

Modyfikowane kompozyty warstwowe

Streszczenie

W ramach pracy wytworzono kompozytowe płyty warstwowe z dodatkiem żywicy epoksydowej i mat z włókien wzmacniających. Wytworzono siedem wariantów płyt, różniących się rodzajem dodanego wzmocnienia. Dla wszystkich wariantów płyt przeprowadzono badania ich wybranych właściwości. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wykonane modyfikacje nie wpływają na obniżenie jakości sklejenia oraz istotnie poprawiają wartości wytrzymałości na zginanie statyczne wytworzonych płyt.

Słowa kluczowe: płyty warstwowe, kompozyt, maty włókniste, maty wzmacniające, właściwości mechaniczne

Wprowadzenie

Prowadzone badania nad interakcją poszczególnych modyfikatorów w odniesieniu do wybranych właściwości materiałów lignocelulozowych przede wszystkim wynikają z potrzeb rynkowych w zakresie poszerzenia zakresu wykorzystania tych materiałów. Zastosowanie materiałów bazujących na drewnie w dużej mierze determinowane jest warunkami ich eksploatacji.

Ogólnie przyjmuje się, że kompozyt powstaje poprzez połączenie kilku różnych materiałów (minimalnie dwóch). Dzięki takiemu połączeniu otrzymywane jest tworzywo posiadające nowe właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne w porównaniu do właściwości, które posiadały poszczególne komponenty osobno (http://www.im.mif.pg.gda.pl/download/materialy_dydaktyczne/PIM_22_materialy_kompozytowe.pdf). W procesie powstawania kompozytów bazujących na drewnie istnieją nieograniczone możliwości stosowania różnych dodatków (np. gumy, folii aluminiowej, styropianu itp.). Różnorodność kompozytów drzewnych wraz z rozwojem nauki systematycznie wzrasta a producenci tworzyw drzewnych mogą zaoferować coraz to bardziej specjalistyczne płyty (Oniśko 2002).

W dotychczas prowadzonych pracach badawczych w Polsce (w zakresie wytwarzania nowych tworzyw drewnopochodnych z dodatkiem materiałów nieдрzewnych poprawiających ich właściwości) sprawdzono m.in. właściwości wytrzymałościowe sklejek z dodatkiem tkaniny aramidowej, węglowej oraz szklanej. Otrzymane wyniki pozwoliły stwierdzić, że modyfi-

* mgr inż. Damian Radziejewicz, mgr inż. Dariusz Pawlak, dr inż. Bartłomiej Bereska, dr hab. inż. Piotr Boruszewski, Katedra Technologii i Przedsiębiorczości w Przemśle Drzewnym, Wydział Technologii Drewna SGGW w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa
(0 22) 59 385 28, piotr_boruszewski@sggw.pl

kacja tkaninami wzmacniającymi zwiększa gęstość sklejek od 15 do 20% względem płyt z wariantu kontrolnego. W zależności od rodzaju zastosowanej tkaniny, wzrost wytrzymałości na zginanie statyczne (względem płyt kontrolnych) wynosił od 105% do 130%. Wartość modułu sprężystości przy zginaniu statycznym względem wariantu kontrolnego była od 12% do 57% wyższa w przypadku płyt modyfikowanych. W ogólnym ujęciu najlepszymi właściwościami wytrzymałościowymi charakteryzowały się sklejkę z dodatkiem tkaniny z włókna węglowego (Borysiuk i in. 2012).

Prowadzono również badania w zakresie poprawy właściwości płyt wiórowych poprzez zastosowanie wzmocnienia z siatki z włókna szklanego. W ramach badań wyprodukowano 3-warstwowe płyty wiórowe o grubości 16 mm i gęstości 700 kg/m³. W badaniu wytrzymałości na zginanie statyczne wykazano, że zaproponowana modyfikacja znacznie poprawiła określaną cechę (wzrost wytrzymałości od 8% do 40%). Wartość wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzn nie różniła się istotnie dla płyt z poszczególnych wariantów (Borysiuk i in. 2007).

Znane są ponadto wyniki badań określające możliwości produkcji nowego materiału kompozytowego o właściwościach izolacyjnych. W ramach tych badań założono wytworzenie płyt warstwowych z dodatkiem polipropylenowej włókniny technicznej umiejscowionej w różnych warstwach. W zależności od wariantu poszczególne płyty charakteryzowały się wytrzymałością na zginanie statyczne na poziomie od 25 N/mm² do 40 N/mm². Analizując wyniki gęstości wykazano, że im większy dodatek włókniny technicznej tym gęstość płyt maleje. Płyty z poszczególnych wariantów charakteryzowały się przewodnictwem cieplnym na poziomie od 0,095 W/mK do 0,139 W/mK. Badane płyty porównano ze względu na wytrzymałość na zginanie do porowatej płyty pilśniowej, która osiąga wytrzymałość równą 0,8 - 1 N/mm². Po wykonaniu badań stwierdzono, że przy właściwym doborze ilości warstw i ich rozkładu można uzyskać tworzywo o zwiększonej wytrzymałości i jednocześnie uzyskać przewodnictwo cieplne zbliżone do powszechnie stosowanych materiałów izolacyjnych (Borysiuk i in. 2006).

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy było określenie w jakim stopniu modyfikacje drewnopochodnych tworzyw warstwowych z dodatkiem mat o różnej gramaturze z włókien wzmacniających (tj.: szklanej rowingowej, węglowo-aramidowej, szklanej proszkowej, szklanej emulsyjnej) wpływają na właściwości wytrzymałościowe tych tworzyw.

Zakres pracy obejmował wykonanie w warunkach laboratoryjnych pięciowarstwowych płyt modyfikowanych matami z włókien wzmacniających i przeprowadzenie badań wybranych właściwości mechanicznych wytworzonych płyt (zgodnie z normą PN-EN 636), w zakresie:

- badania wytrzymałości na zginanie statyczne (MOR) oraz modułu sprężystości przy zginaniu statycznym (MOE),

– jakości sklejenia (wytrzymałość spoin na ścinanie).

Materiały i metodyka

Do wykonania pięciowarstwowych płyt wykorzystano fornir sosnowy o wymiarach 300 x 300 mm, grubości 3 mm i średniej wilgotności 3% (forniry w poszczególnych warstwach układane były krzyżowo, pod kątem 90°). Forniry przed badaniem przechowywane były w temperaturze 20°C oraz wilgotności powietrza 60%. Naniesienie kleju na poszczególne warstwy wynosiło 240 g/m². Klej наносono metodą tapowania na matę. Zestawy fornirów były prasowane zgodnie z założonymi parametrami:

- jednostkowe ciśnienie prasowania 1MPa;
- temperatura prasowania 60°C;
- czas prasowania 33 minuty.

Wytworzono 7 wariantów płyt po 3 sztuki w każdym. Założenia poszczególnych wariantów, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka wariantów, w ramach których wytworzono płyty

Wariant	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Mata wzmacniająca	Tkanina szklana rowin-gowa EWR 600	Tkanina szklana rowin-gowa R015-200-190	Tkanina węglowo - arami-dowa Hybrid CA165 twill	Mata szklana prosz-kowa Jushi 300	Mata szklana emulsyj-na Jushi 300	Tkanina węglowo - arami-dowa Hybrid CA175P plain	—
Gramatura [g/m ²]	600	200	165	300	300	175	—

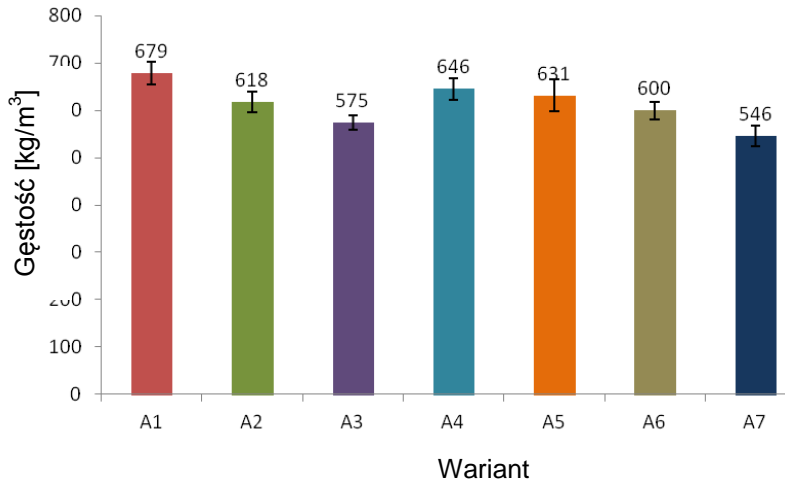
W badaniu zastosowano żywicę epoksydową Epidian 6 oraz utwardzacz Z-1. Jednostkowa receptura masy klejowej przygotowana zgodnie z zaleceniami producenta wynosiła:

- 100 części wagowych żywicy Epidian 6;
- 13 części wagowych utwardzacza Z-1.

Badanie gęstości płyt przeprowadzono w oparciu o normę PN-EN 323 „Płyty drewnopochodne. Oznaczenie gęstości”. Badanie wytrzymałości płyt na zginanie statyczne oraz badanie modułu sprężystości przy zginaniu statycznym wykonano w oparciu o wytyczne normy PN-EN 310:1994 „Płyty drewnopochodne – Oznaczenie modułu sprężystości przy zginaniu i wytrzymałości na zginanie”. Z kolei badanie jakości sklejenia przeprowadzono zgodnie z normami: PN-EN 314-1: „Sklejka. Jakość sklejenia. Część pierwsza: metody badań” oraz PN-EN 314-2: „Sklejka. Jakość sklejenia. Część druga: wymagania”. Próbkę pobrano na podstawie normy PN-EN 326-1.

Wyniki badań i analiza

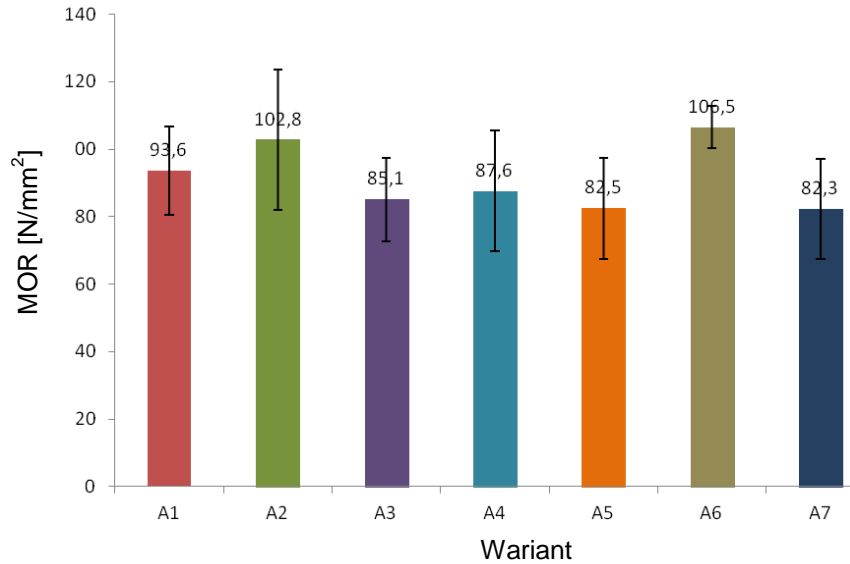
Wyniki oznaczenia średniej gęstości płyt przedstawiono na wykresie 1. Średnia gęstość dla płyt z wariantu kontrolnego (A7) wyniosła 546 kg/m^3 , była to najniższa wartość gęstości ze wszystkich badanych wariantów. Płyty z wariantu A1 charakteryzowały się najwyższą gęstością rzędu 679 kg/m^3 . Płyty z wariantów A2 i A3 odznaczyły się gęstością na poziomie 618 kg/m^3 i 575 kg/m^3 . Pozostałe próbki z wariantów A4, A5 oraz A6 uzyskały wartości średniej gęstości odpowiednio 646 kg/m^3 , 631 kg/m^3 oraz 600 kg/m^3 . Współczynnik zmienności w odniesieniu do średniej gęstości płyt wytworzonych w ramach poszczególnych wariantów zawierał się w przedziale od 3 do 5%.



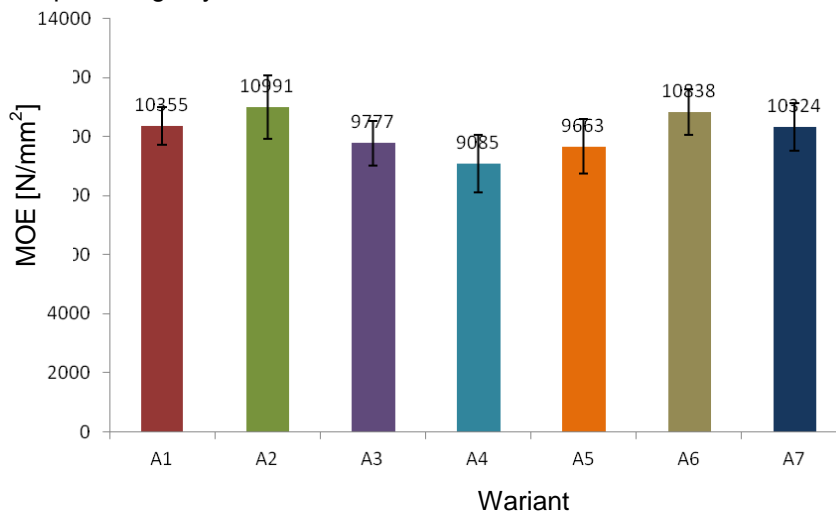
Wykres 1. Średnia gęstość płyt wytworzonych w ramach założeń poszczególnych wariantów

Analizując wyniki średniej gęstości można stwierdzić, że wszystkie warianty płyt modyfikowanych włóknami wzmacniającymi uzyskały większą gęstość względem wariantu kontrolnego (A7). Różnice gęstości pomiędzy płytami z poszczególnych wariantów mogą wynikać z rodzaju oraz gramatury mat włóknistych dodanych do kompozytu. Płyty z wariantu A1 uzyskały najwyższą gęstość, zawierały bowiem tkaninę szklaną rowingową o gramaturze 600 g/m^2 . Niższe wartości gęstości odnotowano dla płyt z wariantów A4 i A5 zawierające maty szklane o gramaturze 300 g/m^2 , różniące się jedynie rodzajem użytego lepiszcza do zespolenia włókien (A4 lepiszcze proszkowe, A5 lepiszcze emulsyjne). Niższe wartości gęstości odnotowano w przypadku płyt z wariantu A2, które wyprodukowano z dodatkiem tkaniny szklanej rowingowej o gramaturze 200 g/m^2 . Płyty z wariantów A6 oraz A3 uzyskały najniższe wartości średniej gęstości spośród płyt modyfikowanych. Gramatura dodanych tkanin węglowo-aramidowych była w tym przypadku najniższa, odpowiednio 175 g/m^2 (wariant A6) oraz 165 g/m^2 (wariant A3), a uzyskane wartości średniej gęstości nieznacznie odbiegały od płyt z dodatkiem mat szklanych o większej gramaturze.

Wyniki badań wytrzymałości na zginanie statyczne oraz modułu sprężystości zestawiono na wykresach 2 i 3. Otrzymane wartości wytrzymałości oraz modułu sprężystości dowodzą, że badane płyty wytworzone według założeń poszczególnych wariantów spełniają wymagania normy. Współczynnik zmienności wytrzymałości na zginanie dla wytworzonych płyt zawierał się w przedziale od 2 do 18%, natomiast dla modułu sprężystości przy zginaniu statycznym wynosił od 6 do 11%.



Wykres 2. Wytrzymałość na zginanie statyczne płyt wytworzonych w ramach założeń poszczególnych wariantów



Wykres 3. Moduł sprężystości płyt wytworzonych w ramach założeń poszczególnych wariantów

W oparciu o wytyczne normy wyprodukowane płyty zostały przyporządkowane do następujących klas:

- Płyta z dodatkiem maty EWR 600 (A1): klasa F60 E100;
- Płyta z dodatkiem maty R 015-200-190 (A2): klasa F60 E100;
- Płyta z dodatkiem maty hybryd CA 165 (A3): klasa F50 E90;
- Płyta z dodatkiem maty Jushi 300 proszek (A4): klasa F50 E90;
- Płyta z dodatkiem maty Jushi 300 Emulsja (A5): klasa F50 E90;
- Płyta z dodatkiem maty hybryd CA175P (A6): klasa F70 E100;
- Płyta kontrolna bez maty wzmacniającej (A7): klasa F50 E100.

Dla płyt z wariantu kontrolnego (A7) uzyskano wartość średniej wytrzymałości na zginanie statyczne na poziomie $82,3 \text{ N/mm}^2$ oraz modułu sprężystości 10324 N/mm^2 . Płyty z wariantów z dodatkiem włókien charakteryzowały się wzrostem wytrzymałości. Wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym uległy natomiast pogorszeniu. Najwyższą wytrzymałością na zginanie statyczne charakteryzowały się płyty z wariantu (A6) $106,5 \text{ N/mm}^2$ (jest to wzrost wytrzymałości o 29,5% względem płyt z serii kontrolnej), moduł sprężystości wyniósł 10838 N/mm^2 (wzrost o 5% względem wariantu kontrolnego). Płyty z wariantu (A2) uzyskały średnią wytrzymałość na zginanie statyczne wynoszącą $102,8 \text{ N/mm}^2$ (wzrost o 25% względem wariantu kontrolnego) oraz średnią wartość modułu sprężystości 10991 N/mm^2 (wzrost o 6% względem wariantu kontrolnego). Następnie dla płyt z wariantu (A1) wytrzymałość na zginanie wyniosła $93,6 \text{ N/mm}^2$ (wzrost o 14% względem wariantu kontrolnego) i moduł sprężystości 10355 N/mm^2 (wzrost o 0,3% względem wariantu kontrolnego). Płyty z wariantów A3, A4 oraz A5 charakteryzowały się podobnym wynikiem średniej wytrzymałości na zginanie, odpowiednio $85,1 \text{ N/mm}^2$ (wzrost o 3% względem wariantu kontrolnego), $87,6 \text{ N/mm}^2$ (wzrost o 6% względem wariantu kontrolnego) oraz $82,5 \text{ N/mm}^2$ (wzrost o 0,2% względem wariantu kontrolnego). Natomiast wartości modułu sprężystości dla płyt z wariantów A3, A4 i A5 wyniosły odpowiednio: 9777 N/mm^2 (spadek o 5,3% względem wariantu kontrolnego), 9085 N/mm^2 (spadek o 12% względem wariantu kontrolnego) i 9663 N/mm^2 (spadek o 6% względem wariantu kontrolnego).

Wszystkie wytworzone płyty uzyskały wytrzymałość na ścinanie powyżej 1 N/mm^2 , w związku z tym średni udział ścięcia w drewnie nie był brany pod uwagę.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badania jakości sklejenia na sucho (wytrzymałość spoin na ścinanie). Dla płyt z wariantu kontrolnego (A7) średnia wytrzymałość wyniosła $2,6 \text{ N/mm}^2$. Najwyższą wytrzymałością odznaczały się płyty z wariantu A6 ($3,13 \text{ N/mm}^2$). Następnie podobne wartości średniej wytrzymałości uzyskały płyty z wariantów: A5, A2, A3, A4 wynosiły one odpowiednio: $2,81 \text{ N/mm}^2$, $2,77 \text{ N/mm}^2$, $2,75 \text{ N/mm}^2$, $2,63 \text{ N/mm}^2$. Najniższą wytrzymałość uzyskały płyty z wariantu A1 ($2,47 \text{ N/mm}^2$).

Tabela 2. Wyniki wytrzymałości spoin na ścinanie na sucho

Wariant	Wytrzymałość [N/mm ²]	Odchylenie stand. [N/mm ²]	Wsp. zmienności [%]
A1	2,47	0,31	12
A2	2,77	0,87	31
A3	2,75	0,55	20
A4	2,63	0,51	19
A5	2,81	0,61	22
A6	3,13	0,69	22
A7	2,6	0,76	29

Analizując uzyskane wyniki badań wytrzymałości spoiny klejowej na sucho można stwierdzić, że płyty wyprodukowane w wariantach A6, A5, A4, A3, A2 odznaczają się nieznacznie zwiększoną wytrzymałością na ścinanie względem wariantu kontrolnego. Odnotowane różnice były nieistotne statystycznie, dlatego można wnioskować, że zastosowane modyfikacje nie mają wpływu na jakość sklejenia.

W tabeli 3 zestawiono wyniki średniej wytrzymałości spoin klejowych po 24 h moczeniu próbek w wodzie. Dla płyt z wariantu kontrolnego A7 otrzymano średnią wartość wytrzymałości na poziomie 2,19 N/mm². Najwyższą wytrzymałością na ścinanie charakteryzowały się płyty z wariantu A2 2,95 N/mm². Nieznacznie niższą wytrzymałością (2,93 N/mm²) charakteryzowały się płyty z wariantu A3. Płyty z wariantów A4, A5, A6 odznaczały się wytrzymałością, na poziomie odpowiednio: 2,73 N/mm², 2,48 N/mm², 2,4 N/mm². Płyty z wariantu A1 uzyskały najniższą wartość średniej wytrzymałości (2,03 N/mm²).

Tabela 3. Wyniki wytrzymałości spoin na ścinanie po 24 h moczenia w wodzie

Wariant	Wytrzymałość [N/mm ²]	Odchylenie stand. [N/mm ²]	Wsp. zmienności [%]
A1	2,03	0,43	21
A2	2,95	0,61	21
A3	2,93	0,9	31
A4	2,73	0,64	24
A5	2,48	0,16	6
A6	2,4	0,34	14
A7	2,19	0,61	28

Po analizie wyników badania jakości sklejenia po 24 h moczeniu w wodzie próbek z wariantów: A2, A3, A4, A5, A6 wykazano niewielki wzrost wytrzymałości na ścinanie. Dla płyt z wariantu A1 odnotowano niewielki spadek wytrzymałości względem płyt z wariantu kontrolnego (A7), lecz różnica pomiędzy średnimi wytrzymałościami na ścinanie była nieistotna statystycznie. Można uznać że zastosowane modyfikacje nie wpływają na obniżenie jakości sklejenia badanych płyt.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki średniej wytrzymałości na ścinanie po 6 h gotowaniu próbek wytworzonych płyt. Płyty z wariantu kontrolnego A7 odznaczały się średnią wytrzymałością na poziomie 2,36 N/mm². Najwyższą wytrzymałością charakteryzowały się płyty z wariantu A4 wynoszącą 2,5 N/mm². Następne płyty z wariantów A3, A6, A2, A5 charakteryzowały się średnią wytrzymałością na poziomie odpowiednio: 2,32 N/mm², 2,24 N/mm², 2,19 N/mm², 2,17 N/mm². Najniższa średnia wytrzymałość wynosiła 1,63 N/mm² i została uzyskana dla płyt z wariantu A1.

Tabela 4. Wyniki wytrzymałości spoiny po 6-cio godzinnym gotowaniu

Wariant	Wytrzymałość [N/mm ²]	Odchylenie stand. [N/mm ²]	Wsp. zmienności [%]
A1	1,63	0,55	34
A2	2,19	0,54	25
A3	2,32	0,83	36
A4	2,5	0,23	9
A5	2,17	0,27	13
A6	2,24	0,17	7
A7	2,36	0,49	21

Płyty z wariantu A4 charakteryzowały się zwiększoną wytrzymałością na ścinanie względem płyt z wariantu kontrolnego. Płyty z wariantów A2, A3, A5, A6 odznaczyły się niewielkim spadkiem wytrzymałości, ale różnica względem płyt z wariantu kontrolnego była nieistotna statystycznie. Płyty z wariantu A1 uzyskały o 31% niższą wytrzymałość w porównaniu do płyt wariantu kontrolnego A7.

W tabeli 5 zaprezentowano wyniki jakości sklejenia po 4 h gotowaniu, suszeniu przez 16 do 20 h i kolejnym 4 h gotowaniu badanych płyt. Średnią wytrzymałość na ścinanie rzędu 2,13 N/mm², uzyskano dla płyt z wariantu kontrolnego A7. Najwyższą wytrzymałością odznaczały się próbki płyt z wariantu A2 (2,6 N/mm²). Płyty z wariantów A3 i A4 uzyskały średnie wytrzymałości odpowiednio: 2,43 N/mm² i 2,39 N/mm². Następnie płyty z wariantu A5 oraz płyty z wariantu A6, odznaczały się wytrzymałościami na poziomie 2,24 N/mm² oraz 2,19 N/mm². Najniższą wytrzymałość uzyskano dla płyt z wariantu A1 (2,01 N/mm²).

Tabela 5. Wyniki wytrzymałości na ścinanie po 4 h gotowaniu w wodzie, suszeniu przez 16 do 20 h i kolejnym 4 h gotowaniu w wodzie

Wariant	Wytrzymałość [N/mm ²]	Odchylenie stand. [N/mm ²]	Wsp. zmienności [%]
A1	2,01	0,69	35
A2	2,6	0,38	14
A3	2,43	0,43	18
A4	2,39	0,42	18
A5	2,24	0,41	18
A6	2,19	0,29	13
A7	2,13	0,43	20

Analizując wyniki badania wytrzymałości na ścinanie po 4 h gotowania, suszenia przez 16 do 20 h i ponownym gotowaniu przez 4 h można stwierdzić, że próbki płyt z wariantów: A2, A3, A4, A5, A6 charakteryzowały się wzrostem wytrzymałości na ścinanie. Natomiast płyty z wariantu A1 uzyskały niższą wytrzymałość od płyt z wariantu kontrolnego. Uzyskane różnice były jednak nieistotne statystycznie, zatem stwierdzić można, że zaproponowane modyfikacje nie wpływały w tym przypadku na jakość sklejenia.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Dodatek maty lub tkaniny z włókien wzmacniających zwiększa gęstość wytworzonych w ramach pracy materiałów, wraz ze wzrostem gramatury dodanego wzmocnienia.
2. Wszystkie płyty wytworzone według założeń poszczególnych wariantów, spełniają wymagania dotyczące użytkowania w warunkach suchych.
3. Zaproponowane modyfikacje płyt wpłynęły na poprawę ich wytrzymałości na zginanie statyczne. Najwyższą wytrzymałość uzyskano w przypadku płyt wykonanych według założeń wariantu A6.
4. Wartość modułu sprężystości przy zginaniu statycznym uległa poprawie dla płyt z wariantów A1, A2, A6, natomiast płyty z wariantów A3, A4, A5 charakteryzowały się niższym modułem sprężystości w porównaniu do płyt z wariantu kontrolnego.
5. Zastosowane w pracy modyfikacje płyt nie wpływają na jakość sklejenia, wszystkie wytworzone warianty płyt spełniają założenia trzech klas sklejenia zgodnie z normą PN-EN 314-2.
6. Płyty wykonane według założeń wariantu A2 charakteryzowały się najwyższą wartością wytrzymałości na zginanie statyczne i modułu sprężystości przy zginaniu statycznym oraz wysokimi wartościami wytrzymałości na ścinanie spoin, spośród badanych wariantów płyt.

Modified layered composites

Abstract

The work describes research on the possibility of manufacturing a composite layered panels with the addition of epoxy resin and reinforcing fiber mat. The panels were made in seven different variants, differing in the type of reinforcement added. Strength tests were made for all variants of the panels. Based on the tests it was found that, none of the applied modifications does not affect the gluing quality and improve the bending strength values of the board produced.

Spis literatury

Oniśko W. 2002: Kompozyty drzewne w natarciu. Biuletyn Informacyjny Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie 43/3-4: 201-203

Borysiuk P., Dziurka D., Jabłoński M., Kundzewicz A., Zbieć M. 2007: Glass-fiber reinforced chipboard. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology 61: 67-70

Borysiuk P., Dziurka D., Jabłoński M., Zado A., Zbieć M. 2006: Layered insulation boards. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology 58: 79-82

Borysiuk P., Latuszkiewicz Z., Jencyk-Tołłoczko I. 2012: Strength properties of structurally reinforced plywood. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology 77: 90-94

http://www.im.mif.pg.gda.pl/download/materialy_dydaktyczne/PIM_22_materialy_kompozytowe.pdf)

Wykaz norm

PN - EN 310: 1994 Płyty drewnopochodne - oznaczenie modułu sprężystości przy zginaniu statycznym i wytrzymałości na zginanie statyczne

PN-EN 314-1: 2007 Sklejka. Jakość sklejenia. Część pierwsza: metody badań

PN-EN 314-2: 2001 Sklejka. Jakość sklejenia. Część druga: wymagania

PN-EN 323: 1999 Płyty drewnopochodne. Oznaczenie gęstości

PN-EN 326-1: 1999 Płyty drewnopochodne. Pobieranie próbek, wycinanie i kontrola. Pobieranie i wycinanie próbek oraz przedstawienie wyników badań

PN-EN 636+A1:2015-06 Sklejka. Wymagania techniczne