

SYNTHETIC FILTRATING FIBROUS FOR CLEANING ENGINES OIL

Zofia Podsiadła-Bulsa, Andrzej Michalczewski

*Politechnika Radomska, Wydział Mechaniczny
Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn
Chrobrego Street 45, 26-600 Radom, Poland
tel.: +48 48 3617655
e-mail: zofia.bulsai@pr.radom.pl*

Paweł Wcisło, Jolanta Kałużka

*Instytut Włókiennictwa
Brzezińska Street 5/15, 26-600 Łódź, Poland
tel.: +48 42 6163180
e-mail: wcislo@mail.iw.lodz.pl*

Abstract

Growth of engine performance causes also growth of engine thermal and mechanical loads, that causes the universal application of synthetic engine lubricating oils. On the engine failure-free performance and durability decides, among others, the course of the filtration process, accordant with the rules. The one of the methods to support pollution filtration abilities in engine oil is the application on filtration element the materials with the smaller susceptibility on thermal and chemical degradation. This paper presents a trends in development cars filters and new generation filter medium of polymers: phenylene polysulfide and tetrabutylene polyester, which can be used for creating an unwoven fabrics in the melt blown technology. This polymers characterise a high temperature resistance up 220°C. Authors are going to use them for creating filter medium for cleaning engines oil. The „melt blown” manufacturing technique permits for the obtainment of the nonwovens from the polymers with parameters enabling application of them in engine filters construction. Nonwoven obtained by „melt blown” manufacturing process from the Fortron 0203HS and Borflow HL 504 FB mixture of polymers in relationship 50%/50% has filtration parameters permitting its application in construction of oil filters. The semi-technical tests of manufacturing nonwoven from polybutylene terephthalate (Celanex) will be repeated - the results of laboratory tests permitted one to suppose, that this polymer will also prove correct to the oil filters application.

Keywords: synthetic filtrating (filter) fibrous, melt-blown method

SYNTETYCZNE WŁÓKNINY DO OCZYSZCZANIA OLEJU SILNIKOWEGO

Streszczenie

Wzrost osiągnięć silników powoduje również wzrost obciążeń cieplnych i mechanicznych, co powoduje powszechne stosowanie syntetycznych olejów silnikowych. O bezawaryjnej pracy i trwałości silnika decyduje m.in. prawidłowy przebieg procesu filtracji. Jednym ze sposobów utrzymania zdolności do filtrowania zanieczyszczeń w oleju silnikowym jest zastosowanie na przegrodę filtracyjną materiałów o mniejszej podatności na degradację termiczną i chemiczną. W artykule zaprezentowano możliwości uzyskania struktur filtracyjnych z polimerów techniką rozdmuchu polimerów. Pozwala ona na wytwarzanie włóknin z tworzyw odpornych na temperaturę do 220°C (np. polisilarszek fenylenu i politereftalanu butylenu), co pozwala na otrzymanie materiału filtracyjnego do oczyszczania oleju silnikowego. Technika „melt blown” pozwala na uzyskanie z polimerów włóknin o parametrach umożliwiających aplikację w budowie filtrów silnikowych. Włóknina uzyskana techniką „melt blown” z mieszaniny polimerów Fortron 0203HS i Borflow HL 504 FB w stosunku 50%/50% posiada parametry filtracyjne pozwalające na zastosowanie jej w budowie filtrów oleju. Powtórzone zostaną próby półtechniczne wytwarzania włóknin z politereftalanu butylenu (Celanexu) - wyniki prób laboratoryjnych pozwalały przypuszczać, że polimer ten również sprawdzi się w aplikacji do filtrów oleju.

Słowa kluczowe: syntetyczne włókniny filtracyjne, technika pneumatyczna (melt blown)

1. Wprowadzenie

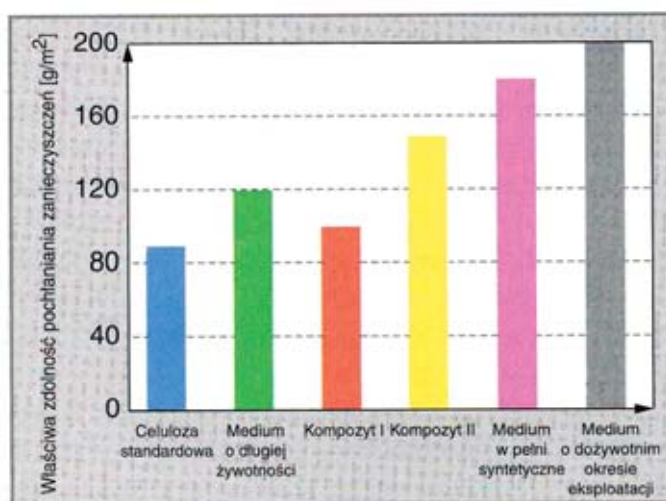
Wraz z postępowaniem technicznym wzrastają osiągi współczesnych silników samochodowych. Przy tej samej pojemności skokowej rozwijają moc i moment obrotowy większy o ok. 30% niż konstrukcje sprzed lat dwudziestu. Szczególnie duże zwiększenie osiągnięć obserwujemy w silnikach o zapłonie samoczynnym - moc rozwijana z jednostki pojemności jest porównywalna z silnikami o zapłonie iskrowym, a rozwijany moment obrotowy znacznie wyższy. Wzrost osiągnięć silników powoduje również wzrost obciążeń cieplnych i mechanicznych, co powoduje powszechne stosowanie syntetycznych olejów silnikowych. O bezawaryjnej pracy i trwałości silnika decyduje m.in. prawidłowy przebieg procesu filtracji.

Współczesnym filtrom oleju stawiane są następujące wymagania:

- wysoki stopień separacji zanieczyszczeń,
- duża chłonność zanieczyszczeń (powszechna tendencja do wydłużania okresów serwisowych filtrów),
- odporność chemiczną na oleje silnikowe,
- odporność termiczna (rzędu 140°C),
- stabilność pulsacyjna (nie powinny przepuszczać zanieczyszczeń w warunkach dynamicznych),
- duża powierzchnia filtracyjna na możliwie małej przestrzeni (ograniczona powierzchnia montażu filtra w nowoczesnym samochodzie).

Ponadto nowoczesny filtr lub wymienny wkład filtracyjny powinien posiadać konstrukcję umożliwiającą jego użycie w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego.

Nadal podstawowym medium filtracyjnym są celulozowe papiery filtracyjne. Posiadają one doskonałe zdolności filtracyjne, jednak w podwyższonych temperaturach i agresywnym środowisku (oleje na bazie syntetycznej są bardziej aktywne chemicznie niż oleje mineralne) ich wytrzymałość mechaniczna szybko zmniejsza się i stosunkowo szybko osiąga poziom, przy którym papier ulega rozerwaniu (zwłaszcza na grzbietach plis) i filtr przestaje pełnić swoją rolę. Jednym ze sposobów utrzymania zdolności do filtrowania zanieczyszczeń w oleju silnikowym jest zastosowanie na przegrodę filtracyjną materiałów o mniejszej podatności na degradację termiczną i chemiczną. Autorzy artykułu podjęli próbę wytworzenia włókniny, z odpornych na wysokie temperatury, na bazie polimerów: polisiarczu fenylenu i politereftalanu butylenu. Inną konsekwencją zastosowania przegród filtracyjnych z polimerów jest wydłużenie czasu ich pracy wynikające z większej zdolności do zatrzymywania zanieczyszczeń (Rys. 1) - w przypadku samochodów osobowych nawet do ok. 50 tys. km.



Rys. 1. Porównanie zdolności zatrzymywania zanieczyszczeń przez różne materiały filtracyjne [1]

Fig. 1. Contaminations absorption of different filter media [1]

2. Tworzywa syntetyczne na przegrody filtrów silnikowych

Materiałami objętościowochłonnymi coraz powszechniej stosowanymi do budowy filtrów silnikowych są włókniny syntetyczne. Ich własności filtracyjne zależą nie tylko od metod wytwarzania, ale także od surowców (zwykle są to wielkocząsteczkowe związki polimerowe) na bazie, których włókniny te są formowane. Rodzaj stosowanego polimeru determinuje m.in. takie własności wytwarzanych materiałów, jak:

- chemiczna i termiczna odporność,
- elastyczność,
- zdolność do barwienia,
- zwilżalność.

Najczęściej proponowanym polimerem do formowania włókien filtracyjnych jest polipropylen, przede wszystkim ze względu na jego niską cenę [2, 4] i dobre właściwości przetwórcze (hydrofobowość, niski ciężar cząsteczkowy, niska polimolekularność). W Polsce dostępne są homo- i kopolimery o różnym wskaźniku płynięcia MFR (im wyższa wartość tego wskaźnika, tym polimer lepiej się przerabia ww. technikami). Oprócz ww. typów polipropylenów do formowania włókien filtracyjnych mogą być także zastosowane inne poliolefiny o wysokich wskaźnikach płynięcia, np. kopolimery typu propylen-etylen-butylen lub butylen-etylen, propylen-etylen.

W ostatnich latach firma Ticona (USA) zaproponowała szereg polimerów (polisarczek fenylenu PPS, kopolimer cykloolefinowy COC, termoplastyczny poliester PBT, kopolimer poliksymetyleny POM, elastomer poliestrowy TPE-E) które charakteryzują się właściwościami chemicznymi i reologicznymi pozwalający na ich zastosowanie jako surowiec bazowy do formowania włókien filtracyjnych.

Biorąc pod uwagę wartości wskaźnika płynięcia polimerów, odporność na wysokie temperatury spośród ww. tworzyw firmy Ticona do prób technologicznych na przegrody filtrów samochodowych autorzy wytypowali: termoplastyczny poliester PBT i polisarczek fenylenu PPS.

Tab. 1. Polimery firmy Ticona do przetwórstwa techniką „melt-blown”
Tab. 1. Polymers Ticona to melt blown technology

Lp.	Rodzaj polimeru	Nazwa handlowa
1.	termoplastyczny poliester (PBT)	Celanex 2008
2.	polisarczek fenylenu (PPS)	Fortron O203HS
3.	elastomer poliestrowy (TPE-E)	Riteflex
4.	kopolimer poliksymetyleny (POM)	Hostoform

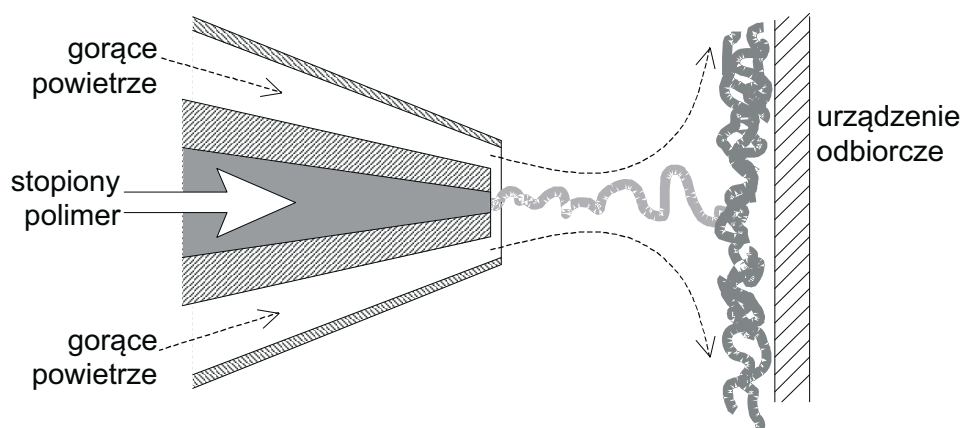
W ostatnich latach prowadzone są także badania nad zastosowaniem termoplastycznego poliuretanu (TPU) jako surowca do wytwarzania materiałów porowatych techniką „melt blown”. Polimer ten pozwala uzyskiwać włókna o grubości 2-6 μm , a uformowane z niego włókniny charakteryzują się wysoką odpornością chemiczną i termiczną oraz dobrą wytrzymałością mechaniczną (zginanie, ścieranie, przepuklenie). Aktualnie badania z tym polimerem są prowadzone na Uniwersytecie w Tennessee (USA) [3] i koncentrują się na optymalizacji warunków przetwórstwa procesu przetwarzania, tak by były akceptowalne dla wprowadzenia tego tworzywa na szeroką skalę do produkcji włókien filtracyjnych.

3. Pneumotermiczna technika wytwarzania syntetycznych włókien filtracyjnych

Technika pneumotermiczna znana w literaturze pod nazwą „melt blow” jest etapowym procesem wytwarzania włókien syntetycznych, zbudowanych w zależności od zastosowanej dyszy

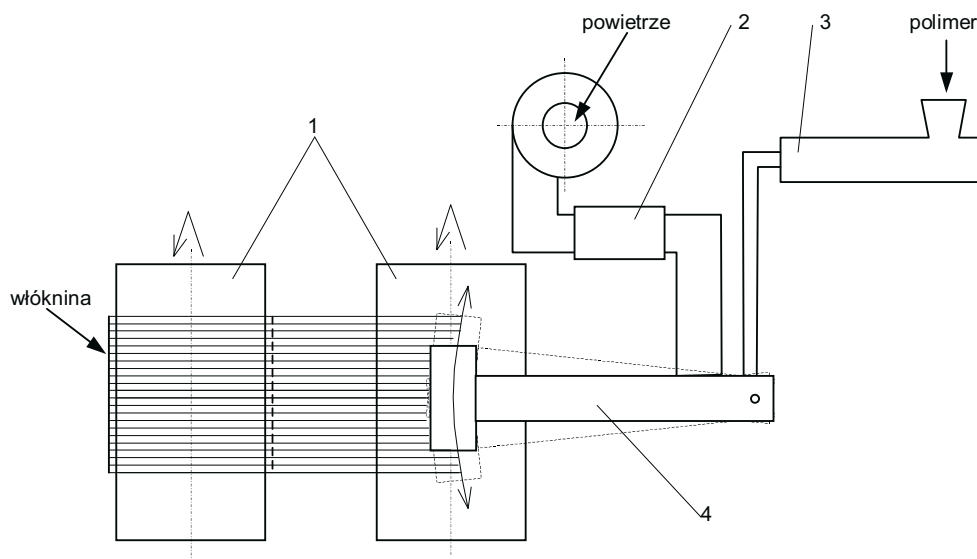
rozwłókniającej z włókien o różnej grubości. Została zapoczątkowana w latach 50-tych w USA, a szczególnie szybki rozwój przypada na lata 90-te. Obecnie na świecie stosowana jest także do tworzenia nanowłókien. Na ogół jednak włókna melt blown są o grubości rzędu 5 μm [6].

Technika pneumatyczna polega na rozdmuchu stopionego polimeru włóknotwórczego strumieniem gorącego powietrza. Stopiony polimer wytłaczany jest poprzez specjalne dysze polimerowo-powietrzne i w strumieniu powietrza ulega rozpadowi na cienkie i krótkie włókienka, które są kładzione na powierzchni urządzenia odbiorczego. Lepkie i plastyczne włókienka sklejają się ze sobą, zapewniając tworzącej się włókninie odpowiednią wytrzymałość. Schemat procesu wytwarzania włókniny tą metodą przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2. Wytwarzanie włókniny metodą pneumatyczną (melt blown)
Fig. 2. The diagram of melt blown technology

Schemat urządzenia do wykonywania włókniny na skalę półtechniczną przedstawia Rys. 3.



Rys. 3. Schemat urządzenia do wytwarzania włóknin metodą pneumatyczną: 1 - urządzenie odbiorcze, 2 - nagrzewnica powietrza, 3 - wylączarka, 4 - głowica z zespołem dysz rozwłókniających
Fig. 3. The scheme of the melt blown unit : 1 - collector, 2 - air heater, 3 - extruder, 4 - spinning head

Technika pneumatyczna umożliwia uzyskanie włókniny w szerokim zakresie parametrów takich jak: gęstość upakowania, masa powierzchniowa, grubość włókniny, grubość pojedynczych włókien, wielkość otworów międzywłókiennych. Ta różnorodność parametrów charakteryzujących wytwarzane materiały włókniste pozwala sądzić, że mogą być one bardzo szeroko zastosowane. Ponadto stwierdzono, że zasadniczo wszystkie termoplastyczne polimery mogą być stosowane jako surowiec w technice „melt blown” [3].

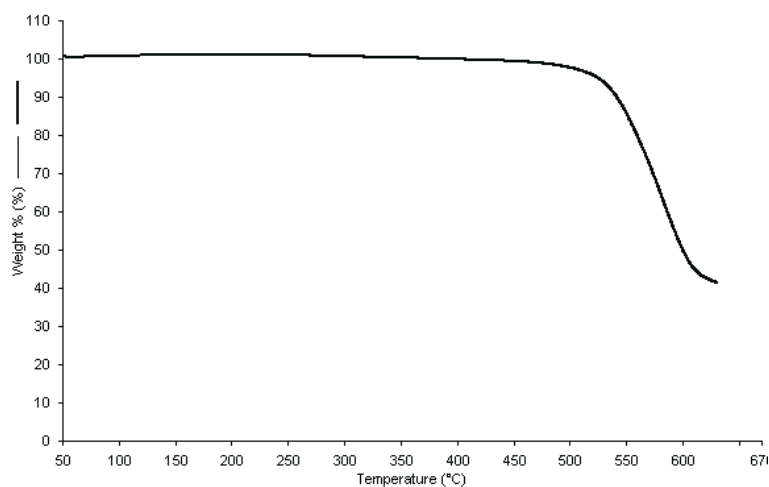
Najważniejszym jednak parametrem polimeru decydującym o efektywności rozwłóknienie jest jego lepkość w stanie stopionym. Miernikiem tego parametru jest tzw. wskaźnik płynięcia. Im jest on wyższy, tym niższą lepkość osiąga dany polimer po stopieniu i tym łatwiej przetwarza się ww. techniką [4].

Innymi parametrami mającymi wpływ na parametry wytworzonego materiału włóknistego są:

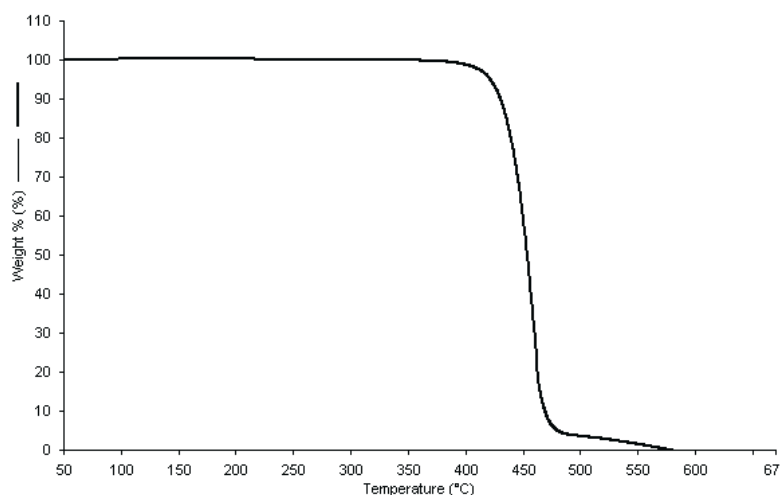
- temperatura i wydatek sprężonego powietrza,
- warunki odbioru materiału,
- wydatek polimeru z pojedynczego otworu dyszy rozwłókniającej,
- temperatura stopionego polimeru.

4. Syntetyczne włókniny na filtry oleju

W ramach realizacji projektu zamawianego wykonano na urządzeniu dostępnym w Instytucie Włókiennictwa próby półtechnicznego wytwarzania włókien na filtry oleju na bazie polimerów Fortron i Celanex. Wybór tych polimerów wynikał z ich dużej odporności termicznej (Rys. 4-5).



Rys. 4. Termogram dla polimeru Fortron 0203HS
Fig. 4. Polymers Fortron 0203HS thermograph



Rys. 5. Termogram dla polimeru Celanex 2008
Fig. 5. Polymers Celanex 2008 thermograph

Podczas próby laboratoryjnej czysty Fortron źle się przetwarzał, dlatego zdecydowano, że w próbach półtechnicznych włókninę będzie się wytwarzać z mieszaniny Fortronu 0203HS i Borflow HL 504 FB. Niestety, nie uzyskano zadowalających wyników próby wytwarzania

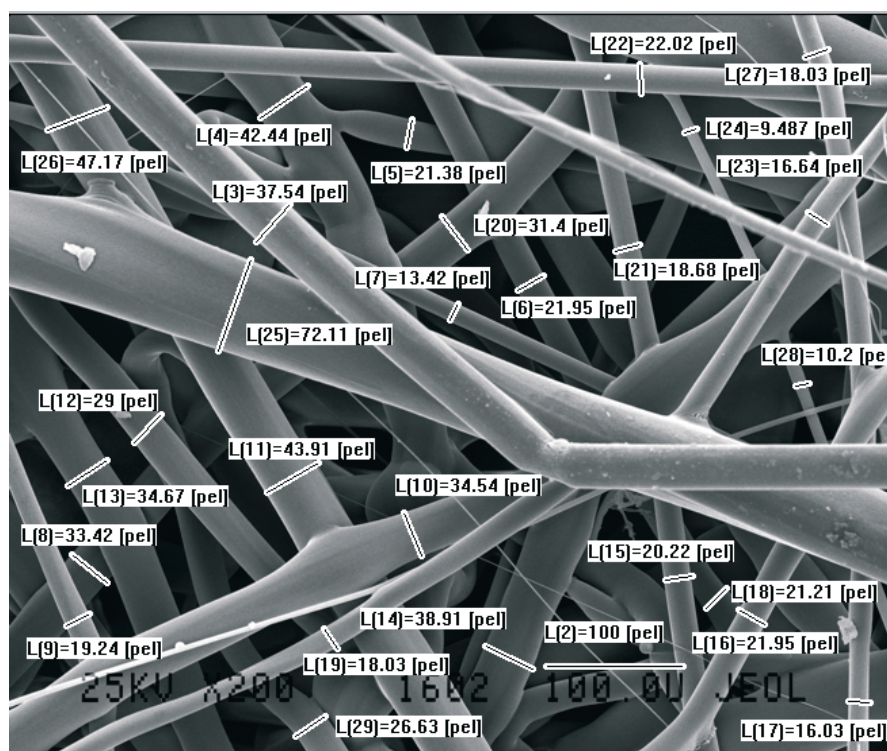
włóknin na bazie polimeru Celanex, chociaż struktury uzyskane w czasie wykonywania prób laboratoryjnych były wielce obiecujące. Podjęte zostaną ponownie próby uzyskania użytecznych włóknin na bazie tego polimeru.

W Tab.2 zestawiono parametry filtracyjne wybranych włóknin i podano przykładowe zastosowanie.

Tab. 2. Parametry filtracyjne włóknin uzyskanych na bazie Fortronu 0203HS i Borflow HL 504 FB
Tab. 2. Parameters of the unwoven fabrics from mixture the polymers Fortron 0203HS i Borflow HL 504 FB

Skład mieszaniny polimerów	Nr próbki	Przepuszczalność $\text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$	Średnica pory przeciętnej μm	Grubość mm	Gramatura g/m^2	Proponowane zastosowanie
Fortron 25% Borflow 75%	I	680	81,7	0,62	210	powietrze wysokozapylone
	II	940	81,2	0,59	220	powietrze
	IV	270	53,5	0,61	220	paliwo
Fortron 50% Borflow 50%	IIIa	360	63,9	0,62	230	olej silnikowy

Wykonano również zdjęcia mikroskopowe włókniny oznaczonej symbolem IIIa – wg autorów nadającej się na przegrodę filtracyjną filtrów oleju (Rys. 6).



Rys. 6. Zdjęcie mikroskopowe struktury materiału na przegrody filtracyjne filtrów oleju silnikowego (mieszanka polimerów Fortron 0203HS i Borflow HL 504 FB w stosunku 50%/50%)

Fig. 6. Micro photo of structure filtration fibrous for cleaning engine oil (Fortron 0203HS/Borflow HL 504 FB 50%/50%)

Włóknina oznaczona symbolem IIIa posiada parametry filtracyjne charakteryzujące przegrody filtrów oleju. Wykonane badania mikroskopowe również pozwalają przypuszczać, że chłonność uzyskanej struktury będzie nie gorsza niż papierów filtracyjnych. Widoczna na zdjęciu struktura

składa się z włókien o szerokim spektrum średnic, również widocznych jest wiele punktów połączeń włókien, co zapewnia stabilność włókniny i ogranicza możliwość wzajemnego przemieszczania się pojedynczych włókien.

5. Wnioski

1. Technika „melt blown” pozwala na uzyskanie z polimerów włóknin o parametrach umożliwiających aplikację w budowie filtrów silnikowych.
2. Włóknina uzyskana techniką „melt blown” z mieszaniny polimerów Fortron 0203HS i Borflow HL 504 FB w stosunku 50%/50% posiada parametry filtracyjne pozwalające na zastosowanie jej w budowie filtrów oleju.
3. Powtórzone zostaną próby półtechniczne wytwarzania włóknin z politereftalanu butylenu (Celanexu) - wyniki prób laboratoryjnych pozwalały przypuszczać, że polimer ten również sprawdzi się w aplikacji do filtrów oleju.

Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego zamawianego PW-004/08/2006/7/UW-2006.

Literatura

- [1] Durst, M., Klein, G.-M., Moser, N., *Filtracja w pojazdach samochodowych. Podstawy i przykłady filtracji powietrza, oleju i paliwa*, Verlag moderne industrie, Monachium 2002.
- [2] Hee, Ju, Yoo, *PP(HOMO) Resins for SB&MB Applications*, III TANDEC Conference, University of Tennessee, Knoxville, USA 1993.
- [3] Lee, Y.E., Wadsworth, L. C., *Process properly studies of melt blown thermoplastic polyurethane polymers for protective apparel*.
- [4] Smorada, R., *Spunbonded and Melt Blown Nonwovens*, The Basics. Nonwovens Industry, 10, 48, 1996.
- [5] Wadsworth, L., Malkon, S., *A review on melt blowing technology*, International Nonwovens Bulletin (INB), Nonwovens 246-252, 1991.
- [6] Ward, G., *Nanofibres: media at the nanoscale*, Filtration and Separation, September 2005.

