

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 245746 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **431506**

(22) Data zgłoszenia: **2019.10.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.04.19 BUP 08/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.10.07 WUP 41/2024**

(51) MKP:

**C08L 23/10** (2006.01)

**C08K 3/013** (2018.01)

**C08K 3/36** (2006.01)

**C08K 3/20** (2006.01)

**C08K 7/00** (2006.01)

**C08J 5/00** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:  
**FOLNET SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ SPÓŁKA  
KOMANDYTOWA, Skórzewo, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:  
**MACIEJ JARKOWSKI, Bezzecze, PL  
JAKUB STASZEWSKI, Poznań, PL  
MARTA DOBROSIELSKA, Szczecin, PL  
DARIUSZ BRZĄKALSKI, Przeźmierowo, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Barbara Urbańska-Łuczak,  
Poznań, PL**

(54) Tytuł:

**Kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z odpadowym pyłem lotnym  
mikrokrzemionkowym jako napelniaczem oraz sposób jego wytwarzania**

**PL 245746 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z odpadowym pyłem lotnym mikrokrzemionkowym jako napełniaczem oraz sposób jego wytwarzania, mający zastosowanie w przemyśle budowlanym, AGD i RTV oraz w przemyśle motoryzacyjnym.

Kompozytem polimerowym nazywamy materiał, w skład którego wchodzi dwie fazy. Osnowa polimerowa – faza ciągła oraz równomiernie rozłożone w niej zbrojenie – faza rozproszona. Fazy te zespolone są tak, aby nie zatracić widocznej granicy między nimi, pomimo dobrego połączenia składników. Kompozyt jako mieszanina dwóch składników cechuje się właściwościami innymi niż każdy z komponentów osobno. Osnowa polimerowa najczęściej wykonana jest z duroplastu, termoplastu lub z elastomeru. Jej zadaniem jest nadanie pożądanego kształtu, związanie cząstek napełniacza oraz ich ochrona przed niszczącymi czynnikami zewnętrznymi. Faza ta warunkuje również większość właściwości kompozytu zarówno fizycznych jak i chemicznych. Faza rozproszona pełni natomiast funkcję ulepszającą określone właściwości materiału. Napełniacze mogą być pochodzenia naturalnego bądź sztucznego i przyjmować różną postać: wzmocnienie cząstkami, dyspersyjne, a także włóknami.

Kompozyty polimerowe w zależności od zastosowanego rodzaju napełniacza i jego ilości cechują się lepszym przewodnictwem cieplnym, co wpływa na polepszenie wydajności przetwórstwa; zwiększoną wytrzymałością na ściskanie oraz zwiększonym modułem sprężystości. Moduł Younga wzrasta proporcjonalnie do ilości dodanego napełniacza, jednakże dla napełniaczy proszkowych wzrost ten jest mniej widoczny, w porównaniu z napełniaczami włóknistymi. Poza tym charakteryzuje je zmniejszony skurcz przetwórczy, lepsza termostabilność kształtu, zwiększona sztywność oraz zmniejszona palność (w przypadku zastosowania napełniaczy wykazujących właściwości uniepalniające). Powyżej wymienione zalety kompozytów polimerowych przyczyniły się do ich powszechnego zastosowania w różnych dziedzinach, w produkcji sprzętu sportowego, do obudów i elementów drobnego oraz dużego sprzętu AGD i RTV, elementów składowych w przemyśle motoryzacyjnym, budowlanym i wielu innych gałęziach. Zastosowanie napełniaczy pozwala również na obniżenie zużycia materiału polimerowego, bardzo często przy jednoczesnym poprawieniu właściwości przetwórczych i użytkowych modyfikowanego materiału. Dodatek napełniacza, bez względu na jego postać (napełniacze proszkowe jak i włókniste), minimalizuje efekt skurczu przetwórczego i wpływa pozytywnie na stabilność wymiarową wyrobu kompozytowego.

Szeroką grupę kompozytów polimerowych stanowią kompozyty proszkowe, tzn. materiał polimerowy napełniony cząstkami dyskretnymi (w postaci proszkowej bądź ziarnistej). W przypadku cząstek napełniacza o rozmiarach od 500 nm do 1  $\mu\text{m}$ , układy takie nazywa się koloidalnymi; gdy rozmiar napełniacza przekracza rozmiar 0,5  $\mu\text{m}$  kompozyty takie określa się mianem dyspersyjnych. Dokładną charakterystykę kompozytów oraz podział napełniaczy polimerowych przedstawił szczegółowo w pracy *Materiały Polimerowe* Józef Koszkuł. W jednostkach naukowych oraz instytutach badawczych, a także zakładach przetwórstwa tworzyw sztucznych, poszukuje się nowych typów napełniaczy proszkowych dla tworzyw termoplastycznych, w celu otrzymania produktu o ściśle określonych i oczekiwanych właściwościach. Powstają nowe napełniacze, jednak mimo tego wciąż największą popularnością cieszą się dobrze już poznane napełniacze kredowe, krzemianowe, talkowe, grafitowe czy na bazie sadzy. Wpływ dodatku wymienionych napełniaczy proszkowych na właściwości polimerów termoplastycznych został opisany między innymi przez Jakubowską i Klozińskiego w pracy pt.: *Optymalizacja parametrów modyfikacji  $\text{CaCO}_3$  stosowanego jako napełniacz polimerów termoplastycznych* (Inż. Ap. Chem. 2010, 49, 5, pp. 45–46); Kwiatkowskiego i Nabiątka w pracy pt.: *Badanie odporności na pękanie kompozytów PP z talkiem na podstawie współczynnika intensywności naprężeń* (Kompozyty. 2009, 4, pp. 369–372) oraz Banasiak i Sterzyńskiego w pracy pt.: *Właściwości kompozytów polimerowych PE + talk* (Kompozyty 2002, 2, pp. 126–130). W literaturze światowej brak jest doniesień na temat kompozytów termoplastycznych polimerów propylenu z Microsilica jako napełniaczem.

Istotą wynalazku jest kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z odpadowym pyłem lotnym mikrokrzemionkowym jako napełniaczem, charakteryzujący się tym, że posiada osnowę polipropylenową (iPP), którą stanowi homopolimer albo kopolimer propylenu, albo/i ich mieszaniny, albo/i ich recyklaty oraz napełniacz, który stanowi odpadowy pył lotny mikrokrzemionkowy w ilości 0,1–40% wag. w odniesieniu do polipropylenu, o zawartości  $\text{SiO}_2$  w zakresie 60–85%, C w zakresie 0,2–5,0%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w zakresie 0,1–3,0% oraz pozostałym składzie chemicznym zawartym w %: 15,29 CaO; 0,65 MnO;

1,82 MgO; 0,50 K<sub>2</sub>O; 0,63 Na<sub>2</sub>O; 1,30 Li<sup>+</sup>; 0,23 Cl<sup>-</sup>; gęstości 654,86 kg/m<sup>3</sup>; 0,96 ekw. Na<sub>2</sub>O i wielkości ziaren w zakresie od 0,01 do 100 μm.

Sposób wytwarzania kompozytu według wynalazku polega na tym, że izotaktyczny polipropylen (iPP) poddaje się procesowi homogenizacji ze 100% wag. pyłu lotnego mikrokrzemionkowego w stosunku do iPP, o uziarnieniu poniżej 40 μm za pomocą wylączarki w temperaturze mieszania 210–220°C, do uzyskania kompozytu, następnie wytworzony kompozyt rozdrabnia się do wielkości ziaren w zakresie 3–4 mm, po czym w procesie wylączania z granulacją do kompozytu dodaje się izotaktyczny polipropylen w ilości do uzyskania stężeń 0,1; 1; 5; 10; 20; 30 i 40% wag. pyłu lotnego mikrokrzemionkowego, przy temperaturze głowicy w zakresie 230–240°C, po czym otrzymany kompozyt w postaci granulatu o wielkości ziaren 3–4 mm poddaje się w znany sposób procesowi wtryskiwania do uzyskaniażądanego wyrobu.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskano następujące efekty techniczno-użytkowe:

- wytworzone kompozyty można przetwarzać standardowymi technikami stosowanymi obecnie w przetwórstwie tworzyw sztucznych (wylączanie, wtryskiwanie itp.);
- wytworzone kompozyty wykazują poprawę właściwości mechanicznych w stosunku do wejściowego materiału polimerowego, między innymi: moduł Younga, wytrzymałość na rozciąganie, twardość Shore'a;
- wytworzone kompozyty wykazują zwiększoną odporność na promieniowanie UV;
- możliwość wielokrotnego przetwarzania – recykling materiałowy;
- utylizacja na drodze recyklingu energetycznego,
- bezodpadowa produkcja – wszystkie powstające w trakcie wytwarzania końcowego produktu braki można bowiem zwracać do procesu technologicznego;
- szerokie możliwości zastosowań:
  - przemysł budowlany;
  - przemysł AGD i RTV,
  - przemysł motoryzacyjny.

Kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z odpadowym pyłem lotnym mikrokrzemionkowym (Microsilica) jako napełniaczem, wytworzony może zostać w procesie technologicznym zapewniającym wysoki stopień homogenizacji Microsilica w zastosowanej osnowie polimeru. Proces homogenizacji (polimeru w stanie uplastycznionym) przeprowadzony może zostać przy użyciu wylączarek jedno- lub dwuślimakowych, mieszalników okresowych, walcarek itp. Proces homogenizacji należy prowadzić w temperaturach charakterystycznych dla przetwórstwa polipropylenu od 210 do 280°C.

Dodatkowo kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z pyłem lotnym mikrokrzemionkowym (Microsilica) charakteryzuje się zwiększoną odpornością na działanie promieniowania UV.

Zastosowany w wynalazku odpadowy pył lotny mikrokrzemionkowy (Microsilica) jako napełniacz jest to pył krzemionkowy, mikrokrzemionka, zagęszczony pył krzemionkowy SiO<sub>2</sub>, krzemionka bezpostaciowa, proszek dwutlenku krzemu, proszek krzemionkowy, odparowany SiO<sub>2</sub>, pył krzemionkowy wytwarzany termicznie (TGSF), mikropył, bezpostaciowy dwutlenek krzemu. Zawartość SiO<sub>2</sub> >75%. Numer EC 273-761-1 Numer CAS: 69102-64-2. W tabeli 1 przedstawiono skład chemiczny Microsilici wykorzystanej w badaniach.

Tabela 1

SiO <sub>2</sub> [%]	CaO [%]	MnO [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	MgO [%]	K <sub>2</sub> O [%]	Na <sub>2</sub> O [%]	C [%]	Li <sup>+</sup> [%]	Cl <sup>-</sup> [%]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	ekw. Na <sub>2</sub> O
75,87	15,29	0,65	0,57	0,95	1,82	0,50	0,63	2,35	1,30	0,23	654,86	0,96

Wynalazek ilustrują poniższe przykłady:

### **Przykład I**

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wylączarki, temperatura mieszania wynosiła 210°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 3 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 0,1% wag. Microsilica, stosując w tym celu 0,01 kg koncentratu oraz 4,99 kg iPP, w procesie wylączania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 230°C, otrzymano ziarna o wielkości 3 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 0,1% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiosełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

### **Przykład II**

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wylączarki, temperatura mieszania wynosiła 220°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 4 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 1% wag. Microsilica, stosując w tym celu 0,1 kg koncentratu oraz 4,9 kg iPP, w procesie wylączania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 240°C, otrzymano ziarna o wielkości 4 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 1% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiosełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

### **Przykład III**

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wylączarki, temperatura mieszania wynosiła 210°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 3 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 5% wag. Microsilica, stosując w tym celu 0,5 kg koncentratu oraz 4,5 kg iPP, w procesie wylączania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 230°C, otrzymano ziarna o wielkości 3 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 5% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiosełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

### **Przykład IV**

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wylączarki, temperatura mieszania wynosiła 220°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 4 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 10% wag. Microsilica, stosując w tym celu 1 kg koncentratu oraz 4 kg iPP, w procesie wylączania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 240°C, otrzymano ziarna o wielkości 4 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 10% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiosełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

### **Przykład V**

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wylączarki, temperatura mieszania wynosiła 210°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 3 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 20% wag. Microsilica, stosując w tym celu 2 kg koncentratu oraz 3 kg iPP, w procesie

wytłaczania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 230°C, otrzymano ziarna o wielkości 3 mm, Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 20% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiósełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

#### Przykład VI

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wytłaczarki, temperatura mieszania wynosiła 220°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 4 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 30% wag. Microsilica, stosując w tym celu 3 kg koncentratu oraz 2 kg iPP, w procesie wytłaczania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 240°C, otrzymano ziarna o wielkości 4 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 30% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiósełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

#### Przykład VII

5 kg izotaktycznego polipropylenu (iPP) poddano procesowi homogenizacji ze 100% wagowymi Microsilica (5 kg) o uziarnieniu poniżej 40 mikrometrów przy użyciu wytłaczarki, temperatura mieszania wynosiła 210°C. Wytworzony kompozyt rozdrobniono otrzymując ziarna o wielkości 4 mm. Następnie koncentrat o zawartości 50% wag. napełniacza rozcieńczono izotaktycznym polipropylenem do stężenia 40% wag. Microsilica, stosując w tym celu 4 kg koncentratu oraz 1 kg iPP, w procesie wytłaczania z granulacją, temperatura głowicy wynosiła 230°C, otrzymano ziarna o wielkości 3 mm. Kompozyty, w postaci granulatu, o zawartości 40% wag. Microsilica poddano przetwórstwu w procesie wtryskiwania. Wytworzono wiósełka pomiarowe zgodne z obowiązującą normą (typ 1A), które posłużyły do oceny podstawowych parametrów mechanicznych, testów starzeniowych oraz oceny zmiany barwy, co zostało przedstawione w tabelach 3–8. W tabeli 2 zestawiono zawartość napełniacza w badanych próbkach.

#### Wyniki badań

Tabela 2. Zawartości napełniacza Microsilica w badanych próbkach.

Nazwa próbki	Zawartość modyfikatora [%]
Próbka A	0,1
Próbka B	1
Próbka C	5
Próbka D	10
Próbka E	20
Próbka F	30
Próbka G	40

Tabela 3. Moduł Younga.

	Moduł Younga [MPa] 0h	Moduł Younga [MPa] 500h komora UV	Moduł Younga [MPa] 1000h komora UV
Próbka A	1942,06	1794,13	1701,43
Próbka B	1885,62	1761,83	1873,89
Próbka C	1748,51	1616,02	1667,21
Próbka D	2080,29	1996,65	1917,10
Próbka E	2448,92	2328,91	2341,81
Próbka F	2945,60	3396,73	2974,68
Próbka G	3567,86	2807,38	3555,46

Tabela 4. Obciążenie przy maksymalnej wytrzymałości na rozciąganie.

	Obciążenie [N] 0h	Obciążenie [N] 500h komora UV	Obciążenie [N] 1000h komora UV
Próbka A	1459,58	1089,17	771,73
Próbka B	1449,36	1175,58	684,81
Próbka C	1366,50	1232,68	1194,42
Próbka D	1317,83	1236,53	1183,86
Próbka E	1215,84	1174,30	1143,38
Próbka F	1139,20	1145,52	1083,58
Próbka G	1086,54	1107,09	942,17

Tabela 5. Naprężenie przy maksymalnej wytrzymałości na rozciąganie.

	Odkształcenie [%] 0h	Odkształcenie [%] komora UV 500h	Odkształcenie [%] komora UV 1000h
Próbka A	37,75	28,03	20,48
Próbka B	37,55	30,02	27,67
Próbka C	35,20	30,99	31,50
Próbka D	33,94	31,65	30,57
Próbka E	31,35	29,80	29,33
Próbka F	29,21	21,25	28,57
Próbka G	28,33	28,04	24,84

Tabela 6. Odkształcenie przy maksymalnej wytrzymałości na rozciąganie.

	Odkształcenie [%] 0h	Odkształcenie [%] komora UV 500h	Odkształcenie [%] komora UV 1000h
Próbka A	5,78	3,28	2,18
Próbka B	6,20	4,05	1,34
Próbka C	6,29	5,15	4,90
Próbka D	4,58	3,66	3,88
Próbka E	2,86	2,72	2,67
Próbka F	1,87	0,89	1,75
Próbka G	1,23	1,85	1,02

Tabela 7. Odporność na promieniowanie UV – badanie zmiany barwy (w odniesieniu do próbek nienarażonych na promieniowanie UV).

Nazwa próbki	$\Delta E$ 100h komora UV	$\Delta E$ 500h komora UV	$\Delta E$ 1000h komora UV
Próbka A	18,68	24,13	19,18
Próbka B	0,87	5,36	3,69
Próbka C	3,14	7,45	7,01
Próbka D	2,84	6,50	3,38
Próbka E	3,56	7,40	5,78
Próbka F	2,86	4,91	3,30
Próbka G	5,65	4,02	2,94

Tabela 8. Twardość Shore'a D.

	Twardość po 0h [°]	Twardość po 500h w komorze UV [°]	Twardość po 1000h w komorze UV [°]
Próbka A	70	67	63
Próbka B	69	66	64
Próbka C	70	67	64
Próbka D	69	67	73
Próbka E	72	70	71
Próbka F	74	74	74
Próbka G	75	72	75

Możliwości zastosowania nowych materiałów kompozytowych determinują przede wszystkim ich właściwości mechaniczne, do których zalicza się wytrzymałość przy statycznym rozciąganiu, określona

dla próbki referencyjnej oraz wszystkich wytworzonych kompozytów PP zawierających Microsilica. Analizując otrzymane wyniki badań zauważono, że wprowadzenie Microsilica do osnowy polipropylenowej wpływa na wzrost modułu sprężystości wzdłużnej kompozytów w stosunku do próbki referencyjnej. Moduł Younga wzrasta także wraz ze wzrostem ilości napełniacza w strukturze polimerowej. Dla kompozytów zawierających 10% wag. stosowanego napełniacza notuje się wzrost Et o ok. 7,12% w stosunku do PP; dla materiałów zawierających 40% wag. napełniacza już o ok. 83,72%. Otrzymane wyniki badań wskazują zatem, że zastosowanie jako napełniacza komercyjnego polipropylenu, Microsilica wykazuje charakter analogiczny do typowych napełniaczy proszkowych – działają jak klasyczne materiały wzmacniające, zwiększające sztywność wyrobów kompozytowych. Z aplikacyjnego punktu widzenia odnotowane zjawisko wzrostu modułu sprężystości wzdłużnej jest efektem bardzo pożądanym.

Narażenie próbek na promieniowanie UV przez 500 oraz 1000 godzin spowodowało spadek właściwości wytrzymałościowych dla większości badanych próbek, natomiast zaobserwowano wzrost wartości modułu Younga o 15% dla próbki zawierającej 30% napełnienia w porównaniu z próbką przed narażeniem na promieniowanie UV. Dla próbek zawierających 30 i 40% wag. Microsilica zauważalny jest wzrost maksymalnego obciążenia o odpowiednio 0,5% i 2%.

Badanie twardości jest nieodłącznym elementem w procesie określenia właściwości mechanicznych otrzymanego materiału kompozytowego. Analiza otrzymanych wyników badań wykazała, że zastosowanie Microsilica jako napełniacza do komercyjnego polipropylenu wpływa na wzrost twardości kompozytu w odniesieniu do próbki bez dodatku napełniacza. Przykładowo, wartość twardości dla polipropylenu wynosi  $65 \pm 1^\circ \text{Sh}'\text{D}$ . Dla materiałów kompozytowych o zawartości 10 i 40% wag. Microsilica wynosi odpowiednio  $69 \pm 1^\circ \text{Sh}'\text{D}$  i  $75 \pm 1^\circ \text{Sh}'\text{D}$ . Zatem twardość kompozytów wzrasta wraz ze wzrostem stężenia napełniacza w nim zawartego. Dla próbki o zawartości 10% wag. napełniacza wartość twardości wzrosła o około 6,2%, a dla kompozytu zawierającego 40% wag. Microsilica o 15,4% w odniesieniu do próbki referencyjnej.

Badanie zmiany barwy jest nieodłącznym elementem badań starzeniowych z wykorzystaniem promieniowania UV. Analiza wykazała zwiększoną odporność materiałów kompozytowych na promieniowanie UV w porównaniu do niemodyfikowanego PP. Efekt poprawy odporności materiałów kompozytowych na działanie promieniowania UV wynika z zawartości węgla w zakresie 0,2–5,0% oraz  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w zakresie 0,1–3,0%. Charakteryzują się one silną absorpcją promieniowania UV, tym samym zabezpieczają materiał osnowy (iPP) przed jego wnikaniem w głąb próbki oraz degradowaniem polipropylenu.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Kompozyt termoplastycznych polimerów propylenu z odpadowym pyłem lotnym mikrokrzemionkowym jako napełniaczem, **znamienny tym**, że posiada osnowę polipropylenową (iPP), która stanowi homopolimer albo kopolimer propylenu, albo/i ich mieszaniny, albo/i ich recyklaty oraz napełniacz, który stanowi odpadowy pył lotny mikrokrzemionkowy w ilości 0,1–40% wag. w odniesieniu do polipropylenu, zawartości  $\text{SiO}_2$  w zakresie 60–85%, C w zakresie 0,2–5,0%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w zakresie 0,1–3,0% oraz pozostałym składzie chemicznym zawartym w %: 15,29 CaO; 0,65 MnO; 1,82 MgO; 0,50  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,63  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 1,30  $\text{Li}^+$ ; 0,23 Cl<sup>-</sup>; gęstości  $654,86 \text{ kg/m}^3$ ; 0,96 ekw.  $\text{Na}_2\text{O}$  i wielkości ziaren w zakresie od 0,01 do 100  $\mu\text{m}$ .
2. Sposób wytwarzania kompozytu określonego zastrzeżeniem 1, **znamienny tym**, że izotaktyczny polipropylen (iPP) poddaje się procesowi homogenizacji ze 100% wag. pyłu lotnego mikrokrzemionkowego w stosunku do iPP, o uziarnieniu poniżej 40  $\mu\text{m}$  za pomocą wyciarkarki w temperaturze mieszania 210–220°C, do uzyskania kompozytu, następnie wytworzony kompozyt rozdrabnia się do wielkości ziaren w zakresie 3–4 mm, po czym w procesie wyciarkania z granulacją do kompozytu dodaje się izotaktyczny polipropylen w ilości do uzyskania stężeń 0,1; 1; 5; 10; 20; 30 i 40% wag. pyłu lotnego mikrokrzemionkowego, przy temperaturze głowicy w zakresie 230–240°C, po czym otrzymany kompozyt w postaci granulatu o wielkości ziaren 3–4 mm poddaje się w znany sposób procesowi wtryskiwania do uzyskaniażądanego wyrobu.