniu do środkowych warstw płyt OSB rozdrobnionych odpadów z płyt drewnopochodnych (Mirski i Dziurka 2016, Mirski i in. 2012 i 2016). Jak wykazano udział drobniejszej frakcji w warstwie wewnętrznej, nawet do 75% nie miał większego wpływu na wytrzymałość płyty, zwłaszcza w osi większej i przy zastosowaniu żywic MUPF lub pMDI. Wykazano, że w zakresie właściwości mechanicznych spełniały one wymagania przewidziane normą przedmiotową dla płyt OSB/3, zarówno pod względem wytrzymałości na zginanie w osi większej (20 MPa wg PN-EN 300), jak i wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn (0,32 MPa wg PN-EN 300). Różnice pojawiły się jedynie w wytrzymałości na zginanie i module sprężystości w osi mniejszej oraz przy użyciu żywicy MUPF, która nie gwarantowała oczekiwanej odporności na wilgoć.

Zwraca się również uwagę na możliwości wykorzystania drewna poużytkowego w przemyśle płytowym, zwłaszcza jeśli chodzi o płyty wiórowe i pilśniowe. Tego rodzaju odpady są dedykowane głównie dla tego rodzaju tworzyw, ze względu na stopnie rozdrobnienia frakcji jakie są w stanie te technologie spożytkować. Trzeba jednak mieć na uwadze, iż dla płyt pilśniowych istotne jest, aby wszelkie wióry i zębki użyte do ich wytwarzania były wolne od zanieczyszczeń zarówno mechanicznych, jak i chemicznych. O ile przy obecnym stanie wiedzy i techniki niepożądane zanieczyszczenia mechaniczne można w stosunkowo łatwy sposób oddzielić, o tyle problemy stwarzają zanieczyszczenia chemiczne. I to nie tylko z punktu widzenia higieniczności wytworzonych płyt – zwiększona emisja substancji szkodliwych z gotowych wyrobów w trakcie ich użytkowania. Pozostałości środków wiążących czy lakierów są wysoce niepożądane przede wszystkim w procesie rozwłókniania, który jest przeprowadzany w środowisku wysokiej temperatury i wilgotności, z uwagi na reakcje chemiczne, które mogą w tych warunkach przebiegać. Mają one również wpływ na jakość pozyskanej masy i jej sklejalność, co przekłada się na pogorszenie właściwości wytworzonych z takiej masy płyt pilśniowych. Oczywiście dla płyt wiórowych czystość surowca jest równie ważna, jednak w tej sytuacji pozostałości, na przykład po żywicach klejowych, nie mają

* dr hab. Dorota Dziurka, prof. UPP, Katedra Tworzyw Drzewnych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wojska Polskiego 38/42, 60-627 Poznań, e-mail: ddziurka@up.poznan.pl
Katarzyna Adamczewska – dyplomantka Katedry Tworzyw Drzewnych, e-mail: adamczewska1994@gmail.com

aż tak wielkiego wpływu na właściwości mechaniczne nowych tworzyw. W tym bowiem przypadku surowiec odzyskowy trafia najczęściej do warstw zewnętrznych płyty, gdzie jest bardzo rozdrobniony. Problem stanowić tutaj może głównie fakt, że pozyskane z materiałów poużytkowych wióry będą zawierać więcej frakcji pyłowej, a dodatkowo cechować się mniej korzystnym kształtem niż cząstki pozyskane z drewna okrągłego (Danecki, 2003).

Problem wykorzystania odpadów drzewnych nabiera szczególnego znaczenia w przemyśle sklejkowym. W tym bowiem przypadku odrzuca się mnóstwo surowca (ok. 50%), z którego nie da się wytworzyć sklejk i w tym sensie stanowi on surowiec odpadowy. Dotychczas głównym zastosowaniem większości wałków połuszczarskich była ich sprzedaż na elementy programu ogrodowego, bądź były cięte na mniejsze elementy – jako drewno kominkowe. Wszelkie pozostałe resztki jak pył, fragmenty łuszczki, wałki o nieregularnych średnicach lub z wadami itp., trafiają do składu opału zakładowych kotłowni, po uprzednim rozdrobieniu większych elementów w rębakach.

Kluczowym jeśli chodzi o ilość i postać generowanych „odpadów” okazuje się sam proces skrawania. Na tym etapie bowiem generowany jest odpad nie tylko w postaci wałka połuszczarskiego, ale także arkusze fornirów, które z różnorodnych przyczyn, czy to z powodu błędów, nieprawidłowych wymiarów, uszkodzeń nie mogą brać udziału w dalszej produkcji. Ponadto, dodatkowe odpady w tej postaci generowane są na stanowisku naprawiania arkuszy, gdzie usuwa się miejsca wadliwe

Problem ilości odpadów w przemyśle sklejkowym jest ważnym zagadnieniem, na który warto zwrócić uwagę, aby lepiej go wykorzystać niż poprzez spalanie.

Celem niniejszej pracy było wytworzenie tworzyw drewnopochodnych, z odpadów powstających w procesie produkcji sklejki oraz zbadanie ich właściwości. Zakres pracy obejmował wykonanie tworzywa typu *sandwich*, w których zewnętrzne warstwy stanowiły arkusze fornirów, a jego środkową warstwę tworzyły forniry pocięte na paski. Ze względu na kształt pasemek można doszukiwać się podobieństwa do wiórów pasmowych na płytę OSB, a ze względu na sposób ich pozyskania do tworzywa *Parallam*. W związku z powyższym układ pasemek w warstwie środkowej w jednej wersji był krzyżowy w stosunku do włókien drzewnych w zewnętrznych warstwach fornirów, w drugim zaś losowy.

Surowce do wytwarzania płyt

Materiał drzewny do badań został pobrany bezpośrednio z zakładu zajmującego się produkcją sklejki, w tym przypadku dzięki uprzejmości przedsiębiorstwa Sklejka Orzechowo S.A.. Pozwala to na realny obraz odpadów pod względem charakterystyki formy i jakości. Surowiec stanowiły arkusze fornirów drewna bukowego i brzoźowego, przy czym na warstwę środkową proponowanych płyt wykorzystano arkusze odpadowe, które przeznaczone były do spalania.

Arkusze fornirów przeznaczone do warstw środkowych płyty *sandwich* zostały pocięte na gilotylinie na paski o szerokości ok. 10 mm i długości ok. 200 mm – wyniki analizy wymiarowej pozyskanych pasków przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Wymiary pasków fornirów wykorzystanych do wytworzenia płyt *sandwich*

Parametr	Wartość, mm			Odchylenie standardowe
	średnia	minimalna	maksymalna	
Długość	207	138	240	31
Szerokość	10,93	7,59	17,88	1,70
Grubość	1,49	1,33	1,68	0,09
Smukłość	139	104	143	21

Wilgotność stosowanych materiałów wynosiła 7%.

Jako środek wiążący zastosowano żywicę mocznikowo-formaldehydową (UF) o właściwościach przedstawionych w Tabeli 2.

Tabela 2. Właściwości żywicy mocznikowo-formaldehydowej użytej do wytwarzania płyt

Rodzaj oznaczenia	Jednostka	Wartość
Gęstość	g/cm ³	1,282
Lepkość umowna, kubek Forda nr 4	s	128
Umowna zawartość suchej substancji	%	67
Odczyn, pH	—	8,09
Czas żelowania w 20°C	h	> 6
Czas żelowania w 100°C	s	86
Mieszalność z wodą	—	1,2
Wygląd zewnętrzny	—	ciecz o barwie mlecznej

Wytwarzanie płyt

Płyty wykonano w warunkach laboratoryjnych. Na fornir, na który wcześniej naniesiono środek wiążący na bazie żywicy UF w ilości. 180 g/m², postawiono drewnianą ramę o wymiarach 400 × 750 mm, stanowiącą formę powstającej płyty.

Klej na paski fornirów наносzono przy użyciu wolnoobrotowej zaklejarki z pneumatycznym rozpylaczem kleju. Następnie ich formowanie odbywało się ręcznie – dla wariantu uporządkowanego ze szczególną dbałością o zorientowanie elementów dłuższą osią prostopadłą do przebiegu włókien forniru, a w drugim przypadku wyraźnie losowo. Po wstępnym zagęszczeniu formę zdjęto i nałożono drugi fornir z klejem, . Tak przygotowany zestaw umieszczano w prasie. Po wyjęciu płyty klimatyzowano przez 7 dni.

Szczegółowe parametry wytwarzania płyt:

wymiary – 400 × 750 mm,

grubość – 15 mm,

gęstość – 500 kg/m³,

stopień zaklejenia pasków fornirów warstwy środkowej żywicą UF – 6%,

parametry prasowania:

temperatura: 160°C,

ciśnienie jednostkowe: 2 MPa,

czas prasowania: 10 minut.

Wyniki przeprowadzonych badań i ich analiza

Wytrzymałość płyty *sandwich* na zginanie

Z każdego z wariantów tworzyw pozyskano po dwa rodzaje próbek, w których decydował kierunek przebiegu włókien fornirów, stanowiących warstwy zewnętrzne. Jak należało oczekiwać układ włókien w tych warstwach miał ogromny wpływ na wytrzymałość płyty w próbie zginania. Średnie wartości przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Wytrzymałość na zginanie oraz moduł sprężystości płyt *sandwich*

Ułożenie warstwy środkowej/zewnętrznej	MOR _{sr}	MOR _{min}	MOR _{max}	MOE _{sr}	MOE _{min}	MOE _{max}
	MPa					
Zorientowane/wzdłuż włókien	43,01 7,17*	31,23	52,90	5659 532*	4553	6263
Zorientowane/w poprzek włókien	32,44 9,45	16,44	49,15	4635 1010	3077	6715
Losowe/wzdłuż włókien forniru	56,91 10,01	38,12	69,80	6944 718	5676	7896
Losowe/w poprzek włókien forniru	21,80 9,74	14,08	49,55	2674 985	1759	5085

* – odchylenie standardowe

Wyniki przeprowadzonych badań dowodzą, jak ważny jest układ włókien obłogów zewnętrznych. W przypadku zginania próbek wzdłuż włókien, niezależnie od układu pasków fornirów w warstwie środkowej płyt, otrzymano zdecydowanie wyższe wartości wytrzymałości na zginanie (43 i 57 MPa) niż w przypadku badania płyt w poprzek włókien (32 i 22 MPa). Takie kształtowanie się wyników badań jest spowodowane znacznym zróżnicowaniem właściwości drewna w zależności od kierunku badania. Zaskakujące natomiast okazały się różnice w wynikach badań wytrzymałości w zależności od stopnia zorientowania pasków w warstwie środkowej płyt *sandwich*. Wiadomym jest, że im bardziej krzyżowy (zorientowany) układ warstw w tworzywie (tradycyjna sklejka czy płyta OSB), tym lepsza wytrzymałość. Przeprowadzone badania wykazały natomiast, że ta zależność została zaobserwowana tylko w przypadku badania wytrzymałości w poprzek włókien zewnętrznych fornirów. Jak wynika bowiem z danych przedstawionych w Tabeli 3 wzrost zorientowania

warstwy środkowej spowodował wzrost wytrzymałości z 21,8 do 32,44 MPa. W przypadku natomiast badania wytrzymałości wzdłuż włókien to właśnie płyta z losowo ułożonym środkiem charakteryzowała się zdecydowanie wyższą, aż o 14 MPa, wytrzymałością na zginanie w stosunku do płyty ze środkiem zorientowanym w stosunku do warstw zewnętrznych. Wydaje się, że za takie kształtowanie się wyników badań najprawdopodobniej odpowiedzialna jest bardzo wysoka jakość fornirów przeznaczonych na tę płytę, a nie sposób ich ułożenia, i przy większej liczbie powtórzeń ta różnica zostałaby w znacznym stopniu zniwelowana. Należy podkreślić jednakże, że pomimo znacznych różnic w min i max wartościach, niezależnie od kierunku badania i układu pasków w warstwie wewnętrznej, wszystkie płyty w zakresie tej właściwości spełniają wymagania normy przedmiotowej dla płyt OSB/2 (20 MPa i 10 MPa, odpowiednio dla osi większej i mniejszej wg PN-EN 300). Otrzymane tworzywo *sandwich* porównano do płyt OSB ze względu na zbliżoną do nich w budowie warstwę wewnętrzną oraz podobieństwo cząstek.

Podobnie kształtują się wyniki badań modułu sprężystości przy zginaniu (3). I w tym przypadku, nawet dla odnotowanych minimalnych wartości tej właściwości, wszystkie płyty spełniają wymagania PN-EN 300 dla płyt OSB/2 (3500 MPa w osi większej i 1400 w osi mniejszej).

Wytrzymałość płyty *sandwich* na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn

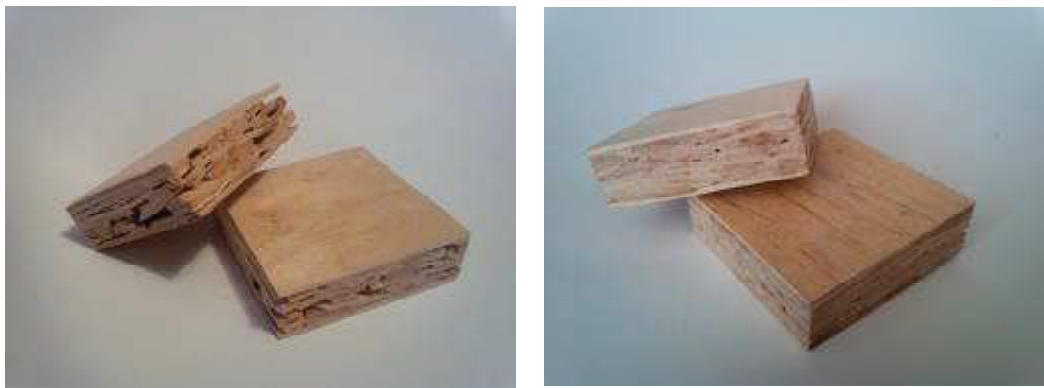
Z uwagi na znaczne różnice między uzyskanymi najniższymi i najwyższymi wartościami w zakresie jednego rodzaju płyty, porównywanie średnich wartości wytrzymałości tego rodzaju tworzyw nie przyniesie jednoznacznych odpowiedzi (Tabela 4). Biorąc pod uwagę wartości normatywne dla płyt OSB/2, średnie wartości zdecydowanie spełniają oczekiwania względem wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn (0,32 MPa wg PN-EN 300), jednakże minimalne wartości, zwłaszcza dla wariantu, w którym rozmieszczenie pasków w warstwie środkowej było przypadkowe, nie osiągają już wartości wytrzymałości normatywnych, określonych dla płyt OSB/2.

Tabela 4. Wytrzymałość na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn płyt *sandwich*

Ułożenie pasków warstwy wewnętrznej	IB _{śr}	IB _{min}	IB _{max}
	MPa		
Zorientowane	0,569 0,148*	0,335	0,776
Losowe	0,650 0,213	0,248	0,911

* - odchylenie standardowe

Szczególnie wyraźne rozbieżności zauważono w płytach z przypadkowo rozmieszczonymi paskami warstwy środkowej. Głównym powodem tego jest problem rozmieszczenia pasków. Nierównomierne ich rozłożenie powoduje miejscowe zagęszczenia materiału oraz tym samym powstawanie wolnych przestrzeni wewnątrz płyty, co stanowi jej najsłabsze punkty – miejsca, w których powierzchnia związania pasków spoinami klejowymi jest najmniejsza (ryc. 1a). W płytach ze zorientowanymi cząstkami warstwy środkowej wspomniane luki występowały znacznie rzadziej (ryc. 1b).



Ryc. 1. Próbkki płyt *sandwich*
a) losowe ułożenie pasków fornirow w warstwie wewnętrznej b) zorientowane ułożenie pasków fornirow w warstwie wewnętrznej

Wnioski i spostrzeżenia

Zastosowanie odpadów powstających w procesie produkcji sklejki do wytwarzania nowych rodzajów tworzyw drzewnych jest możliwe, a takie ich wykorzystanie okazało się bardzo efektywne.

Tworzywo typu *sandwich* charakteryzowało się bardzo dobrymi parametrami mechanicznymi, które można było porównać z płytami OSB/2. Gdyby w przyszłości zamienić żywicę UF na PF, można będzie się także spodziewać większej odporności płyty na wilgoć, co może przynieść alternatywę dla płyt OSB/3.

W tworzywach typu *sandwich* wystąpił problem równomiernego rozmieszczenia pasków fornirow w warstwie środkowej, którego rozwiązanie może stanowić przedmiot dalszych badań – wyeliminowałyby to rozbieżności wyników wytrzymałości.

Wykaz cytowanych źródeł

Danecki, L. (2003). Zalety i zagrożenia związane ze stosowaniem drewna poużytkowego w produkcji płyt drewnopochodnych. *Biul. Inf. Ośr. Bad.-Rozw. Przem. Płyt drewnopochodnych* (3-4): 160-169.

Mirski, R., Dziurka, D. (2016). The Utilization of Chips from Comminuted Wood Waste as a Substitute for Flakes in the Oriented Strand Board Core. *Forest Products Journal* 61(6): 473-477.

- Mirski, R., Dziurka, D., Czarnecki, R. (2016). The Possibility of Replacing Strands in the Core Layer of Oriented Strand Board by Particles from the Stems of Rape (*Brassica napus* L. var. *napus*). *BioResources* 11(4): 9273-9279.
- Mirski, R., Dziurka, D., Derkowski, A. (2012). Application of Chips Designed for Particle-board Core in OSB as Substitute for Flakes. *Lignocellulose* 1(1): 22-32.
- Mirski, R., Dziurka, D., Derkowski, A. (2016). Properties of Oriented Strand Boards with External Layers made of Non-Strand Chips. *BioResources* 11(4): 8344-8354.

Podziękowania

Autorzy niniejszej pracy składają serdeczne podziękowania Panu Adamowi Jasinskiemu, prezesowi Sklejki Orzechowo S.A., za udostępnienie materiałów do badań.