

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244100 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440645**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.09.18 BUP 38/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.11.27 WUP 48/2023**

(51) MKP:

C08L 3/02 (2006.01)

C08L 3/12 (2006.01)

C08J 3/20 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

B29C 48/00 (2019.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT
INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH
I BARWNIKÓW, Toruń, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**LAUREN WEDDERBURN, Toruń, PL
KRZYSZTOF BAJER, Toruń, PL
RAFAŁ MALINOWSKI, Raciążek, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jan Michalak, Toruń, PL

(54) Tytuł:

Sposób wytwarzania kompozytu biodegradowalnego

PL 244100 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania kompozytu biodegradowalnego, przeznaczonego do wytwarzania gotowego wyrobu, zwłaszcza folii płaskiej przeznaczonej do zastosowań rolniczych i w sektorze opakowań oraz do wytwarzania granulatu kompozytowego będącego materiałem wejściowym do kolejnych procesów przetwórstwa np. metodą wytłaczania lub wtryskiwania.

W ostatnich latach obserwuje się istotny wzrost konsumpcji materiałów z tworzyw sztucznych, a wraz z nim rosnącą ilość odpadów poużytkowych. Są one często stosowane do pakowania, część z nich jest jednorazowego użytku, a dodatkowo wykonana jest z mieszanych materiałów. Tego typu materiały są często trudne do recyklingu lub ich recykling jest nieopłacalny. Nieprawidłowa utylizacja tworzyw sztucznych i ich niezdolność do biodegradacji doprowadziły do wzrostu zanieczyszczenia środowiska, w którym pozostają one przez wiele lat. Z tego powodu sektor społeczno-gospodarczy zainteresował się biodegradowalnymi tzw. zielonymi tworzywami sztucznymi „green plastics”.

Podstawową cechą tworzyw biodegradowalnych jest to, że mogą one w naturalny sposób rozkładać się na nieszkodliwe lub nawet użyteczne produkty. Jednym z najbardziej obiecujących materiałów do wytwarzania tego typu tworzyw jest skrobia. Skrobia to tani, biodegradowalny, odnawialny polimer występujący w dużej ilości na całym świecie. Można go łatwo wykorzystać do produkcji tworzyw biodegradowalnych. Jednak główną wadą tworzyw na bazie skrobi są ich słabe właściwości mechaniczne. Tworzywa opracowane wyłącznie na bazie skrobi nie mogą konkurować z tworzywami konwencjonalnymi o znacznie lepszych właściwościach mechanicznych, dlatego wymagają modyfikacji.

Modyfikacja właściwości skrobi to jeden ze sposobów na poprawę jej wad. Skrobia natywna jest zbyt krucha i wymaga dodania plastyfikatorów w celu ułatwienia jej przetwarzania. Plastyfikatory zmniejszają oddziaływania sił międzycząsteczkowych w naturalnej skrobi i sprawiają, że jest ona bardziej kowalna (ciągliwa), a tym samym mniej krucha. Oprócz plastyfikatorów można dodać wiele innych składników dodatkowych, takich jak wypełniacze lub stabilizatory. Wpływają one na poprawę właściwości tworzyw otrzymanych na bazie skrobi, czyniąc z tych tworzyw materiały alternatywne dla niebiodegradowalnych tworzyw konwencjonalnych.

Znane są z opisu zgłoszeniowego US 2020291137 A1 termoplastyczne folie skrobiowe, które można wytwarzać przez łączne zastosowanie ciągłego mieszalnika dwuślimakowego i wytłaczarki jednoślimakowej. W wynalazku wykorzystano skrobię (55–70%), plastyfikator (10–25%), wodę (7,5–15%) i opcjonalne dodatki (włókna, wypełniacze, materiały wzmacniające) (1–15%). Wykorzystano proces dwuetapowy, najpierw mieszając materiały w niskiej temperaturze i przy niskim ścinaniu, czego celem było żelowanie skrobi i utworzenie stopu kompozytowego. Stop kompozytowy został następnie wprowadzany do wytłaczarki jednoślimakowej, gdzie po przejściu przez układ uplastyczniający wytłaczarki był granulowany lub wytłaczany do postaci folii. Porównano właściwości otrzymanego materiału o składzie: skrobia – 70%, propanotriol – 20,1%, woda – 9,9% wytworzonego według wynalazku, z materiałem wytworzonym w konwencjonalnym jednoetapowym procesie wytłaczania dwuślimakowego. Stwierdzono również, że dwuetapowo otrzymany materiał ma lepsze właściwości, tj. wyższe wydłużenie przy zerwaniu i naprężenie przy zerwaniu. Świadczy to o tym, że materiał otrzymany w procesie dwuetapowym może dać tworzywo sztuczne, które jest mocniejsze i bardziej elastyczne.

Opis zgłoszeniowy US 2014235763 A1, ujawnia, że skrobia termoplastyczna (TPS) może być wytwarzana poprzez mieszanie z innymi biodegradowalnymi polimerami, które mogą być stosowane do wytwarzania folii płaskich. Skrobia z manioku była plastyfikowana z propanotriolem i przechowywana w temperaturze pokojowej przez 12–36 godzin. Za pomocą wytłaczarki wytłoczono granulację TPS stosując profil temperaturowy w zakresie 89–120°C i prędkość ślimaka w zakresie 40–60 obr./min. Uzyskany granulację TPS zmieszano z granulatem z polikaprolaktanu (PCL) i z granulatem z polilaktydu (PLA), po czym wyprodukowano znaną metodą płaskie folie.

Znane jest z opisu zgłoszeniowego US 2005196436 A1 to, że skrobię można mieszać z gumą gellan w celu wytworzenia kapsułek. Wykorzystano gumę gellan o wysokiej i niskiej zawartości acylu w zakresie 0,1–5% w co najmniej 50% substancji stałych. Skrobię (15–40%) plastyfikowano z propanotriolem w ilości 30–80% w stosunku do masy skrobi. Otrzymane kapsułki charakteryzują się doskonałą wytrzymałością, wydłużeniem i dobrą zgrzewalnością.

Z opisu zgłoszeniowego CN 101906220 A znana jest technologia wytwarzania jadalnych folii skrobiowych z wykorzystaniem zarówno wytłaczarki dwuślimakowej, jak i jednoślimakowej. Wykorzystano wytłaczarkę dwuślimakową do produkcji granulatu TPS i wytłaczarkę jednoślimakową do pro-

dukcji płaskiej folii. Surowce – skrobia, plastyfikator, smar i stabilizator, zostały mechanicznie wymieszane z dużą prędkością przed wytlaczaniem, aby zapewnić jednorodną mieszanę. Wynalazek ma dobre właściwości mechaniczne i barierowe, a także ma doskonałe właściwości przeciwstarzeniowe.

W opisie zgłoszeniowym US 5362777 A przedstawiono wytwarzanie termoplastycznej skrobi m.in. do produkcji granulek, proszków i włókien. Zmieszano skrobię z plastyfikatorem w ilości 5–35% w wytlaczarce z układem uplastyczniającym bez odgazowania. Do mieszanki skrobi i plastyfikatora można dodać również inne składniki, takie jak wypełniacze i zmiękczacze.

Opis zgłoszeniowy wynalazku CA 2872054 A1 ujawnia proces techniczny wytwarzania samowzmocnionego kompozytu skrobiowego stosowanego do wytwarzania kapsulek. Według wynalazku skrobia została wzmocniona maksymalnie 2% innych materiałów skrobiowych, takich jak usieciowana skrobia lub nanokryształy skrobi. Wszystkie materiały dozowano do leja zasypowego wytlaczarki dwuślimakowej i zmieszano z wodą w ilości 10–20%, jako plastyfikatorem. Temperatura wytłaczania wynosiła poniżej 160°C, a folie wytworzono metodą wylewania na walce. Kompozyt otrzymany sposobem według wynalazku może być stosowany do wytwarzania folii, płyt lub granulatu. Granulat skrobiowy może mieć zastosowanie w medycynie, w suplementach diety oraz w wytwarzaniu żywności funkcjonalnej o wysokiej wartości żywieniowej.

Z opisu zgłoszenia międzynarodowego WO 2020156862 A1 znany jest kompozyt na bazie skrobi, który w połączeniu z innymi biodegradowalnymi polimerami jest stosowany do produkcji biodegradowalnych płyt lub folii. Niniejszy wynalazek dotyczy ulepszonych biodegradowalnych polimerów, w szczególności biopolimerów na bazie skrobi, takich jak polimery termoplastycznej skrobi (TPS), formułowane z pochodnymi kalafonii, tak że otrzymana biodegradowalna kompozycja na bazie skrobi wykazuje ulepszone właściwości przetwórcze, mechaniczne, mikrostrukturalne i termiczne. Mieszanka zawiera skrobię, kopolimer lub poliester, pochodne gumy kalafonii 0,1–15% oraz plastyfikatory. Materiał otrzymany sposobem według wynalazku można rozdmuchiwać, wytłaczać lub wtryskiwać. Dzięki temu może być on używany w wielu zastosowaniach, takich jak opakowania, produkty szklarniowe lub produkty jednorazowego użytku m.in. do zastosowań higienicznych i sanitarnych.

Znana jest z opisu patentowego EP 3064542 A1 termoplastyczna kompozycja polimerowa podatna na degradację środowiskową i/lub recykling organiczny poprzez kompostowanie, która jest otrzymywana w całości ze związków pochodzenia naturalnego. Kompozycję według wynalazku otrzymuje się z polilaktydu (PLA) oraz odpowiednio modyfikowanej skrobi termoplastycznej (mTPS) otrzymanej w procesie termomechanicznej ekstruzji mieszaniny skrobi natywnej (najlepiej ziemniaczanej i/lub kukurydzianej) z odpowiednim plastyfikatorem (korzystnie glicerol), którego właściwości fizykochemiczne i chemiczne są dodatkowo modyfikowane związkami pochodzenia naturalnego w postaci agaru (AGR) i/lub epoksydowanego oleju roślinnego (EOR) i/lub gumy arabskiej.

Z opisu patentowego PL 216930 B1 znany jest sposób wytwarzania termoplastycznej skrobi, przez zmieszanie skrobi natywnej z plastyfikatorem i wytłoczenie polegający na tym, że w pierwszym etapie skrobię natywną w ilości 50–80 części wagowych miesza się w temperaturze 60–100°C z 20–50 częściami wagowymi gliceryny i przeprowadza w suchą mieszanę z jednoczesnym odprowadzeniem wody, a w drugim etapie kondycjonowaną suchą mieszanę przeprowadza się w stan uplastyczniony poddając ją działaniu sił ścinających w temperaturze 130–150°C i wytłacza w temperaturze 150–180°C z równoczesnym odgazowaniem części lotnych a następnie granuluje. W sposobie plastyfikowania skrobi korzystnie stosuje się natywną skrobię kukurydzianą lub natywną skrobię ziemniaczaną.

W opisie zgłoszeniowym US 6136097 A ujawniono sposób wytwarzania skrobi termoplastycznej jako mieszaniny skrobi o zawartości wody 10–20% z emulgatorem – monostearynianem gliceryny. Mieszaninę dozowano do wytlaczarki dwuślimakowej zaopatrzonej w dozownik umożliwiający dodawanie plastyfikatorów, m.in. takich jak propanotriol w proporcji: skrobia – propanotriol 3:1. Po wytłoczeniu kompozytu przez głowicę termostatowaną w temperaturze 90°C i jego zgranulowaniu, otrzymany granulát wysuszone do zawartości wilgoci 2%.

Na podstawie powyższego stanu techniki stwierdza się, że skrobia natywna stanowi dobrą bazę do wytwarzania materiałów biodegradowalnych. Jest łatwo dostępna, tania, biodegradowalna i daje się modyfikować w szerokim zakresie. Te cechy sprawiają, że skrobia jest idealnym materiałem do wytwarzania biodegradowalnych produktów, w tym jednorazowego użytku.

Celem wynalazku jest stworzenie biodegradowalnej kompozycji polimerowej na bazie natywnej skrobi kukurydzianej, złożonej z możliwie najmniejszej liczby składników i jednocześnie umożliwiającej otrzymywanie folii o dobrych własnościach mechanicznych.

Sposób wytwarzania kompozytu biodegradowalnego według wynalazku na bazie mieszaniny natywnej skrobi kukurydzianej, wody i propanotriolu metodą wyłaczania polega na tym, że w pierwszym etapie natywną skrobię kukurydzianą w ilości od 66,1 do 72,4% masowych zawierającą: (a) wilgoć w ilości od 10 do 15% masowych, (b) nierozpuszczalną w zimnej wodzie amylozę w ilości od 20 do 30% masowych oraz (c) amylopektynę w ilości od 55 do 70% masowych miesza się z węglanem wapnia w ilości od 0,2 do 0,5% masowych i z ksantanem w ilości od 0,3 do 0,5% masowych, w temperaturze otoczenia w czasie około 5 minut, a w drugim etapie do tak wstępnie otrzymanej mieszaniny dodaje się stopniowo w czasie od 5 do 10 minut wodę w ilości od 9 do 11% masowych i propanotriol w ilości od 18 do 22% masowych, które to składniki przez kolejne minimum 20 minut miesza się, po czym tak ujednorodnioną mieszaninę składników kondycjonuje się przez 24 godziny w temperaturze otoczenia przy wilgotności powietrza zapewniającej utrzymanie na stałym poziomie wilgotności wytworzonej mieszaniny, następnie rzeczoną mieszaninę suszy się do 25% masowych wilgotności, po czym tak osuszoną mieszaninę wprowadza się do układu uplastyczniającego wyłaczarki jednoślismakowej, gdzie po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu rzeczony kompozyt przetłacza się do głowicy wyłaczarskiej formującej wyrób, który po uformowaniu w znany sposób chłodzi się i sezonuje się w temperaturze otoczenia.

Stosunek ilości wody do ilości propanotriolu korzystnie wynosi 1:2.

Składniki miesza się w mieszalniku wyposażonym w dwa obrotowe mieszadła, z których jedno obraca się wokół własnej osi oraz wokół osi drugiego mieszadła, ze stałą prędkością dla wartości w zakresie od 30 do 80 rpm.

Mieszaninę składników uplastycznia się i przetwarza się w temperaturze układu uplastyczniającego wyłaczarki jednoślismakowej od 90 do 100°C, przy czym 90°C odpowiada strefie zasilania, a 100°C odpowiada strefie dozowania przy prędkości obrotowej ślimaka w zakresie od 30 do 100 rpm.

Sposobem opisanym według przedmiotowego wynalazku uzyskuje się kompozyt na bazie skrobi i innych biodegradowalnych składników, przeznaczony zwłaszcza do wytwarzania folii płaskich w procesie wyłaczania jednoślismakowego, jak również wytwarzania granulatu kompozytowego do dalszego przetwórstwa.

Nieoczekiwanie okazało się, że wytworzony sposobem według wynalazku kompozyt biodegradowalny na bazie skrobi w ściśle określonych warunkach charakteryzuje się stabilnością termiczną oraz dobrymi parametrami mechanicznymi, a zwłaszcza wytrzymałością na rozciąganie dzięki zastosowaniu ksantanu. Już tak niewielka ilość 0,3–0,5% masowych ksantanu, przy jednocześnie minimalnej ilości 0,2–0,5% masowych węglanu wapnia, powoduje 6% wzrost wytrzymałości na rozciąganie opracowanego materiału w porównaniu do materiału niezawierającego tego składnika, co świadczy o jego bardzo dużej efektywności (patrz: Fig. 1). Podobny, korzystny efekt obserwuje się w badaniach przenikalności tlenu przez folie wytworzone z otrzymanych według wynalazku kompozytów (patrz: Fig. 2). Dodanie ksantanu istotnie zwiększa przenikalność tlenu przez folie co ma istotne znaczenie w niektórych aplikacjach wykorzystujących tzw. materiały oddychające. Co więcej poprzez regulowanie stosunkiem wagowym ksantanu i węglanu wapnia uzyskuje się materiały o bardzo różnej przepuszczalności tlenu. Ksantan w ilości już od 0,3% masowych dodany do 0,2% masowych węglanu wapnia, spowodował wzrost przepuszczalności tlenu. Na podstawie otrzymanych wyników badań stwierdza się istotny wpływ ksantanu na właściwości biodegradowalnych kompozytów na bazie skrobi.

Zaletą zastosowania biodegradowalnej kompozycji polimerowej według wynalazku jest to, że wytworzona z niej folia płaska po wykorzystaniu ulega naturalnemu rozkładowi pod wpływem czynników biologicznych bez konieczności stosowania substancji wspomagających biodegradację.

Przedmiot wynalazku ilustrują poniższe przykłady realizacji, nie ograniczając jego zakresu, dla których Fig. 1 przedstawia wykres wyników badań wytrzymałości na statyczne rozciąganie folii kompozytowych wykonanych na stanowisku badawczym TIRAtest 27025, zaś Fig. 2 – wykres wyników badań przepuszczalności tlenu przez folie kompozytowe, wykonanych na stanowisku badawczym XSDC/Pro MultiPerm 02-CO2 DC.

Przykład 1

Natywną skrobię kukurydzianą w ilości 72,4% masowych zawierającą: (a) wilgoć w ilości 10% masowych, (b) nierozpuszczalną w zimnej wodzie amylozę w ilości 25% masowych oraz (c) amylopektynę w ilości 65% masowych, miesza się wraz z węglanem wapnia w ilości 0,2% masowych i ksantanem w ilości 0,4% masowych, w czasie 5 minut w termostатовanym w temperaturze otoczenia

mieszalniku wyposażonym w dwa obrotowe mieszadła, z których jedno obraca się wokół własnej osi oraz wokół osi drugiego mieszadła, ze stałą prędkością wynoszącą 40 rpm, po czym przez kolejne 5 minut do tak wstępnie wymieszanych składników dodaje się stopniowo 9% masowych wody, a następnie 18% masowych propanotriolu. Po dodaniu wszystkich składników do mieszalnika, nadal miesza się je w stałych warunkach przez kolejne 20 minut. Ujednorodnioną mieszaninę składników kondycjonuje się przez 24 godziny w temperaturze otoczenia i przy wilgotności powietrza zapewniającej utrzymanie na stałym poziomie wilgotności wytworzonej mieszaniny składników. Po upływie czasu kondycjonowania otrzymaną mieszaninę składników suszy się do 25% masowych wilgotności. Osuszony rzeczony kompozyt wprowadza się do strefy zasilania układu uplastyczniającego wytłaczarki jednoślindakowej składającego się ze: ślimaka o średnicy 19 mm, długości $L/D=20$, bez końcówki mieszającej i stopniem sprężania zdefiniowanym jako stosunek objętości kanałów w strefie zasilania do strefy dozowania, wynoszącym 2:1 oraz cylindra bez strefy odgazowania. Proces wytłaczania kompozytu prowadzi się w temperaturze układu uplastyczniającego od 90 do 100°C, przy czym 90°C odpowiada strefie zasilania, a 100°C odpowiada strefie dozowania i temperaturze głowicy oraz przy prędkości obrotowej ślimaka 60 rpm. Po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu kompozyt biodegradowalny przetłacza się do głowicy wytłaczarskiej płaskoszczelinowej o szerokości szczeliny 100 mm i o wysokości szczeliny 0,5 mm. Wytłoczoną folię płaską chłodzi się na termostatowanych w temperaturze 20°C walcach obracających się z tą samą prędkością, po czym sezonuje się w temperaturze otoczenia.

Przykład 2

Natynną skrobię kukurydzianą w ilości 66,1% masowych zawierającą: (a) wilgoć w ilości 13% masowych, (b) nierozpuszczalną w zimnej wodzie amylozę w ilości 24% masowych oraz (c) amylopektynę w ilości 63% masowych, miesza się wraz z węglanem wapnia w ilości 0,5% masowych i ksantanem w ilości 0,4% masowych, w czasie 5 minut w termostatowanym w temperaturze pokojowej mieszalniku wyposażonym w dwa obrotowe mieszadła, z których jedno obraca się wokół własnej osi oraz wokół osi drugiego mieszadła, ze stałą prędkością wynoszącą 80 rpm, po czym przez kolejne 10 minut do tak wstępnie wymieszanych składników dodaje się w sposób ciągły 11% masowych wody, a następnie 22% masowych propanotriolu. Po dodaniu wszystkich składników do mieszalnika, nadal miesza się je w stałych warunkach przez kolejne 20 minut, po czym tak ujednorodnioną mieszaninę składników kondycjonuje się przez 24 godziny w temperaturze otoczenia i przy wilgotności powietrza zapewniającej utrzymanie na stałym poziomie wilgotności wytworzonej mieszaniny składników. Po tym czasie otrzymaną mieszaninę składników suszy się do 25% masowych, po czym wprowadza się ją do strefy zasilania układu uplastyczniającego wytłaczarki jednoślindakowej składającego się ze: ślimaka o średnicy 19 mm, długości $L/D=20$, bez końcówki mieszającej i stopniem sprężania zdefiniowanym jako stosunek objętości kanałów w strefie zasilania do strefy dozowania, wynoszącym 2:1 oraz cylindra gładkiego bez odgazowania. Proces wytłaczania kompozytu prowadzi się w temperaturze układu uplastyczniającego od 90 do 100°C, przy czym 90°C odpowiada strefie zasilania, a 100°C odpowiada strefie dozowania i temperaturze głowicy oraz przy prędkości obrotowej ślimaka 60 rpm. Po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu kompozyt biodegradowalny przetłacza się do głowicy wytłaczarskiej płaskoszczelinowej o szerokości szczeliny 100 mm i o wysokości szczeliny 0,5 mm. Wytłoczoną folię płaską chłodzi się na termostatowanych w temperaturze 20°C walcach obracających się z tą samą prędkością, po czym sezonuje się w temperaturze otoczenia.

Przykład 3

Postępując zgodnie z zapisem zawartym w przykładzie 1 po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu, kompozyt biodegradowalny przetłacza się do głowicy wytłaczarskiej otworowej o średnicy otworu 4 mm, po czym wytłoczony materiał w postaci żyłek chłodzi się i granuluje w znany sposób, następnie tak wytworzony granulat sezonuje się w temperaturze otoczenia.

Przykład 4

Postępując zgodnie z zapisem zawartym w przykładzie 2 po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu, kompozyt biodegradowalny przetłacza się do głowicy wytłaczarskiej otworowej o średnicy otworu 4 mm, po czym wytłoczony materiał w postaci żyłek chłodzi się i granuluje w znany sposób, następnie tak wytworzony granulat sezonuje się w temperaturze otoczenia.

Wynalazek może być poddawany różnym modyfikacjom, z wyjątkiem tych, które są ograniczone zastrzeżeniami patentowymi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania kompozytu biodegradowalnego na bazie mieszaniny natywnej skrobi kukurydzianej, wody i propanotriolu metodą wyłaczania, **znamienny tym**, że w pierwszym etapie natywną skrobię kukurydzianą w ilości od 66,1 do 72,4% masowych zawierającą: (a) wilgoć w ilości od 10 do 15% masowych, (b) nierozpuszczalną w zimnej wodzie amylozę w ilości od 20 do 30% masowych oraz (c) amylopektynę w ilości od 55 do 70% masowych miesza się z węglanem wapnia w ilości od 0,2 do 0,5% masowych i z ksantanem w ilości od 0,3 do 0,5% masowych, w temperaturze otoczenia w czasie około 5 minut, a w drugim etapie do tak wstępnie otrzymanej mieszaniny dodaje się stopniowo w czasie od 5 do 10 minut wodę w ilości od 9 do 11% masowych i propanotriol w ilości od 18 do 22% masowych, które to składniki przez kolejne minimum 20 minut miesza się, po czym tak ujednorodnioną mieszaninę składników kondycjonuje się przez 24 godziny w temperaturze otoczenia przy wilgotności powietrza zapewniającej utrzymanie na stałym poziomie wilgotności wytworzonej mieszaniny, następnie mieszaninę suszy się do 25% masowych wilgotności, po czym tak osuszoną mieszaninę wprowadza się do układu uplastyczniającego wyłaczarki jednoślیمakowej, gdzie po zhomogenizowaniu i uplastycznieniu, rzeczony kompozyt przetłacza się do głowicy wyłaczarskiej formującej wyrób, który po uformowaniu w znany sposób chłodzi się i sezonuje się w temperaturze otoczenia.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek ilości wody do ilości propanotriolu korzystnie wynosi 1:2.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że składniki miesza się w mieszalniku wyposażonym w dwa obrotowe mieszadła, z których jedno obraca się wokół własnej osi oraz wokół osi drugiego mieszadła, ze stałą prędkością dla wartości w zakresie od 30 do 80 rpm.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mieszaninę składników uplastycznia się i przetwarza się w temperaturze układu uplastyczniającego wyłaczarki jednoślیمakowej od 90 do 100°C, przy czym 90°C odpowiada strefie zasilania, a 100°C odpowiada strefie dozowania przy prędkości obrotowej ślimaka w zakresie od 30 do 100 rpm.

Rysunki

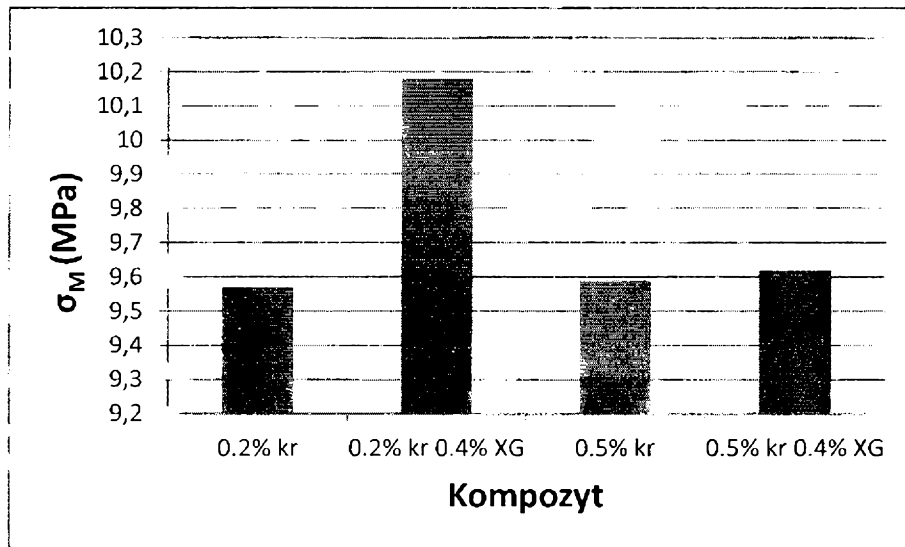


Fig. 1

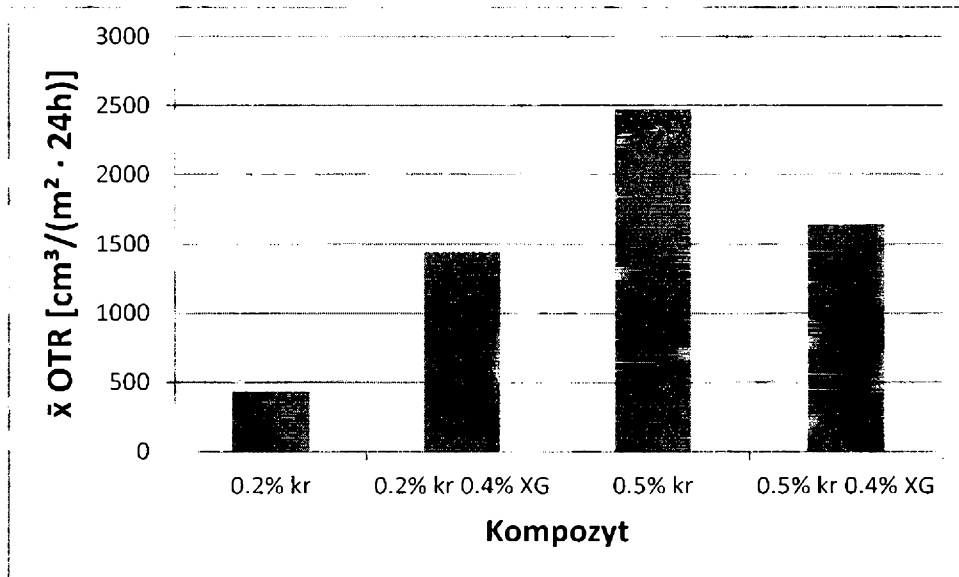


Fig. 2