

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240012**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **427544**

(22) Data zgłoszenia: **25.10.2018**

(51) Int.Cl.

C10M 171/00 (2006.01)

C10M 169/04 (2006.01)

C10M 111/04 (2006.01)

C10N 20/00 (2006.01)

(54) **Syntetyczny preparat smarowy do silników spalinowych najnowszych generacji,
stosowanych zwłaszcza w samochodach osobowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.05.2020 BUP 10/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

07.02.2022 WUP 06/22

(73) Uprawniony z patentu:

**INTER - GLOBAL SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Stary Staw, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PAWEŁ NOWAK, Ostrów Wielkopolski, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Barbara Urbańska-Łuczak

PL 240012 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest syntetyczny preparat smarowy do silników spalinowych najnowszych generacji, stosowanych zwłaszcza w samochodach osobowych, wyposażonych zarówno w silniki o zapłonie iskrowym, jak również w silniki o zapłonie samoczynnym, mający zastosowanie w szczególności w samochodach osobowych poruszających się w warunkach miejskich, pokonujących stosunkowo krótkie odległości i z tego powodu pracujących zazwyczaj poniżej zalecanej temperatury roboczej silnika. Dziedzinę techniki stanowią preparaty smarowe i oleje silnikowe oraz sposoby ich wytwarzania.

W stanie techniki znane są różne preparaty smarowe oraz oleje stosowane do smarowania silników spalinowych.

Z opisu patentowego numer PL 206278 znany jest preparat smarowy przeznaczony do smarowania silników zawierający od 30,0 do 80,0 części masowych mineralnych olejów podstawowych o lepkości kinematycznej 4 do 30 mm²/s w temperaturze 100°C i 10,0 do 50,0 części masowych polibutenów o lepkości kinematycznej 10 do 90 mm²/s w temperaturze 100°C 3,0 do 10 części masowych pakietu dodatków uszlachetniających zawierających dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci polibutenobursztynoidów i/lub polibutenobursztynoidoamidów w mieszaninie ze związkami metalicznymi wapnia zawartymi w kompozycji smarowej i związkami przeciwpiennymi, depresatorami i 1,0 do 40,0 oraz 5,0 do 20,0 części masowych wielofunkcyjnej kompozycji dodatków, typowych dla określonego zastosowania preparatu.

W opisie patentowym PL 161725 ujawniono olej silnikowy do smarowania silników z zapłonem iskrowym i/lub samoczynnym zawiera 95,0 do 80,0 części wagowych olejów bazowych zestawionych z olejów podstawowych o lepkości kinematycznej 5 do 30 mm²/s w temperaturze 100°C, uszlachetnionych modyfikatorami lepkości i/lub modyfikatorami lepkości o własnościach dyspergujących, depresatorami i ewentualnie związkami przeciwpiennymi i 5,0 do 20,0 części wagowych kompozycji smarowej, zawierającej dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci związków metalicznych wapnia w mieszaninie z polibutenobursztynoidami i/lub polibutenobursztynoestrami, ditiofosforanami cynku i/lub pochodnymi fenolowymi z rodnikami butylowymi, zawierającymi węgiel trzeciorzędowy i/lub pochodnymi aminowymi, zawierającymi drugorzędowy lub trzeciorzędowy azot i kwasami i/lub bezwodnikami kwasu polibutenobursztynowego i/lub polipropylenobursztynowego i/lub polietylenobursztynowego o masie cząsteczkowej 200 do 2000.

Uniwersalny olej silnikowy opisany w patencie numer PL 166374 przeznaczony do smarowania silników z zapłonem iskrowym i/lub zapłonem samoczynnym, charakteryzuje się tym, że zawiera 95 do 80 części wagowych olejów bazowych uszlachetnionych modyfikatorami lepkości, depresatorami i 5 do 20 części wagowych pakietu dodatków uszlachetniających w skład którego wchodzi związki metaliczne wapnia i magnezu w postaci normalnych i/lub nadzasadowych wapniowych i magnezowych soli kwasu alkilosalicylowego, dyspergatory w postaci polibutenobursztynoidów i/lub polibutenobursztynoestrów, ditiofosforany cynku pochodne 0,0-diestrów kwasu ditiofosforowego, otrzymane z alkoholi pierwszorzędowych i drugorzędowych i/lub dodatki antyutleniające w postaci pochodnych fenolowych i/lub pochodnych aminowych.

Z opisu patentowego PL 179437 znany jest półsyntetyczny olej silnikowy zawiera 40,0 do 70,0 części masowych mineralnych olejów bazowych o lepkości kinematycznej 5 do 30 mm²/s w temperaturze 100°C uszlachetnionych modyfikatorami płynięcia, 10,0 do 30,0 części masowych polibutenów o średniej liczbowej masie cząsteczkowej do 1000 daltonów i lepkości kinematycznej 100 do 300 mm²/s w temperaturze 100°C, 5,0 do 30,0 części rozpuszczalnika o zakresie destylacji: początek wrzenia od 150°C, koniec wrzenia do 300°C i zawartości węglowodorów aromatycznych do 40% objętościowych oraz 5,0 do 10,0 części masowych kompozycji smarowej zawierającej dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci polibutenobursztynoidów, które są zawarte w kompozycji smarowej w ilości do 90,0 części masowych, w mieszaninie ze związkami metalicznymi wapnia, o zawartości w kompozycji smarowej w ilości 5,0 do 40,0 części masowych i/lub olejorozpuszczalnych polieterów zawartych w kompozycji smarowej w ilości do 30,0 części masowych.

Ujawniony natomiast w opisie patentowym PL 168983 olej silnikowy SG/CD o wysokich własnościach detergentowo-dyspergujących charakteryzuje się tym, że zawiera oleje mineralne i/lub syntetyczne i 5 do 25 części masowych wielofunkcyjnego pakietu dodatków uszlachetniających zawierającego zmodyfikowane dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci związków metalicznych wapnia w mieszaninie z wysokocząsteczkowymi polibutenobursztynoidami i/lub polibutenobursztynoestrami, ditiofosforanami cynku i/lub kwasami karboksylowymi o masie cząsteczkowej do 500.

Z opisu patentowego PL 170973 znany jest także olej silnikowy, który wchodzi w zakres ciekłych mieszanin smarowych, posiadających jako główne składniki estry proste i kompleksowe kwasów organicznych. Olej, stanowiący mieszaninę estrów trójmetylopropanu i pentaerytrytolu nasyconych kwasów tłuszczowych $C_5 \dots C_{10}$, uwodornionego poliizopropenu jako wiskozatora i znanego wielofunkcyjnego dodatku zawierającego związki wapnia, cynku, magnezu, fosforu, siarki i azotu, posiada dodatki zapobiegające hydrolizie i utlenianiu estrów: 4-hydroksy-N-fenyloanilinę w ilości od 0,02 do 0,10% wagowych oraz 2-merkaptobenzotiazol w ilości od 0,14 do 0,40% wagowych. Olej przeznaczony jest do stosowania w silnikach z odrębnym układem smarowania.

Znane ze stanu techniki są również sposoby wytwarzania olejów silnikowych.

Z opisu patentowego numer PL 163839 znany jest (57) sposób wytwarzania olejów silnikowych do smarowania, zwłaszcza silników z zapłonem samoczynnym, z olejów bazowych uszlachetnionych modyfikatorami lepkości, depresatorami i związkami przeciwpiennymi, który charakteryzuje się tym, że od 80,0 do 99,0 części masowych olejów bazowych zestawionych z olejów podstawowych o lepkości kinematycznej 5 do 30 mm^2/s w temperaturze 100°C, otrzymanych z frakcji ropy naftowej selektywnie rafinowanych, odparafinowanych, korzystnie hydorafinowanych, uszlachetnionych modyfikatorami lepkości, depresatorami i związkami przeciwpiennymi wprowadza się w temperaturze 60 do 80°C 1,0 do 20,0 części masowych, korzystnie 1,0 do 15,0 części masowych wielofunkcyjnej kompozycji smarowej, zawierającej dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci związków metalicznych wapnia w mieszaninie z ditiofosforanami cynku i polibutenobursztynoimidami i/lub polibutenobursztynoestrami i do 20,0 części masowych kwasów i/lub bezwodników kwasu polibutenobursztynowego i/lub polipropylenobursztynowego i/lub polietylenobursztynowego o masie cząsteczkowej 200 do 2000, korzystnie 250 do 1700, przy czym nośnikami wapnia są niskozasadowe i/lub nadzasadowe alkiloarylosulfoniany wapnia i/lub naftosulfoniany wapnia o współczynniku rezerwy alkalicznej 0,01 do 25,0 i zawartości przeciwjonu wapniowego 0,1 do 0,75 mola/kg użyte w ilości 2,0 do 50,0 części masowych, korzystnie 5,0 do 30,0 części masowych i/lub siarkowane normalne i/lub nadzasadowe alkilofenolany wapnia, w których stosunek zawartości metalu w rezerwie alkalicznej do zawartości metalu w normalnym siarkowanym fenolanie wapnia.

W opisie patentowym numer PL 175514 ujawniono natomiast sposób wytwarzania uniwersalnych olejów silnikowych polega na tym, że do 90,0 do 99,0 części masowych olejów bazowych zestawionych z olejów podstawowych o lepkości kinematycznej 4,0 do 32,0 mm^2/s w temperaturze 100°C, wprowadza się w temperaturze 60 do 80°C 1,0 do 10,0 części masowych wielofunkcyjnej kompozycji smarowej, zawierającej dodatki detergentowo-dyspergujące w postaci związków wapnia w ilości 2,0 do 30,0 części masowych i/lub siarkowane normalne i/lub wysokozasadowe alkilofenolany wapnia w ilości 1,0 do 50,0 części masowych w mieszaninie z ditiofosforanami cynku, które są pochodnymi 0,0-diestrów kwasu ditiofosforowego, w ilości 5,0 do 25,0 części masowych oraz polibutenobursztynoimidami i/lub polibutenobursztyno-imidoamidami użytymi w ilości 5,0 do 40,0 części masowych i/lub akoksylowanych alkilofenoli w ilości 0,1 do 1,0 części masowych.

Na rynku znanych jest wiele rodzajów olejów silnikowych różnych producentów, o różnych klasach lepkościowych, spełniających różne wymagania producentów określonych marek (modeli) samochodów. Oleje silnikowe najogólniej można podzielić m.in. na oleje mineralne (np. 15W40), półsyntetyczne (np. 10W40) oraz syntetyczne (np. 5W50). Jednym z problemów dotyczących olejów syntetycznych jest fakt, iż mogą zawierać one w formulacji również bazowy olej mineralny. Z tego powodu niektóre oleje syntetyczne, nie zapewniają maksymalnej ochrony silnika, natomiast w przypadku samochodów eksploatowanych głównie w warunkach miejskich – w znikomym stopniu wpływają na zużycie paliwa, nie pozwalając tym samym na osiągnięcie możliwych do osiągnięcia oszczędności. Dodatkowym problemem olejów silnikowych, w których bazę stanowi olej mineralny jest duże zagrożenie dla środowiska naturalnego w przypadku wycieków bądź katastrof podczas transportu oleju.

Rozwiązanie według wynalazku eliminuje problemy i niedogodności związane ze stosowaniem rozwiązań znanych ze stanu techniki.

Celem wynalazku było bowiem opracowanie preparatu smarowego o lepkości 5W30 charakteryzującego się możliwie najwyższym poziomem ochrony silnika oraz redukcji zużycia paliwa w samochodach wyposażonych także w systemy DPF lub trójdrożne katalizatory. Jednocześnie użyte składniki środka smarnego miały cechować się możliwie wysokim stopniem biodegradowalności. Preparat smarowy według wynalazku opracowano z myślą o samochodach pokonujących krótkie odległości i z tego powodu pracujących zwykle poniżej zalecanej temperatury roboczej silnika.

Istota wynalazku, którym jest syntetyczny preparat smarowy do zastosowania w silnikach spalinyowych najnowszych generacji, zwłaszcza samochodów osobowych, stanowiący mieszaninę komponentów, w skład której wchodzi m.in. oleje bazowe, wiskozator oraz dodatki uszlachetniające w odpowiednio dobranych proporcjach, polega na tym, że bazę olejową stanowią: bazowy olej syntetyczny będący mieszaniną ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB, którego to udział bazowego oleju syntetycznego w formulacji zawiera się w przedziale od 10% do 40%, najkorzystniej 25%, oraz bazowy olej syntetyczny PAO (polialfaolefiny) z grupy IV, którego udział w formulacji zawiera się w przedziale od 25% do 65%, najkorzystniej 45%, natomiast pozostałe składniki formulacji stanowią: organiczne modyfikatory tarcia, zawierające w swoich cząsteczkach jedynie atomy węgla C, tlenu O i wodoru H, o bardzo wysokiej masie cząsteczkowej zawierającej się w przedziale od 5.000 do 50.000 Daltonów, których to udział organicznych modyfikatorów tarcia w formulacji zawiera się w przedziale od 0,2% do 1%, najkorzystniej 0,6%, pakiet uszlachetniaczy, zawierający depresator, odpieniacz i nieorganiczne modyfikatory tarcia, o cząsteczkach o niskiej masie cząsteczkowej zawierającej się w przedziale od 250 do 500 Daltonów, gdzie udział pakietu uszlachetniaczy w formulacji zawiera się w przedziale od 10% do 18%, najkorzystniej 13,4%, oraz wiskozator, składający się z jądra wokół którego umieszczone są sprężyste ramiona polimeru o strukturze gwiazdy, którego to udział wiskozatora w formulacji zawiera się w przedziale od 12% do 20%, najkorzystniej 16%, przy czym lepkość bazowego oleju syntetycznego będącego mieszaniną ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB w 100°C wg ASTM D-445 wynosi 3,53 cSt, natomiast w 20°C wg ASTM D-445 zawiera się w przedziale od 41,4 do 54,1 cSt, a jego gęstość w 20°C wynosi 0,8641 g/cm³, dalej lepkość bazowego oleju syntetycznego PAO (polialfaolefiny) z grupy IV w 100°C wg ASTM D445 wynosi 4,1 cSt, natomiast lepkość w 40°C wg ASTM D445 wynosi 19 cSt, a temperatura płynięcia wg ASTM D97 wynosi -66°C, dalej lepkość organicznych modyfikatorów tarcia w 100°C wg ASTM D445 wynosi 360 cSt, natomiast w 40°C wg ASTM D445 lepkość wynosi 6.400 cSt, a gęstość mierzona w 20°C wg ASTM D4052 wynosi 980 kg/m³, dalej lepkość pakietu uszlachetniaczy, w 100°C wg ASTM D445 wynosi 162 cSt, natomiast w 40°C wg ASTM D445 lepkość wynosi 2642 cSt, a gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052 wynosi 946 kg/m³, dalej lepkość wiskozatora mierzona w 100°C wg ASTM D445 wynosi 259 cSt natomiast w 40°C lepkość mierzona wg ASTM D445 wynosi 3159 cSt, a gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052 wynosi 837,6 kg/m³.

Szczególnie korzystnym jest gdy bazowy olej syntetyczny stanowi mieszaninę ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB, gdzie zawartość ciężkiego alkilobenzenu HAB stanowi 96,8% natomiast zawartość liniowego alkilobenzenu LAB stanowi 3,2%.

Dodatkowo korzystnym jest gdy temperatura zapłonu bazowego oleju syntetycznego będącego mieszaniną ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 192°C, natomiast początkowa temperatura wrzenia wg ASTM D86 jest nie mniejsza niż 349°C.

Dodatkowo korzystnym jest gdy temperatura zapłonu oleju syntetycznego PAO (polialfaolefiny) z grupy IV, wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 220°C, natomiast temperatura płynięcia wg ASTM D97 korzystnie wynosi -66°C.

Również korzystnym jest gdy temperatura zapłonu organicznych modyfikatorów tarcia (3) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 269°C.

Korzystnym także jest gdy temperatura zapłonu pakietu uszlachetniaczy wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 110°C.

Ponadto korzystnym jest gdy temperatura zapłonu wiskozatora (5) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 216°C.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku osiągnięto następujące korzyści techniczno-użytkowe:

- zredukowanie tarcia związanego z pompowaniem nadmiernie gęstego oleju w niskich temperaturach co powoduje dodatkowe opory ruchu,
- zmniejszenie tarcia granicznego na styku metali poprzez zastosowanie organicznych modyfikatorów tarcia o wielkości cząsteczek od 5.000 do 50.000 Daltonów,
- osiągnięcie możliwie najwyższego poziomu redukcji zużycia paliwa w samochodach wyposażonych w systemy DPF i trójdrożne katalizatory, którego poziom zawiera się w granicach 2,84% do 5,36%,
- osiągnięcie wysokiego stopnia biodegradowalności w stosunku do olejów produkowanych na bazie olejów mineralnych.

Preparat smarowy opracowany według wynalazku stanowi zbalansowaną mieszaninę odpowiednio dobranych komponentów, w skład której wchodzi oleje bazowe, wiskozator oraz dodatki uszlachetniające w odpowiednio dobranych proporcjach. Kompozycja tej mieszaniny określająca skład jakościowy i ilościowy stanowi formułę produktu. Poszczególne elementy formuły zostały dobrane w taki sposób, aby charakteryzowały się synergizmem działania, dzięki czemu uzyskano redukcję zużycia paliwa, zwłaszcza w trakcie jazdy na krótkich odcinkach, czyli na nierozgrzanym silniku.

W przykładowym wykonaniu preparat smarowy według wynalazku stanowi olej silnikowy 5W30, którego formuła zawiera:

1. Bazowy olej syntetyczny 1 stanowiący mieszaninę ciężkiego alkilobenzenu HAB (96,8%) z liniowym alkilobenzenem LAB (3,2%). Udział w formuły: 25%.
2. Bazowy olej syntetyczny 2 PAO (polialfaolefiny) z grupy IV, którego zawartość w formuły wynosi 45%.
3. Organiczne modyfikatory tarcia 3 zawierające w swoich cząsteczkach jedynie atomy węgla C, tlenu O i wodoru H, o bardzo wysokiej masie cząsteczkowej, zawierającej się w przedziale od 5.000 do 50.000 Daltonów. Nazwa handlowa: Perfad 3006. Udział w formuły: 0,6%.
4. Pakiet uszlachetniaczy 4 zawierających depresator, odpieniacze i nieorganiczne modyfikatory tarcia, w postaci cząsteczek o niskiej masie cząsteczkowej o wielkości zawierającej się w przedziale od 250 do 500 Daltonów. Nazwa handlowa: Infineum 6080A. Udział w formuły: 13,4%.
5. Wiskozator 5 składający się z jądra, wokół którego umieszczone są sprężyste ramiona polimeru o strukturze gwiazdy. Nazwa handlowa: Infineum SV603. Zawartość w formuły: 16%.

Właściwości poszczególnych składników oleju według przykładu wykonania przedstawiono poniżej.

Właściwości bazowego oleju syntetycznego 1 stanowiącego mieszaninę ciężkiego alkilobenzenu HAB (96,8%) z liniowym alkilobenzenem LAB (3,2%):

- Kolor wg ASTM D-1500: 2,2
- Korozyjność płytki miedzianej wg ASTM D-130: 1a
- Zawartość siarki wg D-5453: poniżej 5 ppm
- Lepkość w +100°C wg ASTM D-445: 3,53 cSt
- Lepkość w +20°C wg ASTM D-445: 41,4 – 54,1 cSt
- Temp. zapłonu w ASTM D-93: +192°C
- Gęstość w +15°C: 0,8662 g/cm³
- Gęstość w +20°C: 0,8641 g/cm³
- Zakres temperatur wrzenia wg ASTM D86: od 349°C do 399°C

Właściwości bazowego oleju syntetycznego 2 PAO (polialfaolefiny) z grupy IV:

- Temperatura zapłonu wg ASTM D93: 220°C
- Lepkość w 100°C wg ASTM D445: 4,1 cSt
- Lepkość w 40°C wg ASTM D445: 19 cSt
- Temperatura płynięcia wg ASTM D97: -66°C

Właściwości organicznych modyfikatorów tarcia 3 – nazwa handlowa Perfad 3006:

- Liczba kwasowa wg ASTM D974: 1,2 mg KOH/g
- Barwa: Gardner poniżej 12 hazenów
- Gęstość mierzona w 20°C wg ASTM D4052: 980 kg/m³
- Temperatura zapłonu wg ASTM D93: 269°C
- Lepkość w 100°C wg ASTM D445: 360 cSt
- Lepkość w 40°C wg ASTM D445: 6.400 cSt

Właściwości pakietu uszlachetniaczy 4 zawierających depresator, odpieniacze i nieorganiczne modyfikatory tarcia – nazwa handlowa Infineum 6080A:

- Liczba zasadowa wg ASTM D2896: 54 mg KOH/g
- Zawartość boru wg ASTM D4951: 0,33% (m)
- Zawartość wapnia wagowo wg ASTM D4951: 1,11%
- Gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052: 946 kg/m³
- Temperatura zapłonu wg ASTM D93: 110°C

- Lepkość w 100°C wg ASTM D445: 162 cSt
- Lepkość w 40°C wg ASTM D445: 2642 cSt
- Zawartość azotu wg ASTM D5291: 0,90% (m)
- Zawartość fosforu wg ASTM D4951: 0,49% (m)

Właściwości wiskozatora – nazwa handlowa Infineum SV603:

- SSI (Wskaźnik odporności na ścieranie): 5
- Gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052: 837,6 kg/m³
- Temperatura zapłonu wg ASTM D93: 216°C
- Lepkość mierzona w 100°C wg ASTM D445: 259 cSt
- Lepkość mierzona w 40°C wg ASTM D445: 3159 cSt

Istotne przy tym jest, że wykorzystanie w formulacji bazowego oleju syntetycznego 1, stanowiącego mieszaninę ciężkiego alkilobenzenu HAB (96,8%) z liniowym alkilobenzenem LAB (3,2%), opisanego wzorem chemicznym przedstawionym na Fig. 1, co zapewnia najlepsze przestrzenne zorientowanie cząsteczek HAB względem organicznych modyfikatorów tarcia. Rozwiązanie to nie było dotychczas stosowane w olejach silnikowych.

Organiczne modyfikatory tarcia 3, nie zawierają związków fosforu P, siarki S, wapnia Ca, manganu Mn, cynku Zn czy też molibdenu Mo, które dotychczas były powszechnie stosowane w nieorganicznych modyfikatorach tarcia.

Ponadto zastosowany wiskozator 5 złożony jest z jądra wokół którego umieszczone są sprężyste ramiona polimeru o strukturze gwiazdy (Fig. 2). Dzięki nim wiskozator w wysokich temperaturach rozszerza się, co powoduje istotny wzrost lepkości, pożądany z perspektywy właściwości użytkowych. Z kolei w niskich temperaturach kurczy się i lepkość oleju wzrasta jedynie nieznacznie. Jest to bardzo korzystne zjawisko, gdyż zapewnia utrzymywanie odpowiednio wysokiej lepkości oleju w wysokich temperaturach pod dużymi obciążeniami silnika, chroniąc silnik przed zatarciem. W niskich temperaturach natomiast nie powoduje nadmiernego zagęszczania oleju zapewniając dostateczną płynność. Ponadto zastosowany wiskozator 5 posiada niską wartość wskaźnika odporności na ścieranie (SSI), który w przypadku innych wiskozatorów może zawierać się w granicach od 9 do nawet 60, natomiast im niższy wskaźnik tym większa trwałość wiskozatora, co umożliwia wydłużenie okresów wymiany oleju.

Preparat smarowy według wynalazku, w przykładzie wykonania, wytwarza się w czteroetapowym procesie mieszania poszczególnych składników.

W pierwszym etapie następuje przygotowanie półproduktu P1, poprzez wstępnie połączenie ze sobą organicznych modyfikatorów tarcia 3, w ilości 5% z bazowym olejem syntetycznym 1 przy pomocy mieszadła M1 VISCO JET z pełną ścianą stożków, w reaktorze R1 o pojemności od 600 do 1.500 litrów, korzystnie o pojemności 1000 litrów. Proces prowadzi się w temperaturze T1 zawierającej się w przedziale od +25 do +35°C, korzystnie w +30°C, przez czas co najmniej 2 godziny, przy prędkości obrotowej zawierającej się w przedziale od 30 do 100 obrotów na minutę, korzystnie 50 obr./min.

Następnie, celem uzyskania produktu P2, przeprowadza się dokładną homogenizację półproduktu P1. W tym celu stosuje się homogenizator wysokociśnieniowy „HW” o ciśnieniu zawierającym się w przedziale od 200 do 1.000 bar, korzystnie 500 bar. Z uwagi na konieczność doprowadzenia do układu znacznej ilości energii, w trakcie tego etapu przygotowany wcześniej półprodukt P1 powstały przez wymieszanie składników w pierwszym etapie, ulega samoczynnemu podgrzaniu. Temperatura powstałego półproduktu P2 powinna wynosić +35°C. W przypadku jej przekroczenia należy zastosować chłodzenie wypływającego produktu za pomocą wymiennika typu: zimna woda/produkt, a w przypadku zbyt niskiej temperatury zmniejsza się prędkość wypływu półproduktu P2 z homogenizatora wysokociśnieniowego HW.

Celem przygotowania półproduktu P3, w trzecim etapie półprodukt P2 o temperaturze +35°C, wprowadza się do reaktora R2 o znacznie większej pojemności i osi pionowej, w którym średnica zbiornika stanowi od 60 do 75% wysokości walca zbiornika, z dnem o małej wypukłości, określonej normą PN 69/M-35413. Wysokość dna zbiornika stanowi około 10% wysokości walca zbiornika. Mieszalnik wyposażony jest w mieszadło M2 z wirnikiem umieszczonym w osi zbiornika na dolnej wysokości walca zbiornika o typie VISCO JET CRACK. Następnie do półproduktu P2 dodaje się inne składniki receptury, koniecznie z zachowaniem następującej kolejności, gdzie w pierwszej kolejności dodaje się pozostałą część bazowego oleju syntetycznego 1 (I₁), po czym dodaje się bazowy olej syntetyczny 2 (I₂), które to składniki zwykle mają temperaturę poniżej +35°C w związku z czym istotne jest aby składniki dodawać powoli, jednocześnie monitorując temperaturę mieszaniny, celem utrzymywania jej na w przedziale od

+37°C do +38°C. W tym celu dolny króciec spustowy K2 jest zlokalizowany w najniższym punkcie denicy zbiornika, gdzie temperatura jest najniższa i jest podłączony do pompy, która tłoczy zawartość zbiornika na płytowy wymiennik ciepła, w celu podgrzania do żądanej temperatury. Takie umiejscowienie króćca K2 oraz przepompowanie półproduktu P3 przez mikroszczeliny wymiennika ciepła podnosi sprawność układu i przyspiesza proces wstępnego mieszania się składników. Temperaturę mierzy się na wyjściu z płytowego wymiennika ciepła i tak reguluje się obroty pompy, aby możliwe było zachowanie w przybliżeniu stałej temperatury na wyjściu z wymiennika, która to temperatura powinna zawierać się w przedziale od +37°C do +38°C. Składniki receptury I₁, I₂ są podawane do reaktora R₂ poprzez króciec K₁, umiejscowiony w odległości nie większej niż 1/3 odległości od środkowej osi zbiornika co zapewnia już wstępne mieszanie się produktu z powracającym do zbiornika z wymiennika płytowego półproduktem P₃. Po zadozowaniu ostatniego składnika I₂, proces mieszania należy kontynuować nie krócej niż przez 1 godzinę, przy prędkości obrotowej mieszadła pomiędzy 10 a 70 obr/min, korzystnie 40 obr/min.

Przygotowanie finalnego produktu P4 w postaci preparatu smarowego według wynalazku, tzn. w pełni syntetycznego oleju silnikowego 5W30, jest ostatnim etapem procesu, w którym dodaje się pakiet uszlachetniaczy 4, zawierający m.in. depresator, odpieczniacze i nieorganiczne modyfikatory tarcia (I₃), podgrzane do temperatury zawierającej się w przedziale od +50 do +55°C oraz wiskozatora 5 (I₄) podgrzanego do temperatury zawierającej się w przedziale +70 do +80°C. Po zakończonym procesie dozowania tych składników temperatura wzrasta do około +48°C i proces mieszania prowadzi się jeszcze przez ok. 2 godziny, przy prędkości obrotowej mieszadła zawierającej się w przedziale od 8 do 60 obr/min, korzystnie 30 obr/min.

Zastosowanie w pełni syntetycznego oleju silnikowego wytworzonego tym sposobem umożliwia obniżenie zużycia paliwa samochodów osobowych, używanych w szczególności w warunkach miejskich. Zastosowanie oleju według wynalazku umożliwia bowiem zredukowanie tarcie związane z pompowaniem nadmiernie gęstego oleju silnikowego, co zwłaszcza w niskich temperaturach powoduje dodatkowe opory ruchu. Ponadto w efekcie zastosowaniu tego oleju zmniejszone jest tarcie graniczne na styku metali, co możliwe jest w szczególności poprzez zastosowanie organicznych modyfikatorów tarcia o wielkości cząsteczek od 5.000 do 50.000 Daltonów.

Opracowany olej 5W30 zachowuje doskonale własności reologiczne (płynność) także przed osiągnięciem właściwej temperatury pracy silnika, zwłaszcza w ujemnych temperaturach, co powoduje mniejsze opory dla pompy olejowej oraz zmniejszenie tarcia kluczowych elementów silnika.

Olej został przetestowany w trakcie badań przeprowadzonych na dwudziestu samochodach osobowych różnych marek (BMW, Citroen, Mercedes, Opel, Peugeot, Renault, Seat, Skoda, Volkswagen) zasilanych benzyną, olejem napędowym, jak również LPG. Najstarsze auto biorące udział w teście wyprodukowane zostało w 1997 roku najnowsze w roku 2012. Stopień zużycia aut był różny – przed rozpoczęciem testu przebiegi aut zawierały się w przedziale od 55.702 km do 286.636 km. Większość aut w trakcie każdego z dwóch okresów testowych poruszało się na krótkich odcinkach, a rzadziej na dłuższych trasach, są jednak auta, które codziennie pokonywały po kilkadziesiąt kilometrów przy jednym uruchomieniu silnika.

W pierwszym etapie test polegał na zalaniu silnika olejem pięciu najpopularniejszych konkurencyjnych olejów znanych producentów oznaczonych jako T, M, W, Q, K. W tym okresie kierowcy przejechali łącznie 197.579 km.

W etapie drugim we wszystkich samochodach wymieniono olej na opracowany według wynalazku olej 5W30. Kierowcy mieli za zadanie cotygodniowe składanie raportów o wykonanych przebiegach kilometrów i tankowaniach wraz z uwagami dotyczącymi bieżącej eksploatacji aut. W tym okresie kierowcy przejechali łącznie 158.217 km.

Po zakończeniu każdego z etapów dokonywano wymiany oleju na nowy, a przepracowany olej przekazano do laboratorium.

Obliczono średnie spalanie każdego testowego samochodu w pierwszym i drugim etapie. Na tej podstawie zaobserwowano, że zużycie paliwa w drugim etapie spadło średnio o 2,84% w stosunku do pierwszego etapu. W całym okresie pokonało Testerzy subiektywnie wskazali na łatwiejszy start zimnego silnika na opracowanym według wynalazku oleju silnikowym 5W30. W całym okresie testów nie zaobserwowano żadnych negatywnych skutków stosowania patentowanego oleju.

Ze względu na duże generowane przebiegi w jednym z dwudziestu testowanych aut, które było eksploatowane jako taksówka, wymieniono olej dwukrotnie. W tym samochodzie spalanie zmniejszyło się najbardziej, bo aż o 5,36%, co potwierdza, że opracowany według wynalazku w pełni syntetyczny olej 5W30 idealnie sprawdza się w autach eksploatowanych w warunkach miejskich, na krótkich trasach.

Wyniki badań własności reologicznych (CCS w -10°C , -15°C , -20°C , -25°C , -30°C) wykonanych na automatycznym aparacie Cannon Instrument Company CCS-2100 (Cold Cranking Simulator – Symulator Zimnego Rozruchu) wg normy ASTM D5293 Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Engine Oils at Low Temperature, przedstawiono na Fig. 3.

Preparat smarowy opracowany wg według wynalazku, do którego odnoszą się wyniki badań przedstawionych na Fig. 3 oraz na kolejnych figurach rysunku, określono skrótowo jako „olej patentowany”.

Parametr ten informuje o tym, jaki opór stawia schłodzony olej. Lepkość zmierzona tą metodą przekłada się bezpośrednio na to, czy dany olej w temperaturach ujemnych będzie umożliwiał rozruch silnika. Parametr ten stanowi charakterystykę lepkościową w niskich temperaturach oleju silnikowego i jest jednym z najważniejszych wskaźników, ponieważ jest podstawą klasyfikacji wyrobu zgodnie z normą SAE J300. Na wykresach (Fig. 3) przedstawiono wartości lepkości w różnych temperaturach -10°C , -15°C , -20°C , -25°C , -30°C dla pięciu próbek olejów konkurencyjnych znanych producentów oraz dla oleju patentowanego. Olej według wynalazku posiada najniższe wartości lepkości w każdej z temperatur. Niższa lepkość oznacza niższe opory ruchu co przekłada się bezpośrednio na niższe zużycie paliwa.

Kolejnym badaniem jest Pour Point wykonany na aparacie Cloud & Pour Point Tester CAPP I firmy Anton Paar Automatyczny tester do wyznaczania temperatury płynięcia i mętnienia wg normy ASTM D97 Standard Test Method for Pour Point. Temperatura płynięcia to temperatura, w której olej jest na granicy utraty płynności, ale pozostaje jeszcze cieczą i zapewnia poprawną pracę silnika. Olej charakteryzujący się niższą temperaturą płynięcia zapewnia poprawną pracę silnika w niższej temperaturze, minimalizując tarcie powierzchni współpracujących także w niskich temperaturach, gdy silnik nie osiągnął jeszcze swojej normalnej temperatury pracy.

Na wykresach zobrazowanych na Fig. 4 przedstawiono wartości Pour Point dla pięciu próbek olejów konkurencyjnych znanych producentów oraz dla oleju patentowanego. Opracowany według wynalazku olej posiada najniższe wartości Pour Pointa.

Następnie zbadano lepkość w temperaturach $+40^{\circ}\text{C}$ i $+100^{\circ}\text{C}$ oraz wskaźnik VI. Pomiary wykonano zgodnie z normą ASTM D7042 Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity) na aparacie Stabinger typ model. Stabinger SVM 3000. Wyniki badania lepkości w temperaturach $+40^{\circ}\text{C}$ i $+100^{\circ}\text{C}$ przedstawiono odpowiednio na Fig. 5 i Fig. 6.

Lepkość oleju ma decydujące znaczenie dla pracy i utrzymania warstwy olejowej (filmu) pomiędzy trącymi się powierzchniami metalu. Zapewnia tarcie płynne i chroni przed zużyciem. Ma wpływ na ilość traconej energii na pokonanie oporów tarcia (sprawność wężła). Od lepkości zależy szybkość i energia potrzebna do uruchomienia silnika, sprawność odprowadzania ciepła, stopień uszczelnienia pary tłok-cylinder, wydajność filtrów, zużycie oleju. Pomiar lepkości w 40°C i 100°C pozwala na wyznaczenie wskaźnika lepkości produktu, który pozwala ocenić czy olej ma niezbędną stabilność lepkościową.

Pomiar lepkości kinematycznej w 100°C jest bardzo istotny, ponieważ na podstawie tego parametru dokonuje się klasyfikacji oleju zgodnie z normą SAE J300.

Wyniki badania wskaźnik VI, określa jak się zmienia lepkość oleju wraz ze spadkiem temperatury i jak maleje lepkość ze wzrostem temperatury, przedstawiono na Fig. 7. Im wyższy wskaźnik VI tym środek smarny jest lepszy, gdyż jest mniej gęsty w niższych temperaturach, a jednocześnie odpowiednio wysoko lepki/gęsty w temperaturach wysokich.

Do badania zawartości substancji lotnych użyto zawansowany chromatograf model TRACE 1200 firmy Thermo scientific. Badanie zostało wykonane zgodnie z ASTM D6417(MOV) Standard Test Method Estimation of Engine Oil Volatility by Capillary Gas Chromatography. Zawartość substancji lotnych wg ASTM D6417 w olejach silnikowych jest bardzo istotnym parametrem, ze względu na bardzo wysoką temperaturę pracy silnika. Odparowywanie substancji lotnych z oleju w podwyższonej temperaturze powoduje zmianę składu produktu, a co za tym wzrost lepkości. W wyniku tego olej traci swoje właściwości smarujące, które ostatecznie prowadzą do spadku pompowności, zwłaszcza w niskich temperaturach większego zużycia paliwa i oleju silnikowego, zużycia silnika oraz zwiększenia emisji zanieczyszczeń. Mniejsza ilość substancji lotnych w oleju poprawia właściwości użytkowe oleju i przekłada się bezpośrednio na bardziej energooszczędną pracę silnika w całym okresie jego eksploatacji aż do czasu wymiany oleju na nowy. Wyniki badania zawartości substancji lotnych przedstawiono na Fig. 8.

Z przeprowadzonych badań wynika, że olej według wynalazku ustępuje tylko o 6,7% od najniższego wyniku, jednak należy zauważyć, że wartości zawartości substancji lotnych pozostałych olejów

są znacznie wyższe. Niski poziom substancji lotnych przekłada się na zminimalizowanie konieczności uzupełniania stanu oleju w silniku.

Dokonano również pomiaru temperatury, w jakiej doszło do odparowania określonej procentowej ilości badanej próbki oleju. Wyższa temperatura oznacza mniejsze straty oleju na skutek odparowania, co przekłada się na konieczność rzadszego uzupełniania poziomu oleju w silniku pomiędzy wymianami. Wyniki pomiarów dla 10% i 20% przedstawiono odpowiednio na Fig. 9 i Fig. 10.

Spośród badanych olejów, olej opracowany według wynalazku wykazuje się bardzo wysoką odpornością na odparowanie.

Przeprowadzono również szczegółowe specjalistyczne badania właściwości przeciwzużyciowych i przeciwzatarciowych próbek olejów oznaczonych jako T, M, W, Q, K oraz oleju patentowanego oznaczonego jak B. Badania wykonano na aparacie czterokulowym w Instytucie Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy Zakład Technologii Proekologicznych w Radomiu poprzez zbadanie zgodnie z wymogami normy PN-76/C-04147 oraz za pomocą zmodyfikowanego aparatu czterokulowego wg metody opracowanej w ITeE J_PB/LBT/02, będącą rozwinięciem normy: ASTM D4172 Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid Four-Ball Method) następujących parametrów:

- 1/ Obciążenie zacierające P_t [N] badane wg metody PN-76/C-04147
- 2/ Średnica śladu zużycia d_{oz} [mm] badane wg metody J_PB/LBT/02
- 3/ Graniczny nacisk zatarcia p_{oz} [N/mm²] badane wg metody J_PB/LBT/02
- 4/ Obciążenie zespawania P_z [N] badane wg metody PN-76/C-04147

Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w tabeli Tab. 1.

Tab. 1

Badany parametr	Metoda badawcza	Próbka B	Próbka T	Próbka M	Próbka W	Próbka Q	Próbka K
Obciążenie zacierające P_t [N]	PN-76/C-04147	2200 ± 100	1600 ± 100	2200 ± 100	1900 ± 100	1500 ± 100	2100 ± 100
Średnica śladu zużycia d_{oz} [mm]	J_PB/LBT/02	2,65 ± 0,03	2,21 ± 0,03	2,78 ± 0,04	2,81 ± 0,02	2,81 ± 0,03	2,68 ± 0,03
Graniczny nacisk zatarcia p_{oz} [N/mm ²]	J_PB/LBT/02	533,14 ± 12,08	766,57 ± 20,82	484,45 ± 13,95	474,16 ± 6,75	237,08 ± 5,04	521,27 ± 9,67
Obciążenie zespawania P_z [N]	PN-76/C-04147	>7848	6082,2 ± 1765,8	7848 ± 1765,8	>7848	>7848	6082,2 ± 1765,8

Wyniki badania obciążenia zacierającego P_t [N] wg PN-76/C-04147 przedstawiono na Fig. 11.

Wyniki badania średnicy śladu zużycia d_{oz} [mm] wg J_PB/LBT/02 przedstawiono na Fig. 12.

Wyniki badania granicznego nacisku zatarcia p_{oz} [N/mm²] wg J_PB/LBT/02 przedstawiono na Fig. 13.

O utracie właściwości smarnych badanych olejów świadczy duży przyrost momentu tarcia po przekroczeniu obciążenia zacierającego, przy równoczesnym wzroście średnicy śladów zużycia kulek stanowiących elementy węzła tarcia.

Oznaczanie obciążenia zespawania P_z [N] wg PN-76/C-04147 przedstawiono na Fig. 14.

Zastrzeżenia patentowe

1. Syntetyczny preparat smarowy do silników spalinowych najnowszych generacji, stosowanych zwłaszcza w samochodach osobowych, stanowiący mieszaninę komponentów, w skład której wchodzi m.in. oleje bazowe, wiskozator oraz dodatki uszlachetniające w odpowiednio dobranych proporcjach, **znamienny tym**, że bazę olejową stanowią: bazowy olej syntetyczny (1) będący mieszaniną ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB, którego to udział bazowego oleju syntetycznego (1) w formulacji zawiera się w przedziale od 10% do 40%, korzystnie 25%, oraz bazowy olej syntetyczny (2) PAO (polialfaolefiny) z grupy IV, którego udział w formulacji zawiera się w przedziale od 25% do 65%, korzystnie 45%, natomiast pozostałe składniki formulacji stanowią: organiczne modyfikatory tarcia (3), zawierające w swoich cząsteczkach jedynie atomy węgla C, tlenu O i wodoru H, o bardzo wysokiej masie cząsteczkowej zawierającej się w przedziale od 5.000 do 50.000 Daltonów, których to udział organicznych modyfikatorów tarcia (3) w formulacji zawiera się w przedziale od 0,2% do 1%, korzystnie 0,6%, pakiet uszlachetniaczy (4), zawierający depresator, odpieniacze i nieorganiczne modyfikatory tarcia, o cząsteczkach o niskiej masie cząsteczkowej zawierającej się w przedziale od 250 do 500 Daltonów, gdzie udział pakietu uszlachetniaczy (4) w formulacji zawiera się w przedziale od 10% do 18%, korzystnie 13,4%, oraz wiskozator (5), składający się z jądra wokół którego umieszczone są sprężyste ramiona polimeru o strukturze gwiazdy, którego to udział wiskozatora (5) w formulacji zawiera się w przedziale od 12% do 20%, korzystnie 16%, przy czym lepkość bazowego oleju syntetycznego (1) w 100°C wg ASTM D-445 wynosi 3,53 cSt, natomiast w 20°C wg ASTM D-445 zawiera się w przedziale od 41,4 do 54,1 cSt, a jego gęstość w 20°C wynosi 0,8641 g/cm³, dalej lepkość bazowego oleju syntetycznego (2) PAO (polialfaolefiny) z grupy IV w 100°C wg ASTM D445 wynosi 4,1 cSt, natomiast lepkość w 40°C wg ASTM D445 wynosi 19 cSt, a temperatura płynięcia wg ASTM D97 wynosi -66°C, dalej lepkość organicznych modyfikatorów tarcia (3) w 100°C wg ASTM D445 wynosi 360 cSt, natomiast w 40°C wg ASTM D445 lepkość wynosi 6.400 cSt, a gęstość mierzona w 20°C wg ASTM D4052 wynosi 980 kg/m³, dalej lepkość pakietu uszlachetniaczy (4), w 100°C wg ASTM D445 wynosi 162 cSt, natomiast w 40°C wg ASTM D445 lepkość wynosi 2642 cSt, a gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052 wynosi 946 kg/m³, dalej lepkość wiskozatora (5) mierzona w 100°C wg ASTM D445 wynosi 259 cSt natomiast w 40°C lepkość mierzona wg ASTM D445 wynosi 3159 cSt, a gęstość mierzona w 15°C wg ASTM D4052 wynosi 837,6 kg/m³.
2. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że bazowy olej syntetyczny (1) stanowi mieszaninę ciężkiego alkilobenzenu HAB z liniowym alkilobenzenem LAB, gdzie zawartość ciężkiego alkilobenzenu HAB stanowi 96,8% natomiast zawartość liniowego alkilobenzenu LAB stanowi 3,2%.
3. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że temperatura zapłonu bazowego oleju syntetycznego (1) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 192°C, natomiast początkowa temperatura wrzenia wg ASTM D86 jest nie mniejsza niż 349°C.
4. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że temperatura zapłonu oleju syntetycznego (2) PAO (polialfaolefiny) z grupy IV, wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 220°C, natomiast temperatura płynięcia wg ASTM D97 korzystnie wynosi -66°C.
5. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że temperatura zapłonu organicznych modyfikatorów tarcia (3) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 269°C.
6. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że temperatura zapłonu pakietu uszlachetniaczy (4) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 110°C.
7. Syntetyczny preparat smarowy według zastrz. 1 albo zastrz. 2, **znamienny tym**, że temperatura zapłonu wiskozatora (5) wg ASTM D-93 wynosi co najmniej 216°C.

Rysunki

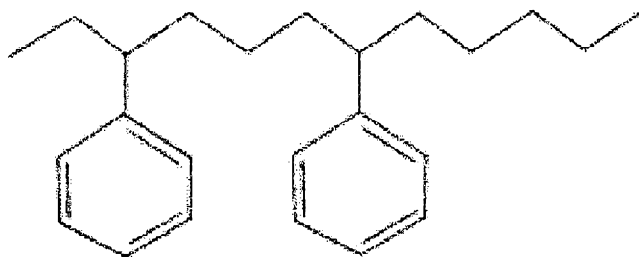


Fig. 1

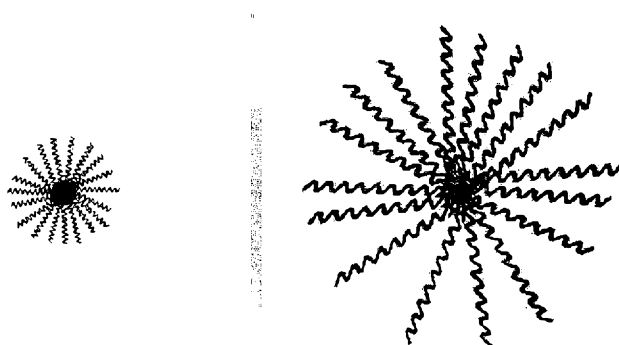


Fig. 2

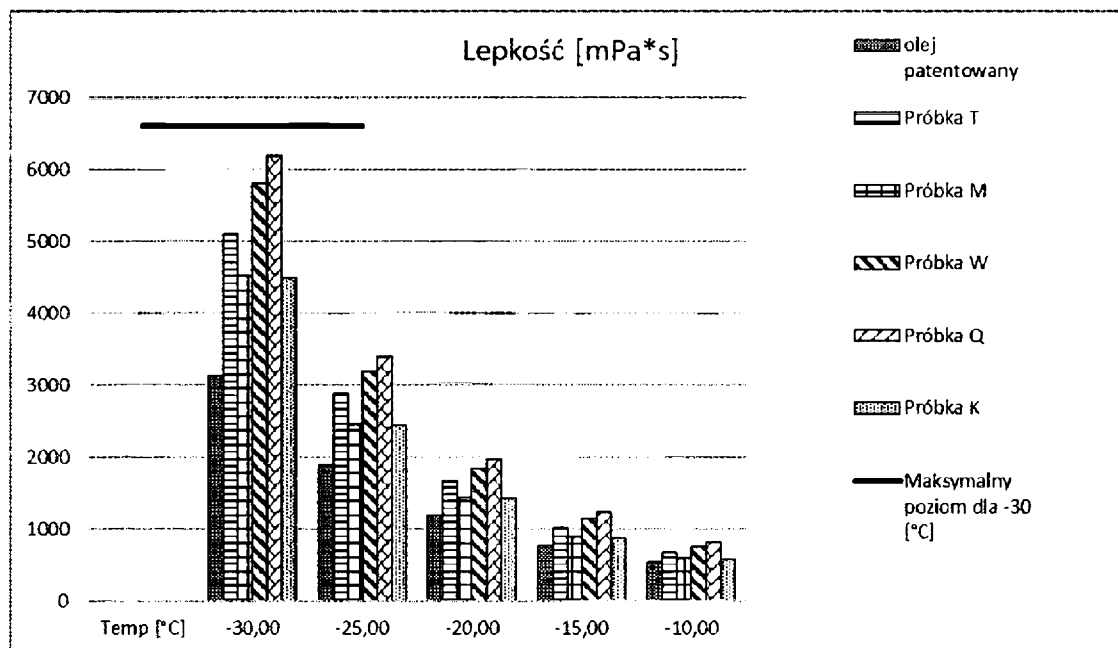


Fig. 3

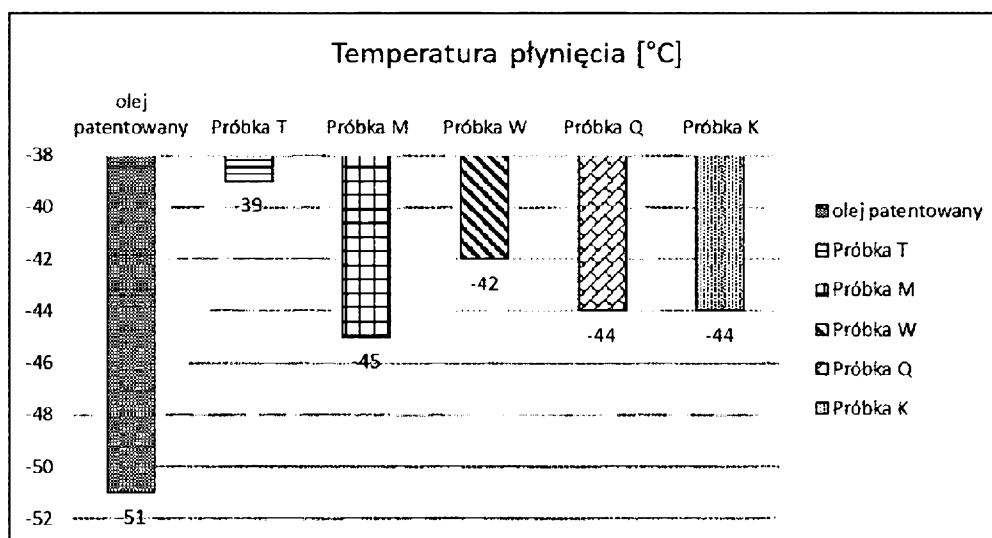


Fig. 4

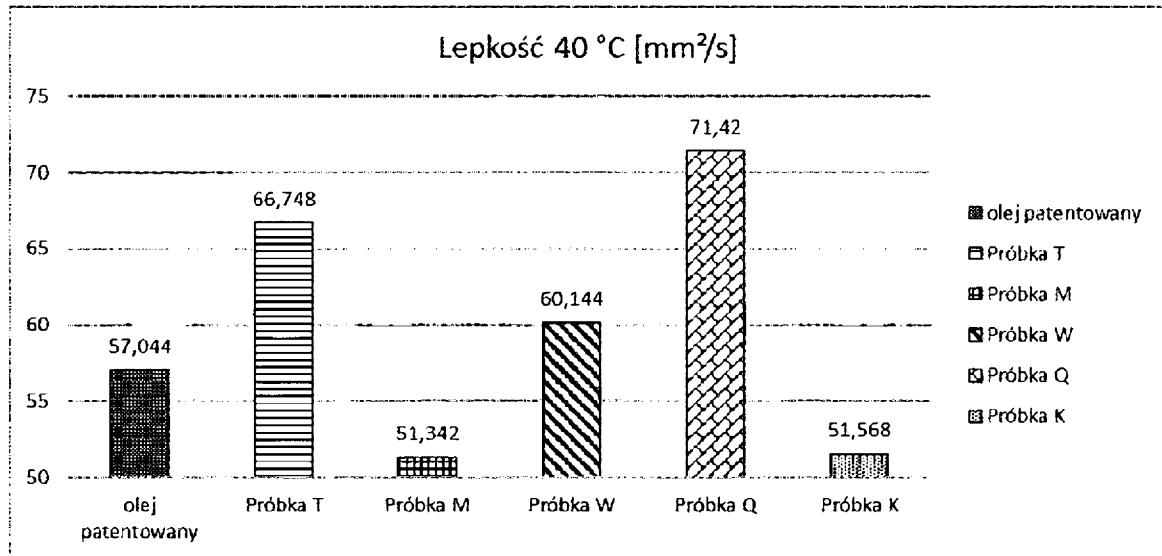


Fig. 5

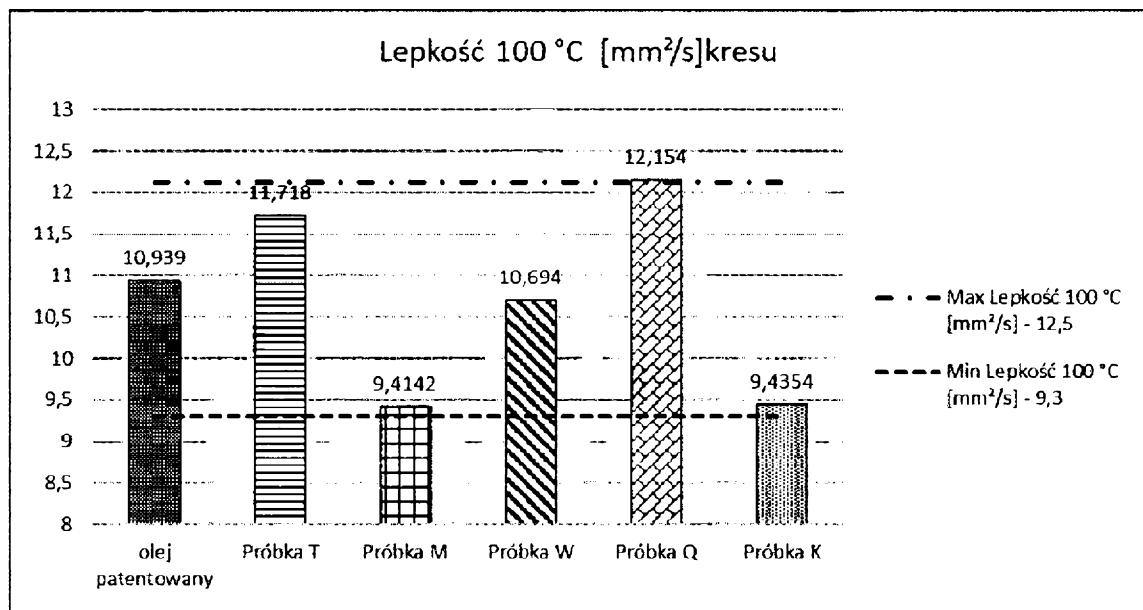


Fig. 6

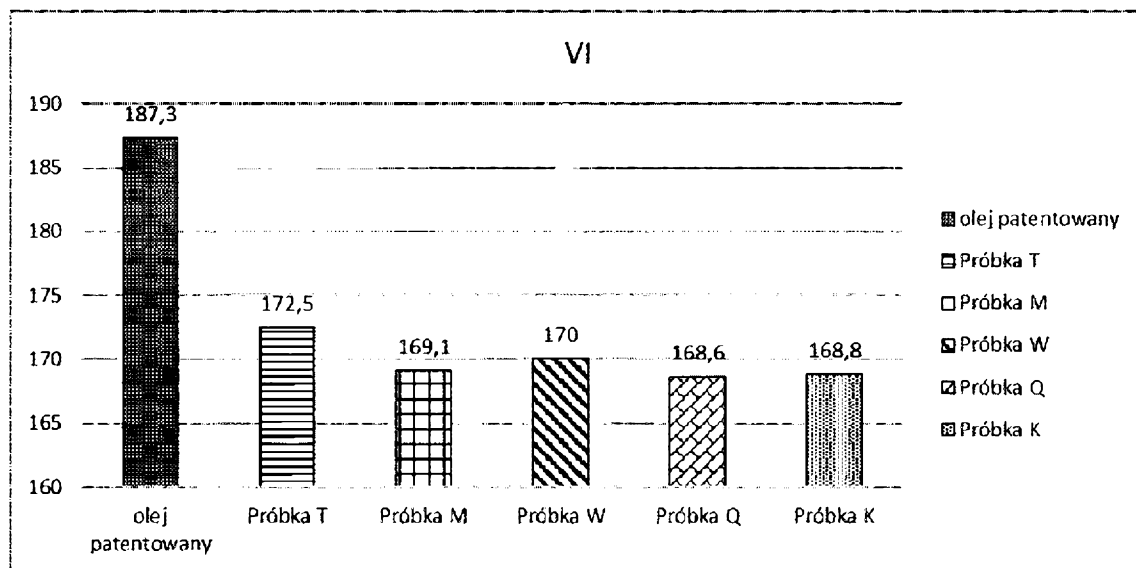


Fig. 7

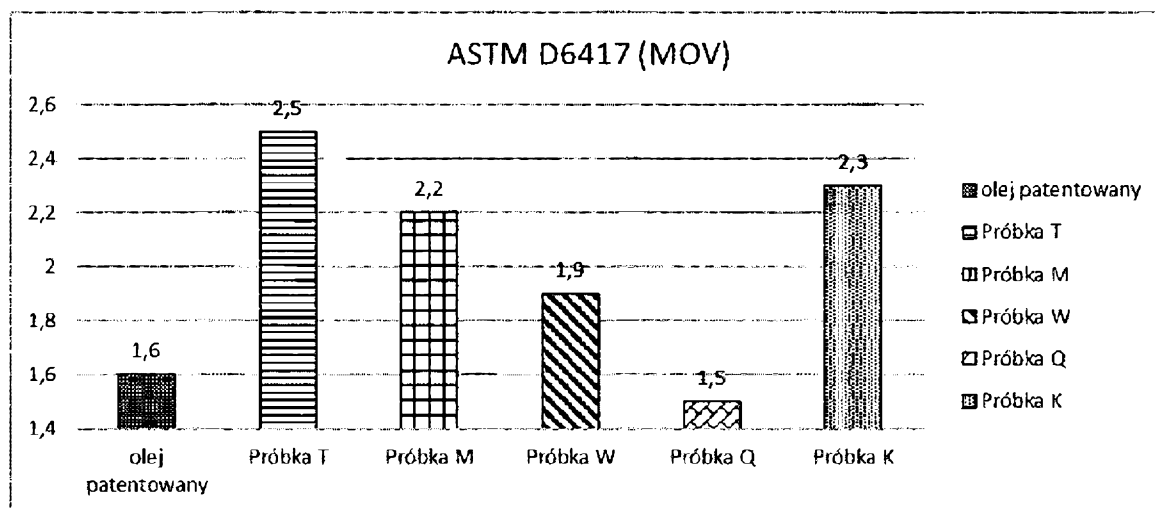


Fig. 8

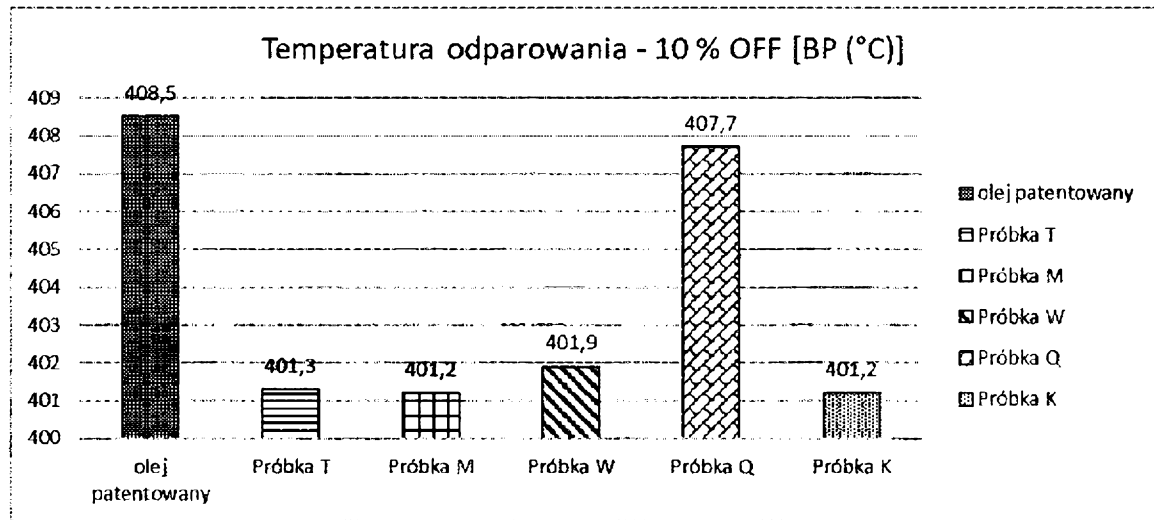


Fig. 9

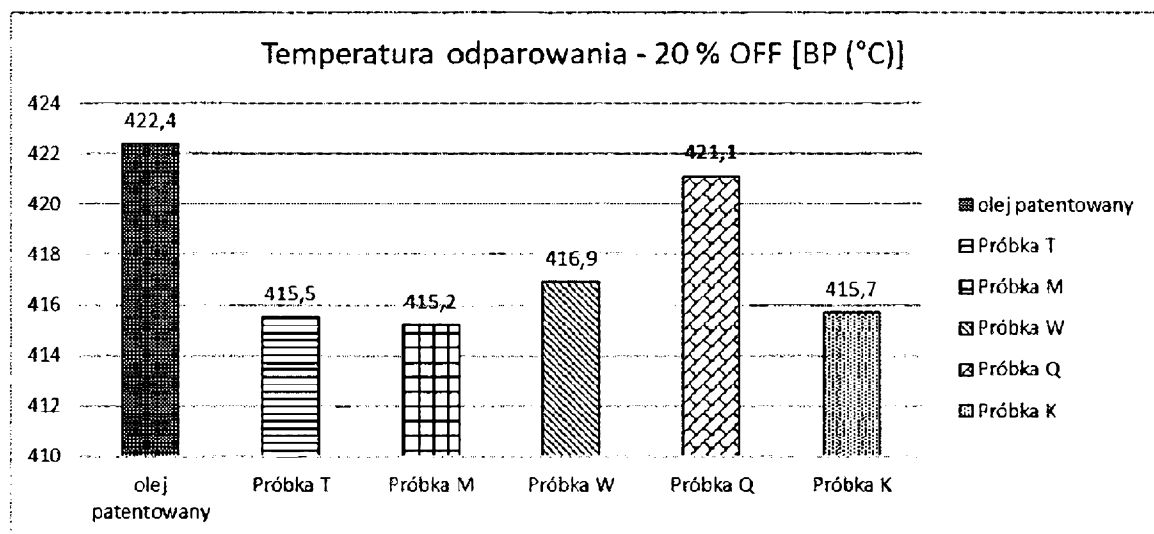


Fig. 10

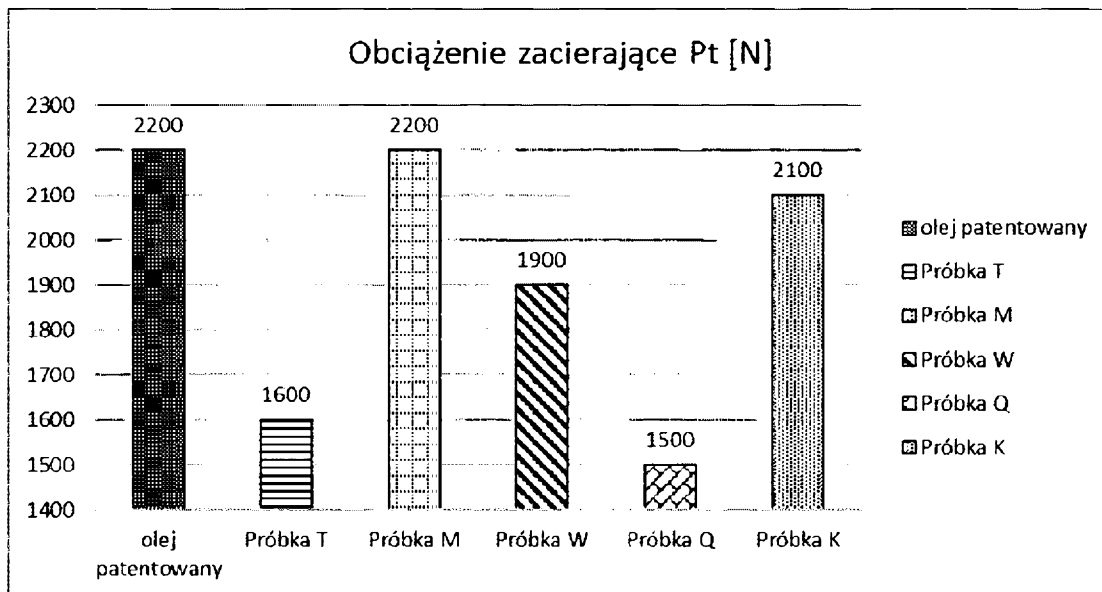


Fig. 11

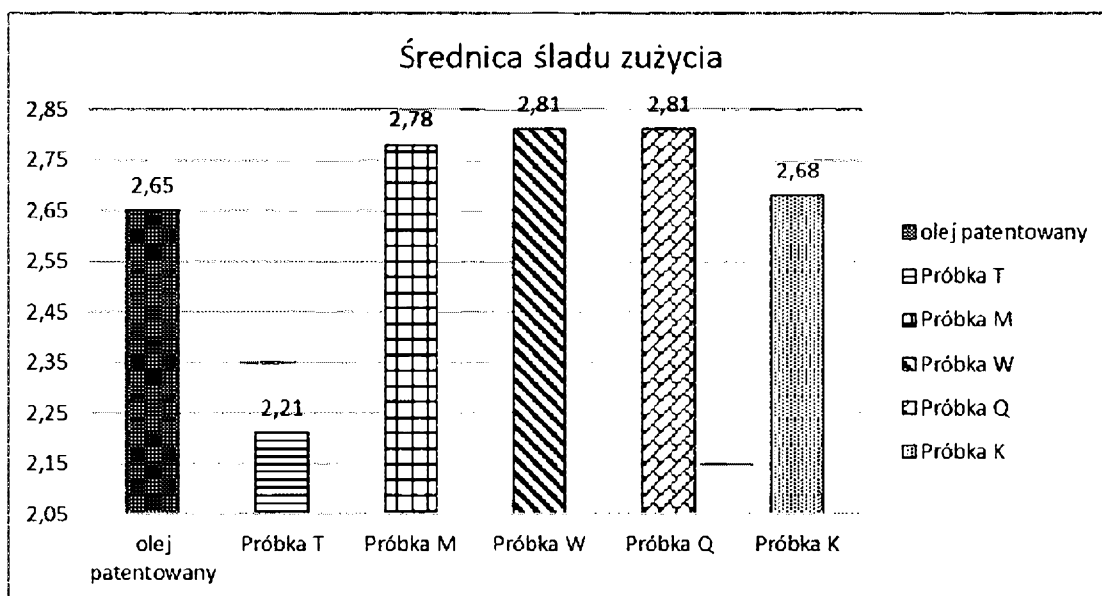


Fig. 12

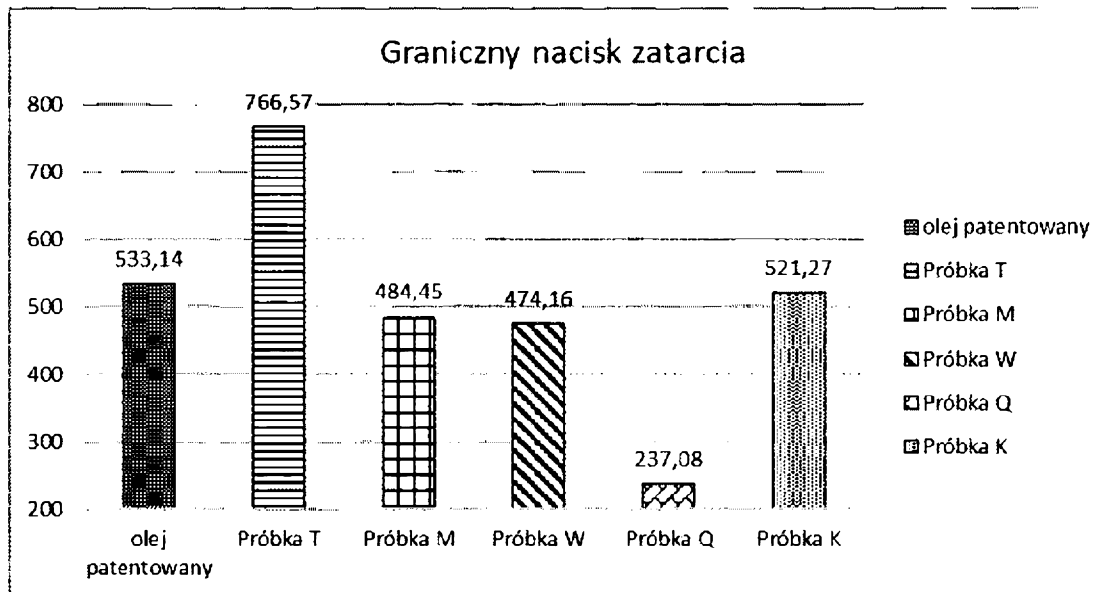


Fig. 13

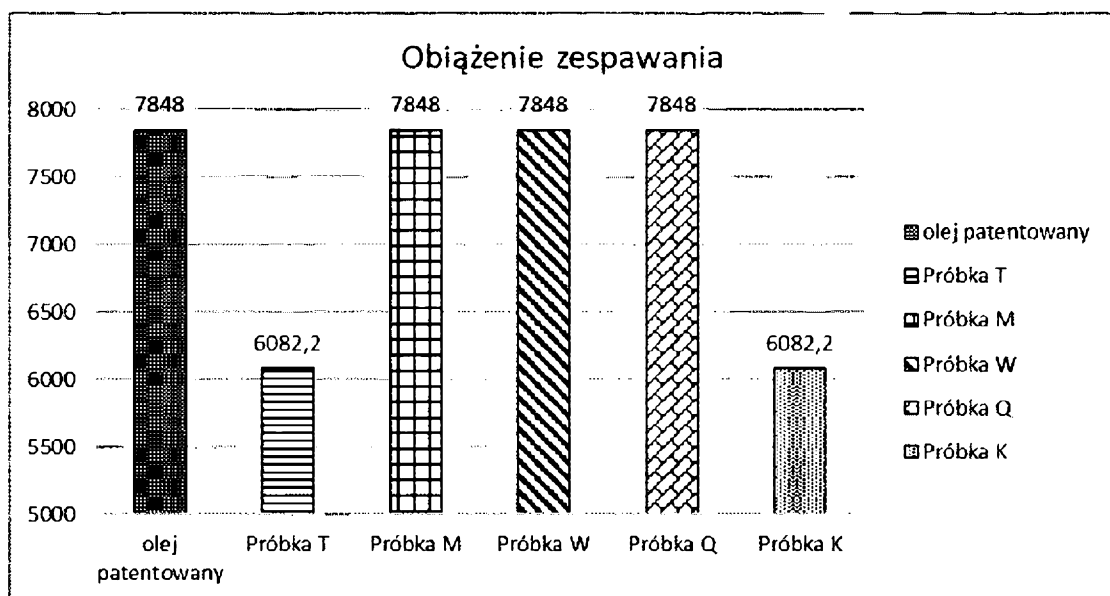


Fig. 14