

Patrycja Stachurska

Badanie wpływu charakteru olejów bazowych na właściwości smarów bentonitowych

Praca dotyczy badania wpływu olejów bazowych o różnym charakterze na właściwości wytworzonych smarów bentonitowych. Próbkki smarów zostały sporządzone w oparciu o różne bazy olejowe o charakterze parafinowym i naftenowym, a także różnorodne typy zagęszczaczy na bazie modyfikowanego bentonitu. Scharakteryzowano smary bentonitowe, opisano technologię ich wytwarzania i zastosowania. Oznaczono właściwości wytworzonych smarów plastycznych.

Słowa kluczowe: smary bentonitowe, oleje bazowe, właściwości.

Study on the influence of the character of base oils on the properties of bentonite greases

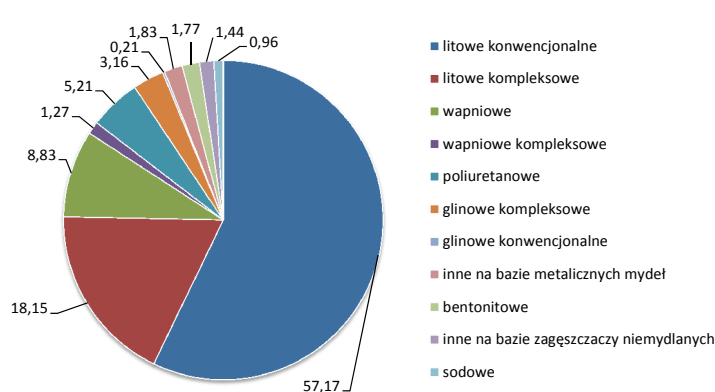
The purpose of the thesis was to examine the impact of base oils of a different character on the properties of produced bentonite greases. Samples of greases were prepared based on different base oils of paraffin and naphthenic character and different types of thickeners based on modified bentonite. The work discusses characterization of bentonite grease, technology of their production and application. The properties of produced bentonite greases were tested.

Key words: bentonite greases, base oils, properties.

Wprowadzenie

Rozwój przemysłu wymusza na jednostkach naukowo-badawczych oraz na producentach smarów opracowanie nowoczesnych technologii produkcji smarów, opartych na wysokojakościowych bazach olejowych oraz dodatkach uszlachetniających. Oleje bazowe w smarach stanowią 70÷95% masowych ich składu [5]. Pozostała część to zagęszczacz i dodatki uszlachetniające, które służą do poprawy właściwości eksploatacyjnych smaru.

Smary plastyczne w zależności od rodzaju zagęszczacza charakteryzują się różnorodnymi właściwościami. Zagęszczacz, stanowiący około 7÷25% (*m/m*), w istotny sposób wpływa na parametry eksploatacyjne smaru plastycznego. W zależności od rodzaju zagęszczacza smary dzieli się na: mydlane (z mydłami prostymi i kompleksowymi), zawierające zagęszczacze mieszane, węglowodorowe, z zagęszczaczami nieorganicznymi oraz smary z zagęszczaczami polimerowymi [2]. Smary bentonitowe stanowią niewielki udział w światowej produkcji smarów – około 2% (*m/m*). Na rysunku 1 przedstawiono procentowy udział poszczególnych typów smarów plastycznych w produkcji światowej.



Rys. 1. Udział poszczególnych smarów plastycznych w produkcji światowej w % (*m/m*) [4]

Poszczególne smary różnią się między sobą nie tylko zawartością konkretnych zagęszczaczy, ale również właściwościami fizykochemicznymi oraz konsystencją. Podstawę w wyborze smaru stanowi zatem wiedza na temat urządzenia, warunków, w jakich będzie ono pracować, a także ograniczeń oraz zalet poszczególnych rodzajów smarów.

Coroczne kongresy Europejskiego Instytutu Smarowego (ELGI – *European Lubricating Grease Institute*) wyznaczają nie tylko kierunki rozwoju produktów – smarów, ale także ujednolicają standardy i wspierają wymianę doświadczeń pomiędzy firmami [5]. Prowadzone są nieustanne prace nad nowymi technologiami, szczególnie nad wy-

sokojakościowymi kompleksowymi smarami pozwalającymi na pracę w ekstremalnych warunkach [3]. Z uwagi na dobrą odporność na wysokie i niskie temperatury czy odporność na wodę, za takie uważane są smary bentonitowe – produkty wielofunkcyjne stosowane w wielu węzłach tribologicznych.

Właściwości i zastosowanie smarów bentonitowych

Smary bentonitowe, określane jako smary specjalne, powstają poprzez zagęszczenie olejów bazowych o dużej lepkości warstwowymi glinokrzemianami, np. modyfikowanym bentonitem.

Skład chemiczny smarów bentonitowych oraz odpowiedni sposób ich wytwarzania pozwalają na uzyskanie środka smarowego o specyficznych właściwościach. Smary te charakteryzują się przede wszystkim wysoką trwałością podczas pracy, zarówno w wysokich, jak i niskich temperaturach, a także odpornością na znaczne wahania temperatury. Brak twardnienia smaru wraz ze spadkiem temperatury oraz nieznaczne mięknienie smaru przy wzroście temperatury pozwalają na szeroki zakres warunków jego eksploatacji. Dodatkowo do zalet smarów bentonitowych należy odporność na działanie wody, spowodowana słabą rozpuszczalnością glinki bentonitowej.

Do wad smarów bentonitowych można zaliczyć brak ich

mieszalności z innymi smarami, dużą ilość dodatków polarnych, a także słabą wytrzymałość na ścinanie mechaniczne [9]. Pomimo swoich wad smary te znajdują zastosowanie w wielu ważnych węzłach tribologicznych [2]:

- łożyskach, które w trakcie eksploatacji poddane są działaniu wody o wysokiej temperaturze; łożyska te są wykorzystywane np. w pompach służących do transportu gorącej wody,
- łożyskach, które w trakcie eksploatacji poddane są działaniu wysokiej temperatury, między innymi w przemyśle gumowym, stalowym czy przeróbki szkła,
- łożyskach urządzeń, które wykorzystuje się do mieszania gorących produktów.

W tabelicy 1 przedstawiono przykładowe smary bentonitowe wyprodukowane w kraju przez producentów: Orlen Oil, PDP Naftochem, Lotos Oil, a także zebrano ich właściwości fizykochemiczne.

Tablica 1. Przykładowe smary bentonitowe wyprodukowane w kraju oraz ich właściwości fizykochemiczne [11, 12, 13]

Właściwości	Jednostka	Smear			Metody badań
		Bentor 2	Benterm 2	Bentor 2	
Producent	–	Orlen Oil	PDP Naftochem	Lotos Oil	–
Penetracja w temperaturze 25°C po 60 cyklach ugniatania	[mm/10]	295	260÷300	260÷300	ASTM D 217
Klasa konsystencji wg NLGI	–	2	2	2	PN-C-04095
Temperatura kroplenia (minimum)	[°C]	brak	220	brak	ASTM D 2265
Wydzielanie oleju w temperaturze 150°C w czasie 24 godz. (maksimum)	[% (m/m)]	–	5	–	BN-0536-11
Badanie działania korodującego na płytkach miedzianych w temperaturze 100°C w czasie 3 godz.	–	–	wytrzymuje	–	PN-C-04093
Odporność na działanie wody w temperaturze wrzenia (minimum)	[min]	–	30	–	PN-C-96013
Wydzielanie oleju ze smaru	[% (m/m)]	8,0	–	8,0	PN-C-04136
Mikropenetracja po 4 godz. wałkowania w temperaturze 60°C	[mm/10]	172	–	170	PN-C-04144
Lepkość kinematyczna oleju bazowego w temperaturze 40°C	[mm ² /s]	–	–	500	ASTM D 445

Metodyka badań

W pracy wykorzystano następujące metody badań smarów plastycznych:

- pomiar penetracji smarów plastycznych w temperaturze 25°C, według normy PN-ISO 2137:2011 [25], polega na wyznaczeniu liczby penetracji. Liczba ta jest podstawą podziału smarów plastycznych na klasy konsystencji NLGI (*National Lubricating Greases Institute*). Zasada pomiaru polega na zmierzeniu stopienia wniknięcia w smar standardowego stożka, o znormalizowanym kształcie i znanej masie, w czasie 5 sekund, w temperaturze 25°C. W pracy oznaczano penetrację smaru po ugniataniu – po uprzednim mechanicznym ugniataniu smaru w naczyniu penetracyjnym, tzn. po wykonaniu 60 podwójnych suwów tłoka. Podczas oceny smarów do badań wykorzystywano stożek w skali 1:1, a wynik pomiaru przeliczono na penetrację w skali 1:1;
- pomiar penetracji smaru po ugniataniu – na jego podstawie określano klasę konsystencji smaru, według PN-C-04095:1985 [23]. Klasyfikacja ta wyróżnia 10 klas konsystencji smarów plastycznych – w zależności od liczby penetracji. Smary posiadające niską klasę konsystencji są określane jako półpłynne, zaś wysokie wartości klas charakteryzują smary twarde;
- oznaczanie stabilności mechanicznej smarów stałych, według normy PN-C-04144:1962 [24], przeprowadza się w celu określenia zmiany w strukturze smaru spowodowanej działaniem sił ścinających powstających podczas wałkowania smaru w aparacie *roll-test* w temperaturze 60°C, w czasie 4 godzin. Stabilność mechaniczną określa się poprzez zmianę penetracji smaru po wałkowaniu. Wynik stabilności mechanicznej smaru określano w procentach jako zmianę penetracji smaru po wałkowaniu w stosunku do smaru niewałkowanego;
- badanie skłonności do wydzielenia się oleju ze smaru, według normy PN-V-04047:2002 [26], ocenia ilość wydzielonego oleju ze smaru, co za tym idzie – określa stabilność układu zagęszczacz–olej oraz predyspozycję smaru do wydzielenia oleju na skutek przechowywania lub pod wpływem temperatury. Zasada pomiaru polega na tym, że zważoną próbkę smaru umieszcza się w stożku wykonanym z siatki niklowej, a następnie przechowuje się w wysokiej temperaturze przez określony czas. W pracy zastosowano następujące warunki: czas badania – 30 godzin, temperatura – 100°C. Wyniki pomiarów podano jako procent wagowy wydzielonego oleju.

Surowce

Oleje bazowe

Podstawą doboru składników do produkcji smarów oprócz wiedzy na temat urządzenia oraz warunków, w jakich dany smar będzie pracować, jest wybór bazy olejowej o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych, dobór ilości i rodzaju zagęszczacza oraz dodatków uszlachetniających.

Olej jako podstawowy składnik smaru bentonitowego decyduje o jego właściwościach użytkowych. Cechami, które charakteryzują przydatność oleju bazowego do produkcji danego rodzaju smaru, są między innymi: lepkość, charakterystyka lepkościowo-temperaturowa, właściwości niskotemperaturowe, smarne oraz odporność na utlenianie.

Do produkcji smarów bentonitowych wykorzystuje się wysokolepkie oleje, tj. o lepkości wynoszącej od 300 do 1100 mm²/s w temperaturze 40°C. Przydatność olejów do produkcji smarów bentonitowych należy rozpatrywać z uwzględnieniem zastosowanego zagęszczacza nieorganicznego, jego wpływu na stopień zagęszczania oleju bazowego, a także na własności użytkowe gotowego smaru [2].

Do produkcji smarów bentonitowych wytypowano oleje bazowe:

- olej o charakterze parafinowym: I GRUPA według API – olej BS 30/90 produkcji Lotos Oil,
- olej o charakterze naftenowym: V GRUPA według API – olej T 400 produkcji firmy Nynas.

Charakterystyka wykorzystanych baz olejowych przedstawia się następująco:

- olej bazowy BS 30/90 – otrzymany z ropy parafinowej – zalicza się do I grupy olejów klasyfikowanych według API. Jest to olej pozostałościowy typu *brightstock*. Otrzymuje się go w wyniku zachowawczej przeróbki pozostałości próżniowej ropy naftowej, w procesach odasfaltowania propanem, selektywnej rafinacji furfurolem, odparafinowania metodą rozpuszczalnikową i ostatecznie poprzez rafinację wodorem. W temperaturze pokojowej jest klarowną cieczą o bursztynowym kolorze i charakterystycznym olejowym zapachu. Nie posiada właściwości wybuchowych, nie rozpuszcza się w wodzie, za to rozpuszcza się w większości rozpuszczalników organicznych. Posiada bardzo słabą lotność. Olej charakteryzuje się lepkością kinematyczną w temperaturze 40°C na poziomie 450÷600 mm²/s [7];
- olej bazowy T 400 – jest przedstawicielem olejów o charakterze naftenowym, zaliczanym do V grupy według klasyfikacji API. W temperaturze pokojowej jest to jasnożółta, klarowna, przeważnie bezzapachowa ciecz.

Tablica 2. Właściwości wytypowanych baz olejowych, na podstawie specyfikacji producentów [7, 8]

Właściwości	Jednostka	Nazwa oleju		Metoda badań
		BS 30/90	T 400	
Charakter bazy	–	parafinowa	naftenowa	–
Klasyfikacja według API	numer grupy	I	V	–
Zawartość [%]:				ASTM D 2140
– C _{parafin}	–	–	55	
– C _{naftenów}	–	–	33	
– C _{aromatów}	–	–	12	
Gęstość w temperaturze 15°C	[kg/dm ³]	0,906	0,922	PN-EN ISO 12185
Lepkość kinematyczna w 40°C	[mm ² /s]	591	372	PN-EN ISO 3104
Lepkość kinematyczna w 100°C	[mm ² /s]	34,5	18	PN-EN ISO 3104
Wskaźnik lepkości (minimum)	–	91	niski	ASTM D 2270
Punkt anilinowy	[°C]	–	98	ASTM D 611
Temperatura zapłonu (minimum)	[°C]	322	264	PN-EN ISO 2592
Temperatura płynięcia (maksimum)	[°C]	–9	–18	ASTM D 97
Liczba kwasowa (maksimum)	[mg KOH/g]	0,02	0,03	ASTM D 974
Zawartość siarki	[%]	–	0,12	ASTM D 2622

Posiada niski wskaźnik lepkości oraz bardzo dobre właściwości niskotemperaturowe. Olej charakteryzuje się lepkością kinematyczną w temperaturze 40°C na poziomie 360÷420 mm²/s. Podobnie jak wszystkie oleje jest on nierozpuszczalny w wodzie, rozpuszczalny zaś w rozpuszczalnikach organicznych [8].

W tablicy 2 przedstawiono podstawowe właściwości zastosowanych olejów bazowych.

Przebadano podstawowe parametry fizykochemiczne zastosowanych olejów bazowych:

- olej BS 30/90 charakteryzował się lepkością kinematyczną w temperaturze 40°C o wartości 526,2 mm²/s, temperaturą zapłonu w tyglu otwartym 321°C i temperaturą płynięcia –9°C,
- olej T 400 wyróżniał się lepkością kinematyczną w temperaturze 40°C o wartości 394,5 mm²/s, temperaturą zapłonu w tyglu otwartym 267°C i temperaturą płynięcia –21°C.

Zagęszczacze

Do wytworzenia próbek smarów wytypowano zagęszczacze:

- Baragel 3000 – produkcji firmy Elementis Specialties, Inc.,
- Pangel B5, Pangel OM4, Pangel B20, Pangel OMD1 – produkcji firmy Tolsa Group,
- Viscogel SD, Viscogel XDE, Viscogel S4 – produkcji firmy Laviosa Minerals Italia.

Na podstawie zebranych informacji od producentów zagęszczaczy bentonitowych sporządzono tablicę 3 uwzględniającą krótki opis i zastosowanie danego zagęszczacza.

Tablica 3. Charakterystyka zastosowanych zagęszczaczy bentonitowych [15–19, 21]

Nazwa i producent	Właściwości	Charakterystyka
Baragel Elementis Specialties, Inc.	<ul style="list-style-type: none"> – proszek o jasnej barwie – nie wymaga aktywacji za pomocą chemicznego aktywatora – łatwa dyspersja w oleju – mała wrażliwość na ścinanie – wysoce wydajny – zapewnia doskonałą trwałość mechaniczną 	<p>Baragel 3000:</p> <ul style="list-style-type: none"> – organicznie modyfikowana glina bentonitowa – do zagęszczenia smarów na bazie olejów mineralnych oraz olejów syntetycznych o średnich–wysokich wskaźnikach lepkości – wymaga promotora dyspersji – wody w ilości 0,1% wag. – dodatek 2% acetonu powoduje wzrost penetracji po ugniataniu – zalecany poziom dozowania 6 do 15%

cd. Tablica 2

Nazwa i producent	Właściwości	Charakterystyka
Pangel TOLSA GROUP	<ul style="list-style-type: none"> – proszek o jasnej barwie – brak konieczności zastosowania polarnego aktywatora – wysoka zdolność zagęszczania – prosty proces dyspersji – dobra stabilność – zmniejszony proces sedymentacji 	<p>Pangel B5:</p> <ul style="list-style-type: none"> – do niskopolarnych układów: rozpuszczalników alifatycznych, olejów mineralnych, olejów syntetycznych <p>Pangel OM4:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie wysokooczyszczonej glinki bentonitowej – do niskopolarnych układów: rozpuszczalników alifatycznych, mineralnych, olejów syntetycznych <p>Pangel B20:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie sepiolitu – uwodornionego krzemianu magnezu modyfikowanego IV rz. solami amoniowymi – i krystalicznej krzemionki – do średniopolarnych układów: olejów naftenowych, olejów aromatycznych, olejów roślinnych <p>Pangel OMD1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie wysokiej czystości glinki bentonitowej – do średniopolarnych układów: rozpuszczalników alifatycznych, olejów mineralnych, olejów syntetycznych
Viscogel Laviosa Minerals Italia	<ul style="list-style-type: none"> – proszek o jasnej barwie – brak konieczności zastosowania polarnego aktywatora 	<p>Viscogel SD:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie wysokiej czystości glinki bentonitowej – smektytu modyfikowanego IV rz. solami alkiloamoniowymi – łatwy w dyspersji, nie wymaga silnego mieszania, – do mineralnych alkoholi alifatycznych, węglowodorów aromatycznych <p>Viscogel XDE:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie glinki smektytu modyfikowanej IV rz. solami alkiloamoniowymi – do olejów mineralnych <p>Viscogel S4:</p> <ul style="list-style-type: none"> – na bazie glinki bentonitowej modyfikowanej IV rz. solami alkiloamoniowymi – do stosowania w rozpuszczalnikach alifatycznych i olejach mineralnych

Proces wytwarzania smarów bentonitowych

Sporządzono próbki smarów zawierające 8% i 10% zagęszczacza, zarówno na bazie oleju BS 30/90, jak i T 400. Przy wykorzystaniu zagęszczacza Baragel 3000 jako aktywator zastosowano wodę w stężeniu 0,1% (*m/m*) oraz aceton w stężeniu 3% (*m/m*) (zgodnie z zaleceniem producenta). W przypadku pozostałych zagęszczaczy jako aktywator wykorzystano wodę w stężeniu 0,1% (*m/m*).

Próbki zostały sporządzone na podstawie dwóch receptur:

- **I receptura – stosowana dla smarów aktywowanych acetonem**

Próbki wytwarzano w zlewce szklanej o pojemności 250 ml. Do 1/3 objętości oleju dodano 8% (*m/m*) zagęszczacza. Stosując mieszadło mechaniczne, mieszano w temperaturze pokojowej przez 30 minut, przy prędkości 2000 obr/min. Następnie dozowano 3% (*m/m*) acetonu i całość mieszano przez 15 minut. Później do całości dodano pozostałą ilość oleju i kontynuowano mieszanie przez 30 minut.

- **II receptura – stosowana dla smarów aktywowanych wodą**

Próbki wytwarzano w zlewce szklanej o pojemności 250 ml. Do całości oleju dodano odpowiednio 8% (*m/m*) lub 10% (*m/m*) zagęszczacza. Stosując mieszadło mechaniczne, mieszano w temperaturze pokojowej przez 10 minut, przy prędkości 800 obr/min. Następnie dozowano 0,1% (*m/m*) wody i całość mieszano przez 30 minut.

Wytworzone próbki poddano procesowi homogenizacji w młynie korundowym typu fryma, przy szczelinie 0,2 mm. Dla części próbek nie uzyskano produktu o konsystencji smaru. Pozostałe próbki smarów zostały poddane podstawowym badaniom parametrów fizykochemicznych: penetracji po ugniataniu (60 razy), temperatury kroplenia, stabilności mechanicznej i skłonności do wydzielania oleju.

W tablicy 4 zestawiono skład i właściwości wyprodukowanych smarów bentonitowych.

Tablica 4. Skład i właściwości wyprodukowanych smarów bentonitowych

Typ zagęszczacza	Olej bazowy	Aktywator (promotor dyspersji)	Udział zagęszczacza/oleju bazowego/aktywatora [% (m/m)]	Wartość penetracji [mm/10]	Klasa konsystencji	Stabilność mechaniczna po 4 godz. w temperaturze 100°C [%]	Wydzielenie oleju ze smaru w temperaturze 100°C, w czasie 30 godz. [% (m/m)]
Baragel 3000	BS 30/90	aceton	8,00/89,0/3,00	242	3	71,73	0,00
Baragel 3000	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	215	3	84,10	0,00
Baragel 3000	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	268	2	67,21	0,04
Baragel 3000	T 400	aceton	8,00/89,0/3,00	279	2	51,61	0,00
Pangel B5	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	260	2	51,52	0,81
Pangel B5	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	377	0	20,00	2,16
Pangel OM4	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Pangel OM4	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Pangel B20	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	287	2	57,58	1,64
Pangel B20	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	317	1	39,51	2,28
Pangel OMD1	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Pangel OMD1	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Viscogel SD	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	275	2	36,51	1,59
Viscogel SD	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	365	0	22,10	4,51
Viscogel XDE	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	215	3	58,50	1,41
Viscogel XDE	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	305	1	55,07	3,01
Viscogel S4	BS 30/90	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Viscogel S4	T 400	woda	8,00/91,90/0,10	próbka odrzucona z powodu braku uzyskania konsystencji smaru			
Baragel 3000	BS 30/90	woda	10,00/89,90/0,10	212	4	59,52	0,09
Baragel 3000	T 400	woda	10,00/89,90/0,10	257	3	27,27	0,44
Viscogel XDE	BS 30/90	woda	10,00/89,90/0,10	193	4	104,88	0,06
Viscogel XDE	T 400	woda	10,00/89,90/0,10	260	2	70,18	0,35

Omówienie wyników badań

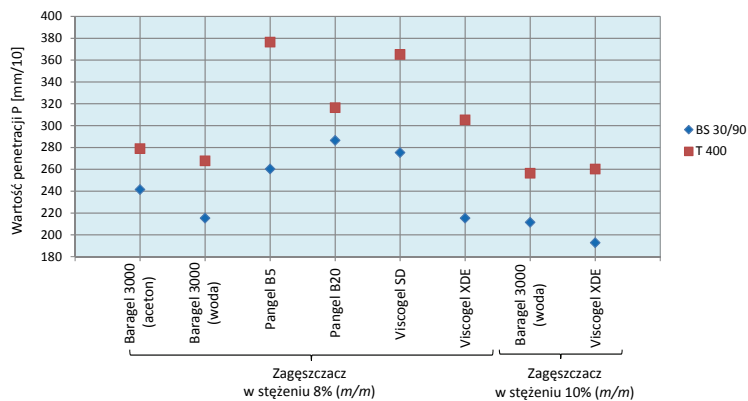
Badanie wpływu rodzaju bazy olejowej i zagęszczacza na konsystencję smaru

Dla uzyskanych próbek smarów wykonano oznaczenie średniej penetracji po 60 cyklach ugniatania. Wyznaczoną wartość penetracji dla poszczególnych próbek przedstawiono na rysunku 2.

Próbki smarów wytworzone z udziałem oleju BS 30/90 charakteryzowały się niższą penetracją po ugniataniu niż analogiczne próbki powstałe na bazie oleju T 400. Największą różnicę w przypadku zagęszczania olejów o różnym charakterze chemicznym zaobserwowano dla zagęszczacza Pangel B5 (powyżej 100 jednostek), natomiast najmniejszą dla zagęszczacza Pangel B20 (poniżej 40 jednostek).

Konsystencja wytworzonych smarów, oprócz charakteru stosowanego oleju, była również zależna od rodzaju użytego zagęszczacza. Najtwardszą konsystencję posiadały smary wyprodukowane z wykorzystania

niem zagęszczacza Baragel 3000. Ponadto zaobserwowano, że w przypadku tego zagęszczacza użycie wody jako aktywatora przyczyniało się do uzyskania twardszej konsystencji smaru. W przypadku próbek z zastosowaniem zagęszczacza



Rys. 2. Wpływ zagęszczacza na konsystencję wytworzonych próbek smarów bentonitowych

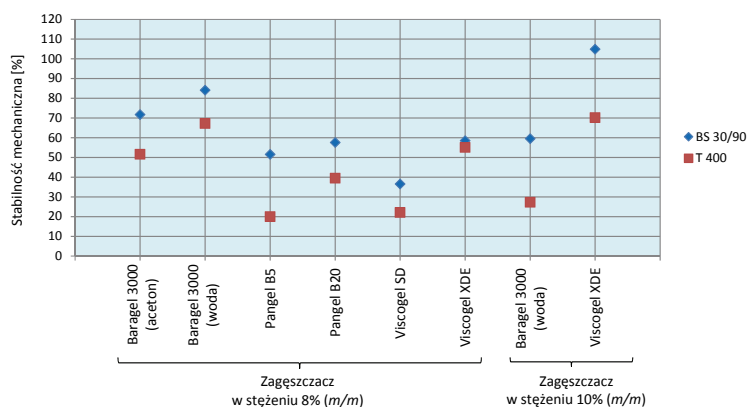
Baragel 3000 i Viscogel XSD, aktywowanych wodą, zaobserwowano, że wzrost stężenia zagęszczacza w smarze po-

wodował nieznaczny spadek wartości penetracji wyprodukowanego smaru.

Oznaczenie stabilności mechanicznej uzyskanych próbek smarów

Dla uzyskanych próbek smarów wykonano oznaczenie stabilności mechanicznej. Wyniki tych pomiarów przedstawiono na rysunku 3. Otrzymane wyniki wykazują, że wszystkie wyprodukowane smary cechowały się słabą stabilnością mechaniczną.

Spośród przebadanych próbek smar wytworzony na bazie oleju T 400, z wykorzystaniem Pangelu B5 jako zagęszczacza, charakteryzował się najlepszą stabilnością mechaniczną (tylko 20%). Natomiast smar wyprodukowany na bazie oleju BS 30/90, z wykorzystaniem Viscogelu XDE jako zagęszczacza, odznaczał się najgorszą stabilnością mechaniczną (powyżej 100%). Zaobserwowano, że smary wytworzone na bazie parafinowej charakteryzowały się gorszą stabilnością mechaniczną niż analogiczne smary wyprodukowane na bazie naftenowej. Nie odnotowano charaktery-

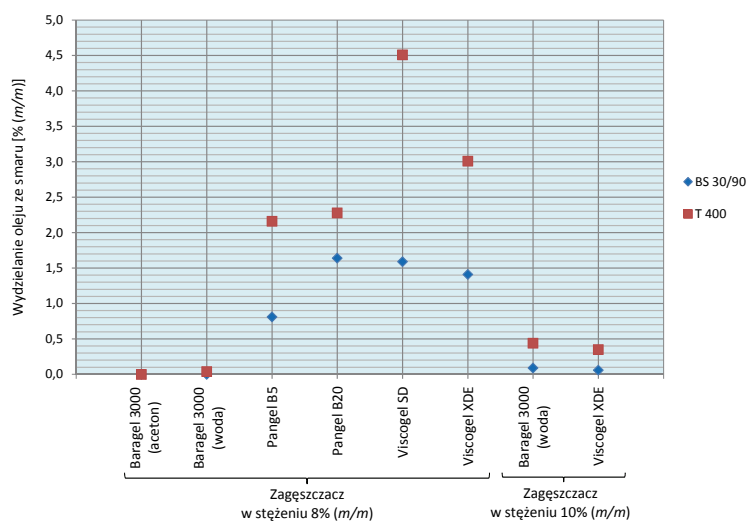


Rys. 3. Wpływ zagęszczacza na stabilność mechaniczną wytworzonych próbek smarów bentonitowych

stycznej zależności wpływu ilości zagęszczacza na zmianę wartości stabilności mechanicznej.

Oznaczenie skłonności do wydzielania oleju ze smaru

Wszystkie wytworzone próbki smarów charakteryzowały się niewielką skłonnością do wydzielania oleju w wysokiej temperaturze – ilość wydzielonego oleju nie przekraczała 5% (*m/m*). Próbki powstałe na bazie oleju BS 30/90 posiadały mniejszą tendencję do zjawiska synerzy, czyli do skłonności wydzielania oleju, niż smary wyprodukowane na bazie oleju T 400. Smar wytworzony przy udziale zagęszczacza Baragel 3000 charakteryzował się najmniejszą skłonnością do wydzielania oleju (0%) – w warunkach badania nie zaobserwowano wydzielania oleju ze smaru. Smar wyprodukowany na bazie oleju T 400, zagęszczony Viscogelem SD, odznaczał się największą skłonnością do wydzielania oleju, na poziomie 4,5%. W przypadku smarów wytworzonych z udziałem Baragelu 3000 skutecznym promotorem dyspersji niż woda okazał się aceton – tak powstały smar charakteryzował się mniejszą skłonnością do wydzielania oleju. Nie można jednoznacznie określić za-



Rys. 4. Wpływ zagęszczacza na skłonność smaru do wydzielania oleju dla wytworzonych próbek smarów bentonitowych

leżności pomiędzy stężeniem zagęszczacza a ilością wydzielonego oleju.

Wnioski

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że oba rodzaje wytypowanych olejów bazowych posiadały dobrą podatność na zagęszczanie. Lepszą podatność na zagęszczanie, a co za tym idzie wyższą klasę kon-

stencji (o 1 lub nawet 2) uzyskano dla smarów bentonitowych wyprodukowanych z udziałem oleju o charakterze parafinowym. Najskuteczniejszym zagęszczaczem okazał się Baragel 3000.

Badania z wykorzystaniem aparatu *roll-test* potwierdziły złą stabilność mechaniczną smarów bentonitowych, bez względu na rodzaj oleju bazowego czy zastosowanego zagęszczacza. Zaobserwowano, że smary wytworzone na bazie parafinowej charakteryzowały się gorszą stabilnością mechaniczną niż analogiczne smary wyprodukowane na bazie naftenowej. Niska stabilność mechaniczna nie dyskwalifikuje jednak smaru do stosowania w łożysku. Przykładami smarów bentonitowych ze słabą wartością stabilności deklarowanej przez producenta mogą być np. Bentomos 23 Lotos

(stabilność wynosi 180%) oraz Bentor 2 Orlen Oil (stabilność – 172%) [10, 14].

Wszystkie wytworzone próbki smarów charakteryzowały się niewielką skłonnością do wydzielania oleju w wysokiej temperaturze, poniżej 5% (*m/m*). Potwierdza to dużą odporność smarów bentonitowych na działanie wysokich temperatur. Lepszą trwałością struktury charakteryzowały się smary powstałe na bazie oleju o charakterze parafinowym, natomiast spośród różnych zagęszczaczy – te zawierające w składzie Baragel 3000.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2017, nr 9, s. 707–414, DOI: 10.18668/NG.2017.09.11

Artykuł nadesłano do Redakcji 20.02.2017 r. Zatwierdzono do druku 26.05.2017 r.

Artykuł powstał w ramach realizacji pracy inżynierskiej pt.: *Badanie przydatności olejów bazowych o różnym charakterze do otrzymywania smarów bentonitowych* – powstałej pod kierunkiem dr. inż. Mieczysława Chmury, na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, Kraków, styczeń 2016 r.

Literatura

- [1] *Bentone, Baragel, Nykon. Rheological Additives. Organoclay Thickeners for the Lubrication Industry*; www.monsonco.com/wp-content/uploads/2015/02/Elementis-Grease-Handbook.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [2] Czarny R.: *Smary plastyczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004.
- [3] Dresel W.H., Heckler R.P.: *Some Aspects of Tomorrow's Greases*. NLGI Spokesman, kwiecień 1994, s. 17–24.
- [4] Grease Production Survey Report 2008–2011. NLGI.
- [5] Kongres producentów smarów w Paryżu; www.wnp.pl/artykuly/kongres-producentow-smarow-w-paryzu,-7129.html (dostęp: 12.04.2016).
- [6] Naphthenic specialty oils for Greases; www.nynas.com (dostęp: 06.01.2016).
- [7] Olej bazowy BS 30/90 – specyfikacja techniczna; www.lotossil.pl/pl/home/produkty/oleje-bazowe,2,400,show,11958 (dostęp: 19.01.2016).
- [8] Olej bazowy T 400 – specyfikacja techniczna; www.nyport.nynas.com/Apps/1112.nsf/wnsds/SE_EN_T_400/\$File/T_400_SE_EN_SSD.pdf (dostęp: 05.12.2015).
- [9] Przemysłowe Środki Smarne – Poradnik; www.total.com.pl/pro/B2B-produkty-dla-przemyslu/li-materialy-informacyjne/li-poradnik.html (dostęp: 12.04.2017).
- [10] Smar Bentomos 23 firmy Lotos – specyfikacja techniczna; http://www.lotos.pl/321/p,142,c,111/111/smar_bentomos_23 (dostęp: 12.01.2016).
- [11] Smar bentonitowy Benterm 2 – karta informacyjna; www.naftochem.pl/benterm-2/ (dostęp: 12.01.2016).
- [12] Smar bentonitowy Bentor 2 – Lotos Oil – karta informacyjna; www.lotos.pl/pobierz_plik/40705 (dostęp: 12.01.2016).
- [13] Smar bentonitowy Bentor 2 – Orlen Oil – karta informacyjna; www.orlenoil.pl/PL/NaszaOferta/Produkty/Strony/BENTOR_2.aspx (dostęp: 06.01.2016).
- [14] Smar Bentor 2 firmy Orlen Oil – specyfikacja techniczna; http://www.orlenoil.pl/PL/NaszaOferta/Produkty/Strony/produkt.aspx?produkt=BENTOR_2.aspx (dostęp: 06.01.2016).
- [15] Zagęszczacz Baragel 3000 – specyfikacja techniczna; www.elementisspecialties.com/esweb/webproducts.nsf/allbydocid/9D58CFBCABC36A838525773600517516/\$FILE/BARAGEL%203000%20MWF%20DS%20945%205-2014.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [16] Zagęszczacz Pangel B20 – karta informacyjna; www.tolsa.com/aditivos/wp-content/uploads/sites/5/PANGEL-B20-EN-201409.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [17] Zagęszczacz Pangel B5 – karta informacyjna; www.tolsa.com/aditivos/wp-content/uploads/sites/5/PANGEL-B5-EN-201409.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [18] Zagęszczacz Pangel OM4 – karta informacyjna; www.tolsa.com/aditivos/wp-content/uploads/sites/5/PANGEL-OM4-EN-201409.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [19] Zagęszczacz Pangel OMD1 – karta informacyjna; www.tolsa.com/aditivos/wp-content/uploads/sites/5/PANGEL-OMD1-EN-201409.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [20] Zagęszczacz Viscogel S4 – karta informacyjna; www.laviosa.com/wp-content/uploads/2015/06/LAVIOSA_Coatings_Viscogel-S4_TDS_ENG-rev-1.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [21] Zagęszczacz Viscogel SD – karta informacyjna; www.laviosa.com/wp-content/uploads/2015/06/LAVIOSA_Coating_Viscogel-SD_TDS_ENG-rev-1.pdf (dostęp: 06.01.2016).
- [22] Zagęszczacz Viscogel XDE – karta informacyjna; www.laviosa.com/wp-content/uploads/2015/02/LAVIOSA_Coatings_Viscogel-XDE_TDS_ENG.pdf (dostęp: 06.01.2016).

Akty prawne i normatywne

- [23] PN-C-04095:1985 *Podział smarów plastycznych na klasy według konsystencji*.
- [24] PN-C-04144:1962 *Oznaczanie stabilności mechanicznej smarów stałych*.
- [25] PN-ISO 2137:2011 *Oznaczanie stożkiem penetracji smarów plastycznych i petrolatum*.
- [26] PN-V-04047:2002 *Badanie wydzielania oleju ze smaru w wysokich temperaturach*.



Inż. Patrycja STACHURSKA
Studentka studiów magisterskich kierunku Technologia Chemiczna na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, specjalności Kataliza Przemysłowa.
E-mail: patrycja.stachurska@gmail.com