

Stanisław Zajchowski¹

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Katedra Chemii i Technologii Polimerów, ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz

Cezary Gozdecki², Marek Kociszewski³

Akademia Bydgoska im. Kazimierza Wielkiego, Instytut Techniki, ul. Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH I MECHANICZNYCH KOMPOZYTÓW POLIMEROWO-DRZEWNYCH (WPC)

Przeprowadzono badania kompozytów polimerowo-drzewnych zawierających Malen P, S-901 oraz mączkę drzewną o stężeniu od 0÷60%. Mączkę drzewną otrzymano na rozdrabniaczu własnej konstrukcji, umożliwiającym uzyskanie przemiałów charakteryzujących się wysoką gęstością nasypową, równomiernym rozkładem granulometrycznym ze śladowym udziałem frakcji pylistej (rys. 1). Cząstki o wielkości od 200 do 500 μm mieszano z polipropylenem i metodą wtryskiwania uzyskano wypraski w postaci wioseltek i beleczek. Wypraski wioselkowe miały długość 150 mm i dwa różne przekroje: 4x10 oraz 10x10 mm. W celu lepszego odniesienia badanych kompozytów do właściwości tworzyw drzewnych wykonano dodatkową płytę z gniazdem formującym o wymiarach 140x30x20 mm, umożliwiającym otrzymanie beleczek odpowiadających kształtem i wielkością próbkom stosowanym w badaniach materiałów drzewnych. Dla wszystkich badanych materiałów oznaczono podstawowe właściwości fizyczne i mechaniczne, tj. gęstość, skurcz liniowy, nasiąkliwość, wytrzymałość na rozciąganie, udarność i twardość. Uzyskane właściwości odniesiono do stężenia mączki w kompozycie. Wykazano korzystny wpływ mączki drzewnej na skurcz liniowy (rys. 2). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem stężenia napelnacza wartość skurczu maleje liniowo, osiągając dla kompozytu zawierającego 60% mączki wartość 0,2%. Dla wszystkich otrzymanych wyprasek oznaczono gęstość, która w znacznym stopniu zależy od stężenia mączki drzewnej (rys. 3). Pomimo iż gęstość obydwu składników kompozytu jest niższa od 1 g/cm^3 , wraz ze wzrostem stężenia mączki gęstość kompozytu zwiększa się, a przy stężeniu około 50% przekracza nawet 1 g/cm^3 . Modyfikacja polipropylenu mączką drzewną wpływa także na zauważalną tendencję do absorpcji wody, jest ona jednak znikoma w porównaniu z nasiąkliwością drewna sosnowego, MDF czy płyty wiórowej (rys. rys. 4 i 5). Wyniki pomiarów wytrzymałości na rozciąganie badanych WPC (rys. 6) wykazały, że wytrzymałość ta silnie zależy od przekroju poprzecznego próbki przy identycznej zawartości w nich mączki drzewnej. Dla wszystkich prób wytrzymałość maleje od wartości 31 MPa dla samego Malenu do wartości 3,7 i 10 MPa dla kompozytów zawierających 60% mączki. Podobnie wzrost stężenia mączki wpływa na udarność kompozytu (rys. 7). Zwiększenie zawartości napelnacza obniża wartość udarności, która powyżej 50% jej zawartości nie ulega zmianie, a nawet wykazuje tendencję wzrostową. Jednakże wartości udarności przy tej samej zawartości mączki, a różnych przekrojach znacząco się różnią. Badania twardości WPC wykazały, że parametr ten zależy od stopnia napelnienia mączką drzewną (rys. 8). Zauważono przy tym, że każdorazowo kompozyt miał dużo wyższą twardość niż porównywane materiały drzewne (rys. 9). Stwierdzono, że z jednej strony otrzymane WPC można porównywać z tworzywami polimerowymi i oceniać metodami dla nich opracowanymi. Z drugiej strony wysoki stopień napelnienia kompozytów mączką drzewną upoważnia do porównania ich z właściwościami drewna i tworzyw drzewnych typu MDF, płyta wiórowa. W pracy przeprowadzono takie porównanie, stwierdzając jednocześnie konieczność opracowania metod badawczych, które byłyby reprezentatywne dla WPC i jednocześnie tworzyw drzewnych.

Słowa kluczowe: kompozyt drzewno-polimerowy, WPC, właściwości fizyczne, właściwości mechaniczne

THE INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD PLASTIC COMPOSITES (WPC)

The investigation into wood polymer composites containing Malen P, S-901 and wood flour content of 0÷60% was carried out. Wood flour was obtained using a grinder constructed by us that makes it possible to receive milling characterized by high bulk density and distribution uniform with regard to grain size with a vestigial share of powdery fraction (Fig. 1). Particles of 200 to 500 μm size were mixed with polypropylene and moulders in a form of little paddles and beams were obtained by means of injection moulding. The paddle-like moulders were 150 mm long and had two sections: 4x10 mm and 10x10 mm. In order to better relate the composites examined to the properties of wood-based materials, a supplementary board with a moulding mortise of 140x30x20 mm size that makes it possible to obtain beams corresponding with regard to shape and height to the samples used in the investigations into wood-based materials. The basic physical and mechanical properties, that is density, linear shrinkage, water absorption, tensile strength, impact, and toughness were determined for all the materials examined. The obtained properties were related to the content of wood flour in a composite. An advantageous effect of wood flour on linear shrinkage was demonstrated (Fig. 2). It was found out that when the content of a filler increases, the value of shrinkage decreases linearly, reaching the value of 0.2% for the composite containing the wood flour content of 60%. For all the moulders obtained density was determined, that to a considerable degree depends on the wood flour content (Fig. 3). Despite the fact that the density of both components of the composite is lower than 1 g/cm^3 , the density of the composite increases with the growth of the wood flour content, and at the content of approximately 50% even exceeds 1 g/cm^3 . The modification of propylene with wood flour also affects a noticeable tendency to water absorption, but it is, however, insignificant when compared to water absorption of pine-wood, MDF or particle board (Figs 4, 5). The results of tensile strength measurements of the wood plastic composites (WPC) (Fig. 6) showed that the tensile strength strongly depends on the cross-section of a sample at the same wood flour content in them. For all tests tensile strength decreases from the value of 31 MPa for Malen itself, to the value of 3.7 and 10 MPa for the composites containing 60% of wood flour. Similarly, the increase in the wood flour content affects the impact strength of the composite (Fig. 7). The increase of the content of a filler reduces the value of impact strength that at over 50% of its content does not change, but even shows a tendency to grow. However, the values of impact strength at the same wood flour content but with different sections considerably

^{1,3} dr, ² dr inż.

differ. The examinations of the toughness of WPC showed that this parameter is dependent on the level of wood flour content (Fig. 8). It was observed that the composite each time had much higher toughness than wood-based materials compared (Fig. 9). It was found out that on the one hand the obtained WPCs can be compared with polymers and evaluated by using methods elaborated for them. On the other hand, the high level of wood flour content in composites enables to compare them with the properties of wood and wood-based materials of a MDF or particleboard type. The comparison was also made, resulting in a conclusion that it is necessary to work out research methods that are representative for both WPCs and wood-based materials.

Key words: wood plastic composite, WPC, physical properties, mechanical properties

WSTĘP

Mieszanki tworzyw polimerowo-drzewnych (WPC) można przetwarzać za pomocą maszyn przetwórczych typowych dla polimerów termoplastycznych [1-4]. Stosuje się w tym celu wylączarki jednoślیمakowe, a ostatnio dwuślیمakowe o specjalnie dobranej konfiguracji ślimaków. Mieszanki zawierające do około 40% mączki drzewnej praktycznie można przetwarzać za pomocą typowych maszyn przetwórczych metodami stosowanymi np. dla nieplastifikowanego polichlorku winylu (PVC) lub polipropylenu (PP) [5]. W skład linii wylączarskiej musi wówczas wchodzić kalibrator, nadający wytłoczynie opuszczającą gorącą dyszę żądany wymiar projektowy oraz urządzenie odbierające, przeważnie gąsienicowe. W przypadku mieszanin zawierających większe ilości napelnacza, nawet do 80%, problemem staje się pokonanie wysokich oporów tarcia w kanale śrubowym ślimaka oraz ciśnień panujących w głowicy wylączarskiej, często znacznie przekraczających 100 MPa.

W przypadku wytworów otrzymywanych metodą wtryskiwania istotny jest dobór kształtu i przekroju przewęzek w formie wtryskowej oraz skrócenie, o ile to możliwe, kanałów doprowadzających.

W tej pracy zajmowano się między innymi wpływem stężenia mączki drzewnej na właściwości przetwórcze i fizykomechaniczne kompozytów. Wysoko napelnione WPC z jednej strony porównuje się w literaturze z tworzywami polimerowymi nienapelnionymi, z drugiej zaś strony wysoki stopień napelnienia upoważnia do odniesienia uzyskanych wyników bardziej do tworzyw drzewnych, takich jak płyta wiórowa, płyta pilśniowa czy drewno [6-8].

Różnice pomiędzy kompozytami polimerowo-drzewnymi i materiałami drzewnymi zasadniczo polegają na odmiennych metodach przetwórstwa. W przypadku kompozytów ich zaletą jest przede wszystkim możliwość otrzymania wytworów metodą wylączania lub wtryskiwania bez konieczności dodatkowej obróbki mechanicznej. Jeżeli jednak istnieje taka konieczność, należą one do łatwych w obróbce, na ogół wystarczające są typowe narzędzia i obrabiarki do drewna lub metalu. Do łączenia kompozytów WPC można stosować gwoździe, kołki, śruby lub klej. Ich powierzchnia może być wykańczana przez malowanie, okleinowanie lub lami-

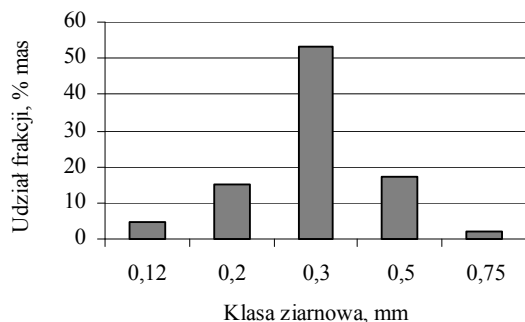
nowanie. Można je również barwić w masie podczas procesu wylączania czy wtryskiwania [1].

Właściwości WPC zależą od rodzaju polimeru, stosowanego drewna, stopnia i sposobu jego rozdrobnienia, składników dodatkowych oraz metody wytwarzania. Zaletą kompozytów, odróżniającą je od drewna czy tworzyw drzewnych, jest większa odporność na działanie czynników zewnętrznych, głównie wody i światła. Niska nasiąkliwość WPC wiąże się również z dużą odpornością na działanie bakterii i grzybów. W związku z tym można założyć, że kompozyty te mogą być w pewnych zastosowaniach dobrym substytutem materiałów drzewnych. Aby stwierdzić, na ile jest to możliwe, należy dokonać porównania tych materiałów. Dlatego zdecydowano się na przeprowadzenie badań, których celem było porównanie właściwości fizycznych i mechanicznych tworzyw polimerowo-drzewnych z najpowszechniej stosowanymi w przemyśle materiałami drzewnymi.

METODYKA BADAŃ

Do badań zastosowano polipropylen Malen P, S-901 produkcji Zakładów Petrochemicznych Płock S.A. oraz mączkę drzewną otrzymaną z drewna sosny. Drewno rozdrobniono za pomocą laboratoryjnego urządzenia skonstruowanego i wykonanego we własnym zakresie. Opracowany rozdrabniacz w pierwszym zamyśle miał służyć przede wszystkim do rozdrabniania badanych kompozytów bez strat, bowiem ich masa ze względu na specyfikę niektórych stosowanych urządzeń np. plastografometru Brabendera wynosi kilkadziesiąt gramów [9].

Zastosowany w urządzeniu frez ślimakowy umożliwia również rozdrabnianie drewna (z wydajnością nawet kilkunastu kilogramów na godzinę). Przeprowadzone dodatkowo próby z różnymi tworzywami polimerowymi potwierdzają przydatność zbudowanego urządzenia w badaniach laboratoryjnych.



Rys. 1. Rozkład granulometryczny mączki drzewnej

Fig. 1. Size grading of granulated wood flour

Ogólnie przemiały charakteryzuje wysoka gęstość nasypowa, równomierny rozkład granulometryczny ze śladowym udziałem frakcji pylistej. Równie dobre wyniki uzyskano podczas rozdrabniania drewna sosnowego, którego przemiał (mączkę) wykorzystano w niniejszej pracy. Na rysunku 1 przedstawiono rozkład granulometryczny otrzymanej w ten sposób mączki, jej gęstość nasypowa wynosiła $0,43 \text{ g/cm}^3$.

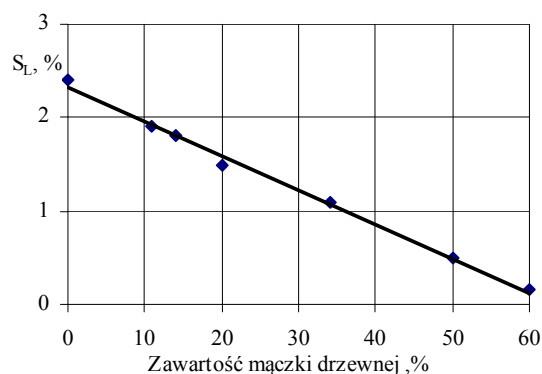
Do zasobnika tworzywa wtryskarki z jednej strony za pomocą dozownika DSK 07 z grzanym cylindrem wprowadzano mączkę, za pomocą drugiego dozownika DSK 04 granulatu Malenu. Wymieszane składniki wprowadzano do układu uplastyczniającego wtryskarki Wh-80Ap. W oparciu o wcześniejsze badania [4] temperatury poszczególnych stref grzejnych wynosiły: 170, 185 i 185°C . Czas wtryskiwania wynosił 3 s, czas docisku 6 s, czas chłodzenia 20 s. Zastosowano formę dwugniazdową z wymiennymi płytami. Otrzymano wypraski wiośłkowe zgodne z PN-EN ISO 527-1 o długości 150 mm i przekroju $4 \times 10 \text{ mm}$ oraz $10 \times 10 \text{ mm}$. Próbkę wiośłkową o powyższych wymiarach stosuje się do tworzyw polimerowych zawierających również niewielkie ilości napelniaczy. W celu lepszego odniesienia badanych właściwości kompozytów do właściwości tworzyw drzewnych wykonano dodatkową płytę z gniazdem formującym o wymiarach $140 \times 30 \times 20 \text{ mm}$, umożliwiającym otrzymanie beleczek odpowiadających kształtem i wielkością próbek stosowanym w badaniach materiałów drzewnych.

Dla wszystkich otrzymanych wyprasek przeprowadzono pomiary gęstości, skurczu liniowego i nasiąkliwości wagowej. Ponadto oznaczono wytrzymałość na rozciąganie, twardość, udarność bez karbu metodą Charpy. Do określenia twardości zastosowano metodę Janki wg PN-90/D-04109, która jest powszechnie stosowana w badaniach materiałów drzewnych.

Otrzymane z Malenu P, S-901 kompozyty zawierały: 0, 11, 14, 20, 34, 50 i 60% mączki drzewnej.

Na rysunku 2 przedstawiono zależność skurczu liniowego od zawartości mączki drzewnej. Skurcz liniowy polimerów termoplastycznych związany jest z ich budową i strukturą morfologiczną. Waha się on w granicach od 1 do 2%, w przypadku polimerów z dużym

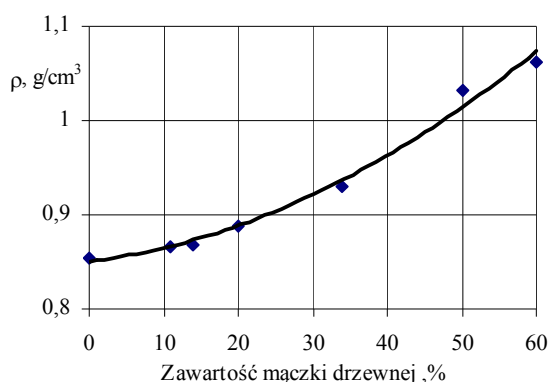
udziałem fazy krystalicznej może być nawet wyższy. Zjawisko to z wielu względów jest niekorzystne, wymaga przede wszystkim właściwego doboru wielkości geometrycznej gniazd przy projektowaniu form przetwórczych większości wytworów. W naszym przypadku skurcz nienapełnionego Malenu P, S-901 wynosi 2,4%. Wraz ze wzrostem stężenia napelniacza wartość ta maleje liniowo, osiągając 0,2% dla wypraski zawierającej 60% mączki. Korzystny wpływ mączki drzewnej na skurcz liniowy wypraski jest bardzo istotny z punktu widzenia przetwórcy. Dla tworzyw drzewnych w związku ze specyfiką procesu ich otrzymywania pojęcie skurczu liniowego nie występuje.

Rys. 2. Zależność skurczu liniowego S_L kompozytu od zawartości mączki drzewnejFig. 2. Relationship of linear shrinkage S_L of a composite to wood flour content

Dla wszystkich otrzymanych wyprasek oznaczono gęstość, która w znacznym stopniu zależy od stężenia mączki drzewnej (rys. 3). Należy zauważyć, że gęstość wypraski z samego Malenu wynosi $0,85 \text{ g/cm}^3$. Jest ona niższa od gęstości tego polimeru podawanej przez producenta, wynoszącej $0,91 \text{ g/cm}^3$. Powyższa różnica jest wynikiem powstawania lokalnych porów we wnętrzu wypraski. W wyniku zachodzącej krystalizacji pojawiają się, pod wpływem powstających naprężeń, nieuniknione wolne przestrzenie. W próbkach zawierających mączkę drzewną nie zanotowano porów związanych z krystalizacją. Należy sądzić, że obecność napelniacza drzewnego korzystnie wpływa na przebieg krystalizacji, która z kolei warunkuje niektóre właściwości kompozytu.

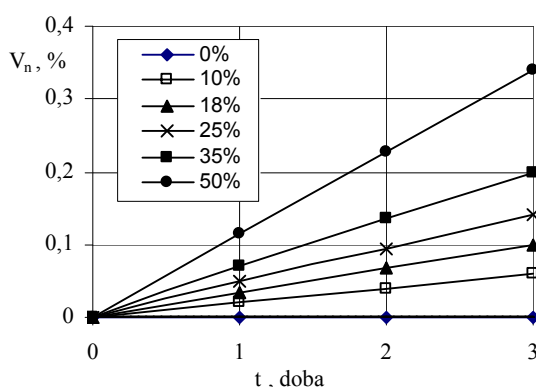
Otrzymane wyniki są interesujące również z innego punktu widzenia. Otóż gęstość obydwu składników kompozytu jest zdecydowanie niższa od 1 g/cm^3 , jednak wraz ze wzrostem stężenia mączki gęstość kompozytu wzrasta, a przy stężeniu około 50% wytwór WPC „tonie” w wodzie. Wy tłumaczenie tego faktu związane musi być ze zmianą struktury cząstek drewna podczas przetwórstwa. Gęstość polipropylenu wynosi $0,91 \text{ g/cm}^3$ i może się jedynie wahać w granicach $\pm 0,05$. Zatem wzrasta gęstość drewna z powodu, jak należy sądzić, wysokich ciśnień panujących w gnieździe formy, wy-

szących około 180 MPa. Im większy udział „ściśniętego” drewna, tym gęstość kompozytu wyższa. Dalsze badania zmierzają w kierunku uzyskania dodatkowych informacji na ten temat.



Rys. 3. Zależność gęstości ρ kompozytu od zawartości mączki drzewnej
Fig. 3. Relationship of the density ρ of a composite to wood flour content

Istotną cechą użytkową omawianych kompozytów w zestawieniu z tworzywami drzewnymi jest odporność na działanie wody. W niniejszej pracy przeprowadzono badania nasiąkliwości otrzymanych z WPC wyprasek trzymany w wodzie destylowanej przez 1, 2 i 3 doby (rys. 4). Ze względu na gwałtowną sorpcję wody przez tworzywa drzewne badanie ich nasiąkliwości powyżej 3 dób nie jest celowe. Ilość pochłanianej w tym czasie przez kompozyt wody rośnie jednak bardzo nieznacznie, w sposób liniowy, nie przekraczając w żadnym przypadku 0,35%. Istotnym czynnikiem wpływającym na nasiąkliwość jest zawartość mączki drzewnej w kompozycie. Jej zwiększenie z 10 do 50% skutkuje ponad 5-krotnym wzrostem nasiąkliwości.



Rys. 4. Zależność nasiąkliwości V_n od czasu nawilżania dla kompozytów o różnej zawartości mączki drzewnej

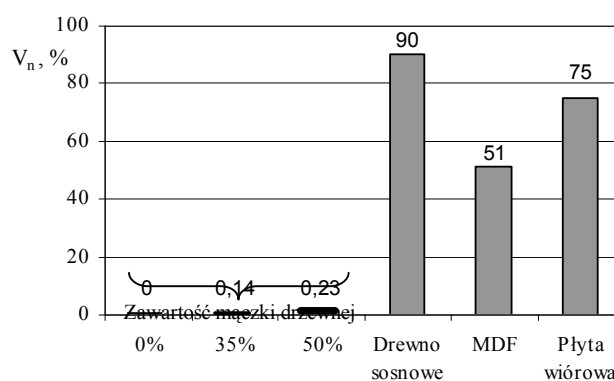
Fig. 4. Relationship of water absorption V_n to soaking time for different wood flour content

Z przedstawionego na rysunku 4 zestawienia widać, że WPC, pomimo iż w stosunku do niemodyfikowanego polipropylenu wykazują zauważalną tendencję do absorpcji wody, to jest ona znikoma w porównaniu do

drewna sosnowego, MDF czy płyt wiórowych. Pod tym względem kompozyty polimerowo-drewnne zdecydowanie przewyższają materiały drzewne.

W porównaniu do tworzyw drzewnych WPC zawierają polipropylen powyżej 40% wag. Ilość ta, wzięwszy pod uwagę bardzo wysoki wskaźnik szybkości płynięcia Malenu P, S-901, wynoszący 25÷35 g/10 min w temperaturze (230°C/2,16 kg), umożliwia wniknięcie części polimeru w wolne przestrzenie. Znajdują się one zarówno pomiędzy cząstkami drewna, jak również w ich wnętrzu, co jest związane z budową strukturalną drewna. Możliwość dalszego obniżenia absorpcji wody będzie miała decydujące znaczenie dla nowych zastosowań kompozytów polimerowo-drewnnych.

Na rysunku 5 zestawiono wartości nasiąkliwości po 48 godzinach moczenia w wodzie wybranych kompozytów WPC oraz materiałów drzewnych, które charakteryzują się silną sorpcją wody. Pomimo znacznej zawartości frakcji drzewnej w kompozycie wykazuje on w porównaniu z materiałami drzewnymi znikomą nasiąkliwość. Duża wrażliwość na działanie wody, niezabezpieczonych w specjalny sposób materiałów drzewnych, wskazuje na celowość prowadzenia rejestracji zmian wilgotności w pierwszym okresie nawilżania. Jest to tym bardziej uzasadnione, że właśnie w pierwszych godzinach moczenia następuje gwałtowna sorpcja wody.



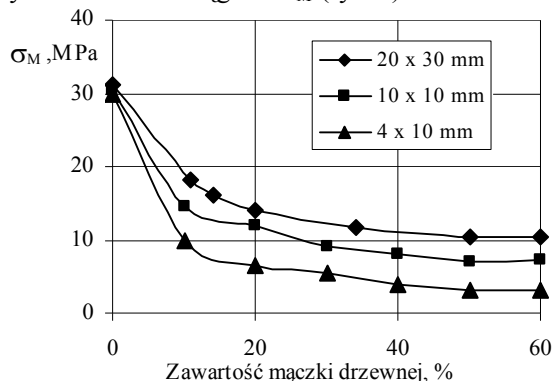
Rys. 5. Nasiąkliwość V_n po 48 godzinach nawilżania dla kompozytów oraz wybranych materiałów drzewnych

Fig. 5. Water absorption V_n after 48 hours for composites and selected wood-based materials

Innym bardzo istotnym parametrem wytworów WPC jest wytrzymałość na rozciąganie. W pracy wartość ta była oznaczana na trzech próbkach różnych pod względem przekroju równoległobocznej części. Wymagania dla tworzyw polimerowych definiują grubość wiosełek od 1 do 4 mm przy szerokości do 10 mm. Przy takich powierzchniach przekroju wyniki powinny być reprezentatywne dla dowolnego tworzywa polimerowego. W przypadku tworzyw drzewnych wymiary próbek w dużej mierze uzależnione są od handlowej grubości płyt. W pracy dysponowano próbkami WPC w postaci

wiosełek o przekroju 4x10 mm; 10x10 mm i beleczek o przekroju 20x30 mm.

Dla wszystkich tych próbek wykonano badania wytrzymałości na rozciąganie σ_M (rys. 6).

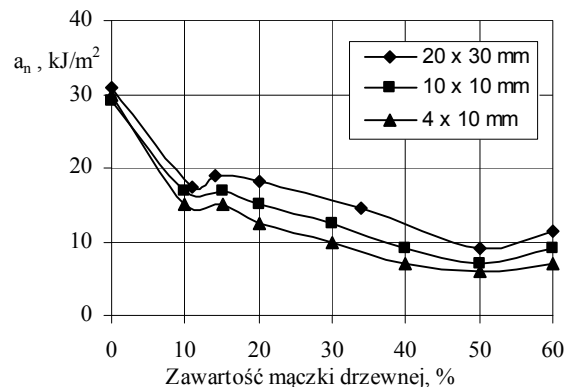


Rys. 6. Wytrzymałość na rozciąganie σ_M kompozytu w zależności od zawartości mączki drzewnej

Fig. 6. Relationship of tensile strength σ_M of composite to wood flour content

Otrzymano krzywe o zbliżonym charakterze, jednakże różnych wartościach dla trzech rodzajów powyższych próbek przy identycznej zawartości w nich mączki drzewnej. Dla wszystkich prób wytrzymałość maleje od wartości 31 MPa dla samego Malenu do wartości 3,7 i 10 MPa dla kompozytów zawierających 60% mączki. Różnice w wartościach pomiędzy 3,7 i 10 MPa są już istotne, wynikają jednakże tylko z różnicy wymiarowej próbek, a dokładniej ich przekroju. Należy zwrócić uwagę, że im większa powierzchnia przekroju próbki, tym wytrzymałość na rozciąganie wzrasta. Nieprzypadkowo dla płyt drewnopochodnych i samego drewna próbki do badań mają znaczne wymiary. Jak wspomniano wcześniej, jest to podyktowane przede wszystkim postacią handlową materiału, ale również większymi cząstkami wchodzącymi w skład budowy strukturalnej tych materiałów.

W celu ujednoczenia próbek z materiałów drzewnych i WPC proponujemy identyczny ich wymiar przekroju wynoszący 20x20 mm. Argumentem powyższego stwierdzenia mogą być również wyniki badań udarności bez karbu metodą Charpy'ego otrzymane dla tych samych co poprzednio próbek (rys. 7).



Rys. 7. Zależność udarności a_n kompozytu od zawartości mączki drzewnej w Maleniu P, S-901

Fig. 7. Relationship of composite Charpy impact strength a_n to wood flour content in Malen P, S-901

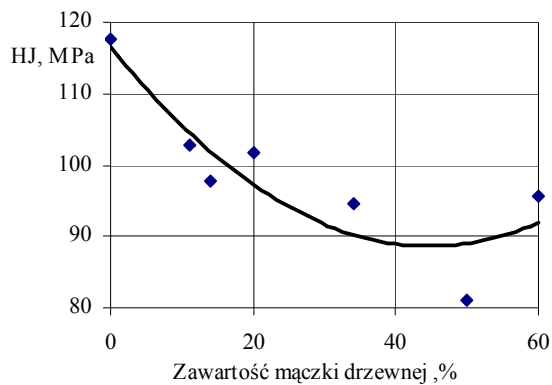
Udarność trzech różnych pod względem wymiarów próbek, wykonanych w identycznych warunkach z samego Malenu, wynosi około 30 kJ/m², a zatem nie zależy od powierzchni ich przekroju. Wzrost stężenia mączki we wszystkich trzech rodzajach próbek ogólnie obniża wartość a_n , która powyżej 50% jej zawartości nie ulega zmianie, a nawet wykazuje tendencję wzrostową. Jednakże wartości udarności przy tej samej zawartości mączki, lecz różnych przekrojach różnią się. Zarysowuje się

wyraźna tendencja, z której wynika, że im większa powierzchnia przekroju, tym wyższa wartość udarności.

Podobne wątpliwości rodzą się podczas pomiaru twardości. Typowe średnice wgłębnika, zarówno w metodzie Brinella, jak i Rockwella, stosowane dla tworzyw polimerowych nie są, naszym zdaniem, odpowiednie do badań WPC. W większości przypadków dla materia-

łów drzewnych do oceny twardości stosuje się metodę Janki, którą również zastosowano w niniejszej pracy. Metoda ta ze względu na specyfikę omawianych materiałów wymaga stosowania próbek o odpowiednio dużych wymiarach. Próbki typowe dla tworzyw polimerowych są więc w tej metodzie nieprzydatne.

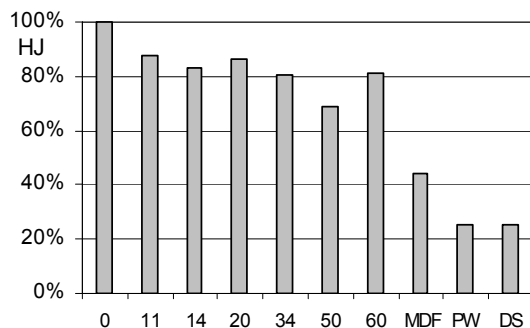
Na rysunku 8 przedstawiono wyniki badań twardości kompozytów od zawartości mączki drzewnej. Dla samego Malenu twardość wynosi 120 HJ, po czym stopniowo maleje do około 90 HJ przy zawartości mączki w granicach 50÷60% wag.



Rys. 8. Twardość HJ kompozytu w zależności od zawartości mączki drzewnej

Fig. 8. Ball indentation hardness HJ of a composite dependent on wood flour content

Ciekawe wydaje się być porównanie twardości kompozytów z twardością drewna sosnowego i badanych płyt. Przyjmując twardość samego Malenu wynoszącą 120 HJ jako 100%, na rysunku 9 przedstawiono procentowe porównanie twardości innych badanych materiałów. Dla kompozytów niezależnie prawie od stężenia mączki wynosi ono około 80% wartości przyjętej dla Malenu. W przypadku MDF 40% najmniejszą wartość wykazują płyty wiórowe (PW) i drewno sosnowe (DS) po 30%. Charakterystyczne jest to, że zarówno drewno, jak i zawierająca żywicę płyta wiórowa wykazują ponad 3-krotnie mniejszą twardość od 60% WPC.



Rys. 9. Procentowe porównanie twardości kompozytów oraz wybranych materiałów drzewnych w stosunku do twardości samego Malenu; PW - płyta wiórowa, DS - drewno sosnowe

Fig. 9. Percentage relationship of ball indentation hardness HJ for composites with various wood flour content and selected wood-based materials; PW - particleboard, DS - pine wood

PODSUMOWANIE

Kompozyty polimerowe zawierają znaczne ilości mączki drzewnej o rozmiarach nieporównywalnie większych od makrocząsteczek polimerów. Powyższe należy uwzględnić w badaniach zwłaszcza właściwości mechanicznych, biorąc pod uwagę przede wszystkim zastoso-

wanie kompozytu. Można go bowiem jeszcze traktować jako tworzywo polimerowe lub, a zwłaszcza przy wysokim stopniu napełnienia, jako tworzywo drzewne. Istnieje, naszym zdaniem, potrzeba uzupełnienia wymagań co do kształtu próbek oraz kryteriów oceny ich właściwości, zwłaszcza dla kompozytów zawierających duże ilości napełniacza o rozmiarach cząstek znacznie przekraczających 1000 μm .

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego 4T08E 04822.

LITERATURA

- [1] Gajewski J., Kompozyty drewno/tworzywo - własności i zastosowania, X Seminarium Tworzywa Sztuczne w Budowie Maszyn, Kraków 2003, 153-158.
- [2] Svoboda M.A., Lang R.W., Property profiles and structure-property-relationships of polypropylene-wood-composites with high wood content, Wood-Plastic Composites, Wiena 2002.
- [3] Kuciel S., Proszek M., Liber A., Ocena możliwości kształtowania właściwości i zachowania się w gotowym wyrobie kompozycji recyklatów polietylenów z mączką drzewną, II Środkowoeuropejska Konferencja Recykling Materiałów Polimerowych Nauka-Przemysł, Toruń 2003.
- [4] Zajchowski S., Głowacka L., Formowanie kompozytu PP/mączka drzewna metodą wtryskiwania, (w:) Materiały polimerowe i ich przetwórstwo pod red. J. Koszkuła i E. Bociągi, Częstochowa 2004, 161-168.
- [5] Zajchowski S., Właściwości kompozytów PVC/mączka drzewna, III Środkowoeuropejska Konferencja Recykling Materiałów Polimerowych Nauka-Przemysł, Krynica 2004, 49-50.
- [6] Kikuchi T., Opportunities for interior furniture in wood plastic composites (Ein Wood™) a Japanese perspective, Wood-Plastic Composites, Wiena 2003.
- [7] Letman M., Bledzki A., Shapovalov V., Tavroginskaya M., Physico-mechanical and technological characteristics of polypropylene and wood-based composites, 5th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium, Kassel 2004, P25-1.
- [8] Połec I., Kozłowska A., Kozłowski M., Właściwości mechaniczne kompozytów hybrydowych PP, X Seminarium Tworzywa Sztuczne w Budowie Maszyn, Kraków 2003, 317-322.
- [9] Zajchowski S., Laboratoryjny granulator do tworzyw polimerowych, III Środkowoeuropejska Konferencja Recykling Materiałów Polimerowych Nauka-Przemysł, Krynica 2004, 133-134.

Recenzent
Henryk Leda