

Anna Rembiesa-Śmiszek, Agnieszka Skibińska
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Smary sulfonianowe do trudnych zastosowań

Wstęp

Smary plastyczne, stanowiące układy koloidalne, najczęściej klasyfikowane są ze względu na rodzaj zagęszczacza, który w znaczący sposób determinuje ich właściwości eksploatacyjne.

Właściwa struktura smaru jest utrzymywana dzięki istnieniu sił przyciągania powierzchniowego, sił kapilarnych oraz zjawiska adsorpcji powierzchniowej między zagęszczaczem i fazą ciekłą. W celu nadania odpowiednich cech użytkowych do smaru wprowadza się różnego rodzaju substancje modyfikujące jego strukturę i właściwości [15].

Zagęszczacz w istotny sposób wpływa na parametry eksploatacyjne smaru plastycznego. W zależności od rodzaju zagęszczacza smary dzielone są na:

- mydlane, z mydłami prostymi i kompleksowymi,
- zawierające zagęszczacze mieszane,
- węglowodorowe,
- z zagęszczaczami nieorganicznymi,
- z zagęszczaczami polimerowymi.

Najstarsze technologicznie są smary wapniowe. Pierwotnie wytwarzane były podczas gotowania tłuszczów zwierzęcych z ługiem. Obecnie produkowane są one w oparciu o dwa rodzaje mydeł:

- stearyniany wapnia – dawniej powszechnie używane, ze względu na niską cenę i dostępność,
- 12-hydroksystearynian wapnia – otrzymywany w oparciu o obecnie najpowszechniej stosowany kwas do produkcji zagęszczaczy mydlanych.

Podstawowym zastosowaniem smarów wapniowych jest smarowanie łożysk ślizgowych i tocznych – pracujących pod małym obciążeniem, w środowisku bardzo wilgotnym, w połączeniach przegubowych i w styczności z powłokami antykorozyjnymi.

W grupie smarów wapniowych wyróżnia się grupę smarów kompleksowych – zawierających mydła, co najmniej dwóch kwasów, o różnej długości łańcucha: małocząsteczkowego (np. octowego) i wielkocząsteczkowego (np. stearynowego). Smary wapniowe kompleksowe ze względu na wysoką temperaturę kroplenia, odporność na działanie wody oraz właściwości przeciwzuzyciowe znajdują szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu [2].

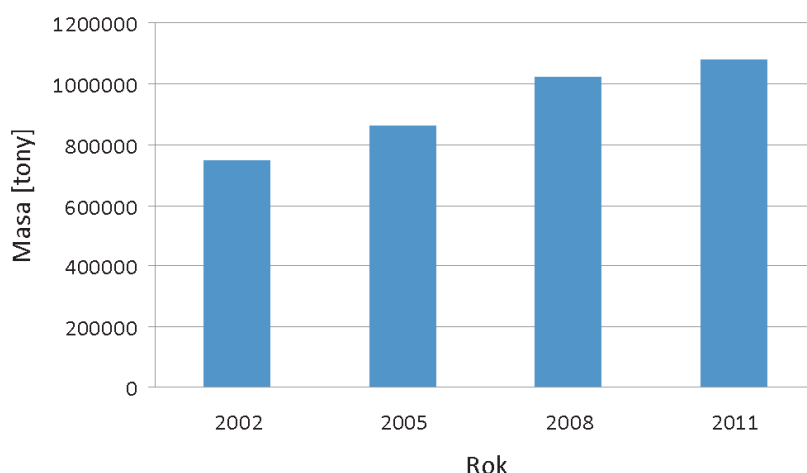
W grupie smarów wapniowych kompleksowych wyróżnić należy smary zawierające jako zagęszczacz nadzasadowy sulfonian wapnia. Ze względu na swoje specyficzne właściwości smary te zasługują na szczególną uwagę.

Światowa produkcja smarów plastycznych

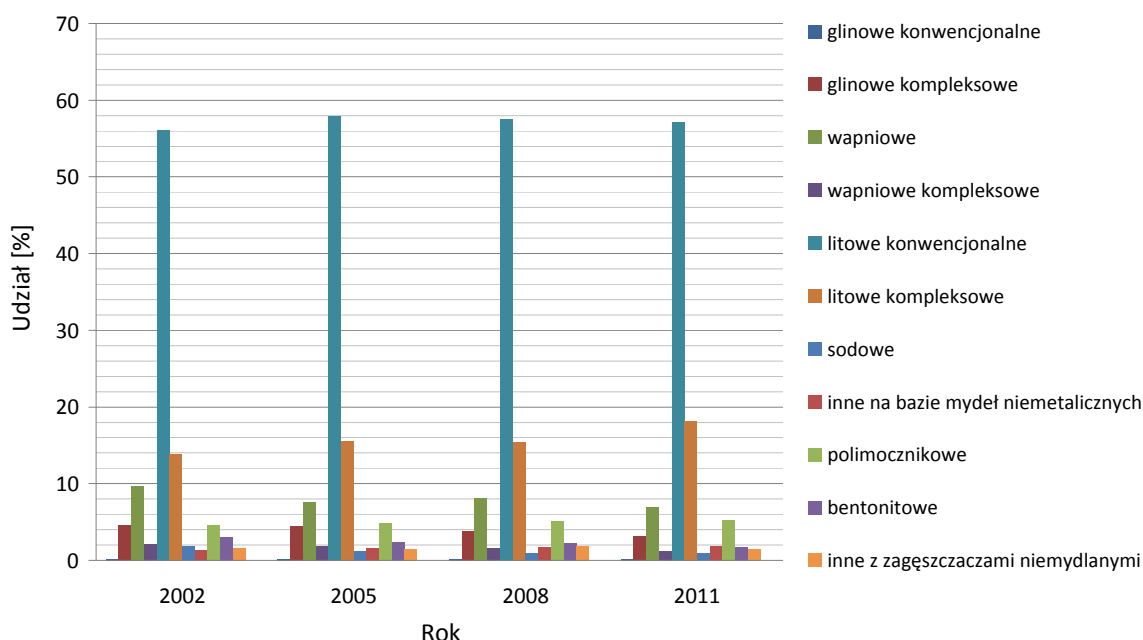
Z ostatniego raportu National Lubricating Grease Institute, opublikowanego w czerwcu 2012 roku, wynika, że globalna produkcja smarów z roku na rok wzrasta [4]. Raport NLGI zawiera jednak tylko dane od 159 producentów smarów, którzy udzielili informacji dotyczących produkcji (rysunek 1). Każdego roku część producentów odmawia przekazania danych o produkcji, potrzebnych do opracowania raportu.

Na światowym rynku najpowszechniej stosowane są smary litowe konwencjonalne. Stanowią one ponad 50% całkowitej światowej produkcji (rysunek 2) [3, 6].

Smary litowe kompleksowe stanowią prawie 20%, smary wapniowe (konwencjonalne i kompleksowe) – ok. 10%, natomiast smary polimocznikowe to ok. 5% produkcji globalnej. W mniejszych ilościach wytwarzane są smary bentonitowe ok. 3% i sodowe ok. 1%.



Rys. 1. Światowa produkcja smarów plastycznych w latach 2002–2011



Rys. 2. Udział poszczególnych rodzajów smarów plastycznych w produkcji globalnej

Światowa produkcja smarów na bazie sulfonianów wapnia

Z raportów NLGI za lata 2002–2005 i 2008–2011 [3, 6] wynika, że globalna produkcja smarów na bazie nadzasadowych sulfonianów wapnia wzrasta (rysunek 3). W 2011 roku ich produkcja wyniosła 108 108,5 tony, a najczęściej smarów sulfonianowych wyprodukowano w Ameryce Północnej (14 632 tony). W Europie największy poziom produkcji osiągnięto w 2011 roku (1862 tony).

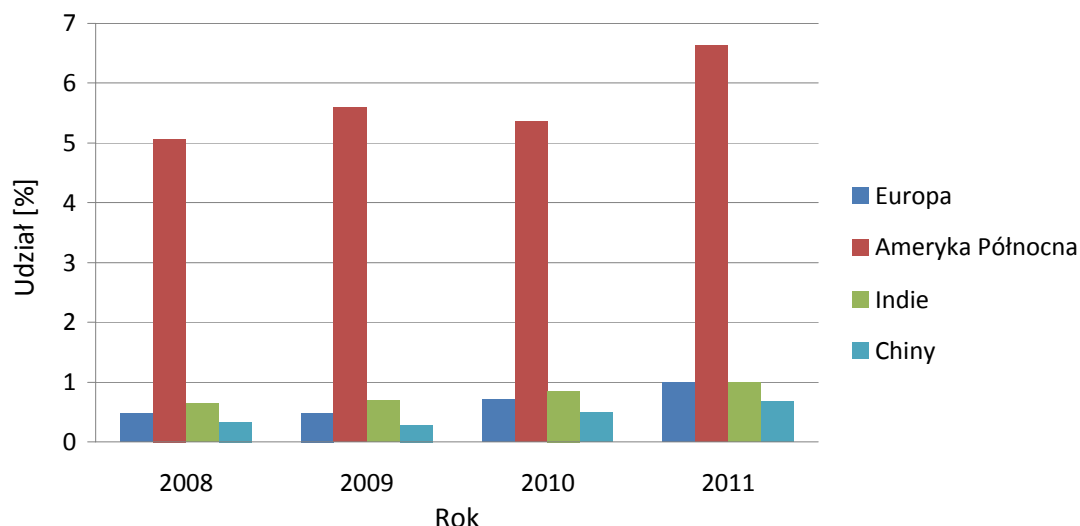
Niewielu producentów na świecie posiada opracowane technologie produkcji smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia [15]. Poniżej podano zestawienie smarów sulfonianowych dostępnych na rynku:

- Lotos Oil: Sulfocal 101, Sulfocal 102, Sulfocal 301,

Sulfocal 302, Sulfocal 601, Sulfocal 602, Sulfocal 801, Sulfocal 802, Sulfocal 803,

- Orlen Oil: Hutplex EP-2,
- PHUP „MIND” Sp. z o.o.: MIND 0 EP 1,5; MIND 0 EP 1,5; MIND 1; MIND 2; MIND 3; MIND 4,
- Total: Ceran AD Plus, Ceran AD, Ceran CA, Ceran EPG, Ceran FG, Ceran GEP, Ceran HV, Ceran HVA, Ceran HVS, Ceran LT, Ceran MBG, Ceran MM, Ceran MS, Ceran PM, Ceran ST 2, Ceran WR 1, Ceran WR 2,
- Veco: Vecocal Complex S-1, Vecocal Complex S-2,
- SKF: LGHB 2,

- Timken: GR219, GR180, GR181, GR182,
- Fuchs: Renolit CX-HT seria, Renolit CSX, Renolit CXI 2, Renolit CX-TOM 15,
- Kernite Lubrication: K NATE AEROSOL, K NATE NLGI 1, K NATE NLGI 2, K NATE 00,
- Petro-Canada: PEERLESS LLG, PEERLESS OG0, PEERLESS OG1, PEERLESS OG2, PEERLESS OG2 RED, PEERLESS OD2 PLUS, PEERLESS SVG 102, PEERLESS XCG FLEX,
- Thermal Lube, Inc.: XL-8705.



Rys. 3. Udział produkcji smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia w produkcji smarów w różnych regionach świata

Właściwości i zastosowanie smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia

Współczesne trendy w zakresie jakości środków smarnych, związane z szybkim rozwojem różnych gałęzi przemysłu, wskazują na konieczność stosowania produktów wysokiej jakości. Ponadto zaostrzające się wymogi dotyczące ochrony środowiska wymuszają stosowanie środków smarnych o zmniejszonej toksyczności względem środowiska.

Smary zagęszczane nadzasadowym sulfonianem wapnia, charakteryzujące się doskonałymi parametrami eksploatacyjnymi, są formułacjami odpowiadającymi aktualnemu stanowi techniki – ze względu na swoje właściwości.

Jednym z najważniejszych parametrów charakteryzujących te smary jest bardzo wysoka temperatura kroplenia (powyżej 300°C), co pozwala na osiągnięcie wysokiej temperatury pracy smaru [2]. Natomiast w niskich temperaturach smary te charakteryzuje dobra pompowność. Zwłaszcza zastosowanie oleju syntetycznego typu PAO dodatkowo poprawia ich charakterystykę temperaturową [6].

Istotnym parametrem eksploatacyjnym smarów na bazie nadzasadowego sulfonianu wapnia jest odporność na działanie wody. Badania odporności na wymywanie wodą metodą dynamiczną, przeprowadzone zgodnie z normą ASTM D 1264, wykazują, że smary wapniowe sulfonianowe charakteryzuje wysoka odporność na działanie wody.

Umożliwia to ich stosowanie w środowisku wilgotnym lub w sytuacjach, kiedy występuje kontakt smaru z wodą.

Wymagania współczesnego rynku środków smarnych pociągają za sobą również potrzebę zwiększonej ochrony antykorozyjnej. Smary zagęszczane nadzasadowym sulfonianem wapnia spełniają te wymagania nawet bez zastosowania dodatków (inhibitorów korozji). Potwierdzają to testy odporności smarów na korozję w warunkach statycznych, przeprowadzone zgodnie z ASTM D 1743, zarówno w środowisku wody dejonizowanej, jak i syntetycznej wody morskiej.

Istotnym parametrem charakteryzującym smary plastyczne jest odporność na utlenianie. Przedwczesne utlenianie może prowadzić do degradacji oleju bazowego, a w rezultacie do przedwczesnego twardnienia smaru, co w zdecydowany sposób pogarsza jego parametry eksploatacyjne. Badania przeprowadzone zgodnie z normą ASTM D 942 potwierdzają doskonałą stabilność oksydacyjną smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia.

Na doskonałe walory eksploatacyjne smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia wpływają ich właściwości przeciwzatarciowe i przeciwwżyciowe. Wielofunkcyjny smar musi zachowywać odpowiednie

parametry zarówno w warunkach smarowania hydrodynamicznego, jak i granicznego.

Badania właściwości smarnych przeprowadzane w teście na aparacie czterokulowym, według ASTM D 2596, dla smarów sulfonianowych wykazują bardzo wysokie obciążenie zespawania (ok. 500 kG), co potwierdza ich doskonałe właściwości przeciwzatarciowe. Uzyskana w teście przeprowadzonym według ASTM D 2266 (pod obciążeniem 40 kG) średnica skazy (0,39 mm) świadczy o dobrych parametrach przeciwzużyciowych smarów sulfonianowych [11].

Struktura smarów na bazie sulfonianu wapnia, zawierająca w swym składzie cząsteczki kalcytu, sprawia, że wykazują one dobre własności smarne nawet bez wprowadzania do smaru dodatków smarnych – związków fosforu czy siarki. Dzięki temu smary te z powodzeniem mogą być stosowane w węzłach tarcia, które mają kontakt z żywnością [9].

Prowadzona obecnie na świecie polityka proekologiczna wymusza stosowanie środków smarnych o zmniejszonej toksyczności względem środowiska. Smary na bazie nadzasadowego sulfonianu wapnia nie zawierają w swoim składzie takich substancji jak np. disiarczek molibdenu, który mimo doskonałego wpływu na właściwości EP smaru stanowi zagrożenie wobec środowiska naturalnego [2].

Zaletą smarów na bazie nadzasadowego sulfonianu wapnia jest dobra mieszalność z innymi gatunkami smarów, takimi jak smary litowe kompleksowe, wapniowe kompleksowe oraz poliuretanowe. Ze smarami wapniowymi konwencjonalnymi i bentonitowymi mieszają się one w ograniczonym zakresie, natomiast ze smarami glinowymi kompleksowymi, litowo-wapniowymi konwencjonalnymi i litowymi konwencjonalnymi nie mieszają się wcale [15].

Ze względu na swoje właściwości wielozadaniowe smary sulfonianowe stosowane są głównie w węzłach tarcia, w których występują trudne warunki pracy, np.:

- w środowisku wysokich temperatur, np. w przemyśle metalurgicznym (huty),

- w środowisku wilgotnym i morskim (dźwigi portowe, sprzęt pływający),
- w środowisku, w którym wymagana jest zwiększona ochrona przeciwzatarciowa i przeciwzużyciowa,
- przy ekstremalnych naciskach – szczególnie dostosowane są do smarowania wolnoobrotowych łożysk w przemyśle metalurgicznym,
- w przemyśle papierniczym do smarowania łożysk w mokrych częściach maszyn, do smarowania łożysk przemysłowych pracujących w wysokich temperaturach i przy wysokich naciskach w mokrej i suchej sekcji maszyn papierniczych,
- w przemyśle samochodowym do smarowania łożysk piast kół, podwozi,
- w przemyśle metalurgicznym do smarowania urządzeń mechanicznych, głowic frezarek, przekładni,
- w górnictwie do smarowania kruszarek, rozdrabniarek, podnośników,
- w inżynierii lądowej, np. do ciężkiego sprzętu do budowy dróg, pracującego przy bardzo niskich temperaturach otoczenia,
- w przemyśle spożywczym, np. do walcarek w cukrowniach,
- do smarowania przewodnic, lin metalowych, lin drucianych, wyciągarek, otwartych przekładni i łańcuchów pracujących w bardzo trudnych warunkach otoczenia,
- do smarowania wszystkich węzłów tarcia, które podlegają wysokim naciskom i obciążeniom udarowym, pracujących w warunkach, w których smar jest w częstym kontakcie z wodą, np. dźwigi przesuwne, koła zębate tarczowe, przeguby pras, przenośniki, sprzęgła zębate itp.,
- do smarowania maszyn przemysłowych (zwijarki, walce itp.),
- do zastosowań morskich (liny druciane, otwarte przekładnie, zawiasy, ściągacze) i zastosowań portowych, gdzie panują najtrudniejsze warunki (woda, wysoka temperatura, kurz i inne zanieczyszczenia) [5, 10, 11].

Nadzasadowy sulfonian wapnia

Nadzasadowe sulfoniany wapnia to sulfoniany wapnia o bardzo wysokiej rezerwie alkalicznej. Ich całkowita liczba zasadowa (TBN) wynosi 300÷400 mg KOH/g.

Nadzasadowy sulfonian wapnia jest układem koloidalnym, w którym fazę rozpraszającą stanowi olej, a fazę rozproszoną węglan wapnia, stabilizowany przez związek powierzchniowo czynny – sulfonian wapnia. W strukturze cząsteczki nadzasadowego sulfonianu wapnia (rysunek 4)

rdzeń stanowi amorficzny węglan wapnia, który jest otoczony przez polarne cząsteczki surfaktantu. Natomiast hydrofobowe łańcuchy surfaktantu stabilizują cząsteczkę koloidu w oleju [10].

Nadzasadowy sulfonian wapnia najczęściej otrzymywany jest poprzez neutralizację kwasu sulfonowego nadmiarem tlenku lub wodorotlenku wapnia, w obecności promotora (najczęściej metanolu). Następnie mieszanina jest

nasycana ditlenkiem węgla, celem uzyskania koloidalnej dyspersji. Tak otrzymany nadzasadowy sulfonian wapnia, w którym węglan wapnia występuje w postaci amorficznej, ma rozmiary cząsteczek w zakresie 20÷150 Å [11].

Od wielu lat nadzasadowy sulfonian wapnia stosowany jest jako detergent i inhibitor korozji, głównie w olejach do silników okrętowych. Koloidalne dyspersje z powodzeniem stosowane są jako neutralizatory silnych kwasów i dyspergatory osadów powstających w silnikach spalinowych [2, 7, 10, 11].

Węglan wapnia występuje w czterech odmianach krystalograficznych: w jednej amorficznej i trzech krystalicznych, tj. jako wateryt, kalcyt i aragonit. W smarach zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia pożądaną formę krystalograficzną węglanu wapnia stanowi kalcyt [16]. Cząsteczki kalcytu, o heksagonalnej płytkowej strukturze (rysunek 5), asocjując, ściśle przylegają do siebie i tworzą strukturę przypominającą rybią łuskę, która zmniejsza współczynnik tarcia pomiędzy powierzchniami [10, 11]. Ponadto płytki kalcytu są zorientowane równoległe do powierzchni metalu, dzięki czemu zapewniają doskonałą barierę zabezpieczającą przed działaniem wody [13].

Zasadnicza zmiana właściwości reologicznych układu olej–nadzasadowy sulfonian wapnia jest spowodowana właśnie wysokim stopniem asocjacji cząsteczek kalcytu. Dlatego też istotą procesu otrzymywania smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia jest uzyskanie odpowiedniej formy krystalograficznej węglanu wapnia – kalcytu. Przekształcenie amorficznego węglanu wapnia w kalcyt jest możliwe dzięki zastosowaniu polarnego rozpuszczalnika i odpowiedniej temperatury [16].

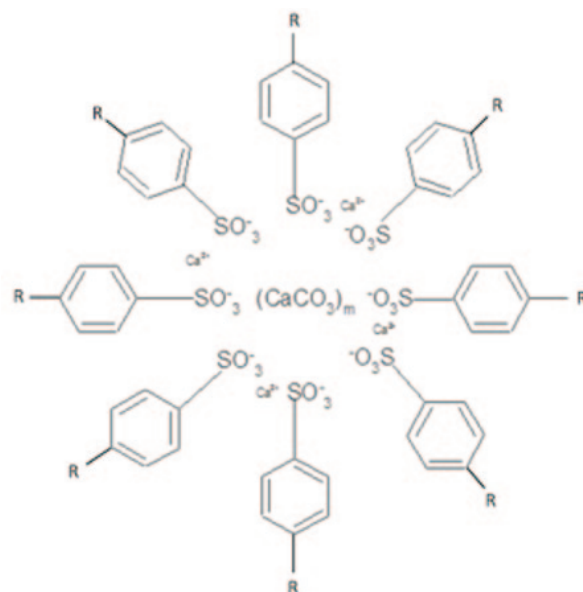
W przeciwieństwie do kalcytu cząsteczki waterytu (rysunek 6) zorientowane są prostopadle do powierzchni metalu. Nie zapewniają one odporności na ścinanie, właściwości smarnych ani ochrony przed działaniem wody [2].

Jedną z metod analizy struktury smarów sulfonianowych jest spektroskopia w podczerwieni. Widmo kalcytu daje charakterystyczny pik przy 880 cm^{-1} , a waterytu przy 876 cm^{-1} [7, 10].

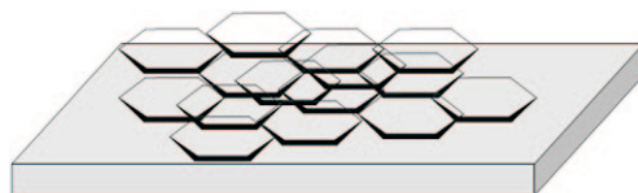
Otrzymywanie smarów sulfonianowych

Technologie produkcji smarów sulfonianowych rozwinęły się na początku lat osiemdziesiątych XX wieku i nadal są udoskonalane [10].

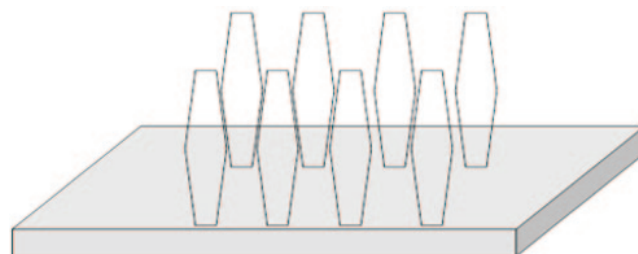
Podczas produkcji smarów zagęszczanych nadzasadowym sulfonianem wapnia istotne jest zachowanie odpowiednich parametrów procesu, ponieważ mają one zasadniczy wpływ na proces konwersji węglanu wapnia



Rys. 4. Budowa nadzasadowego sulfonianu wapnia



Rys. 5. Ułożenie cząstek kalcytu w smarze na powierzchni metalu



Rys. 6. Ułożenie cząstek waterytu w smarze na powierzchni metalu

Analiza widma smaru w podczerwieni pozwala ocenić, czy proces konwersji amorficznego węglanu wapnia w postać krystaliczną przebiegł w sposób pożądaný.

w odpowiednią formę krystalograficzną – kalcyt, który odpowiada za szereg korzystnych parametrów smarów sulfonianowych.

Otrzymywanie tych smarów prowadzone jest w procesach jedno- lub dwustopniowych. Znane są również technologie konwersji waterytu w kalcyt w obecności ditlenku węgla.

W procesie jednostopniowym do roztworu nadzasadowego sulfonianu wapnia wprowadzone są promotory konwersji amorficznego węglanu wapnia w kalcyt: woda i metanol. Innymi spotykanymi promotorami reakcji są izopropanol i 2-metoksyetanol [1, 13]. Istotne jest zachowanie odpowiedniego stosunku wody do metanolu, ponieważ wpływa on na wartość penetracji smaru [2]. W procesie konwersji obecny musi być także kwas dodecylobenzenosulfonowy [12]. Dzięki jego obecności uzyskiwana jest odpowiednia dyspersja krystalicznego węglanu wapnia w smarze. Po zakończeniu konwersji, w odpowiedniej temperaturze, do układu dodawany jest wodorotlenek wapnia, kwas borowy oraz kwas 12-hydroksystearynowy. 12-hydroksystearynian wapnia, który powstaje w reakcji, wpływa na konsystencję smaru i poprawia jego pompowność w niskich temperaturach [8, 14]. Znane są procesy, w których kwas 12-hydroksystearynowy jest dodawany przed, w trakcie i po konwersji amorficznego węglanu wapnia [14].

W pierwszym etapie procesu dwustopniowego obojętny sulfonian wapnia oraz zawiesina wodorotlenku wapnia w

oleju poddawane są działaniu gazowego ditlenku węgla. W wyniku tego powstaje nadzasadowy sulfonian wapnia, w którym węglan wapnia występuje w postaci amorficznej. W drugim etapie procesu do otrzymanego uprzednio nadzasadowego roztworu sulfonianu wapnia wprowadza się olej, wodorotlenek (lub tlenek) wapnia, wodę, kwas borowy oraz kwas tłuszczowy. W tym etapie węglan wapnia ulega przekształceniu w kalcyt. Końcowym produktem jest kompleksowy smar zagęszczony sulfonianem wapnia [8, 12].

Nadzasadowy sulfonian wapnia jest drogim surowcem, dlatego zostało opracowanych kilka procesów otrzymywania smarów sulfonianowych, których zastosowanie pozwala na zmniejszenie zużycia drogiego nadzasadowego sulfonianu wapnia [12].

Inną, znacznie prostszą w wykonaniu metodą otrzymania smaru sulfonianowego jest zastosowanie gotowego pakietu firmy Lubrizol – Lubrizol 86GR. W procesie mieszania Lubrizolu 86GR w odpowiednich proporcjach z olejem bazowym i wodą, w ściśle określonej temperaturze, po upływie 2–3 godzin powstaje smar stabilny chemicznie [1].

Podsumowanie

Smary zagęszczane nadzasadowym sulfonianem wapnia ze względu na swoje doskonałe właściwości, takie jak wysoka odporność termiczna, wysoka odporność na ścinanie, odporność na działanie wody, ochrona antykorozyjna, zaspokajają potrzeby rynku w zakresie smarów do specjalnych zastosowań. Ich światowa produkcja zwiększa się z roku na rok, a największy poziom osiąga w Ameryce Północnej.

Mimo że smary sulfonianowe są stosunkowo drogie, ich stosowanie przynosi duże korzyści ekonomiczne: rzadsze

przestoje wynikające z konserwacji, zmniejszone ryzyko usterek i niesprawności smarowanych układów, a także zwiększenie bezpieczeństwa pracy, ze względu na zmniejszone ryzyko wycieków. Co więcej, w przypadku zastosowania smarów sulfonianowych możliwe jest obniżenie całkowitego zużycia smarów nawet o 50% [2].

W smarach sulfonianowych, ze względu na ich bardzo dobre właściwości smarne, nie ma konieczności stosowania dodatków EP, co czyni je bardziej przyjaznymi dla środowiska.

Literatura

- [1] *Calcium Sulfonate – Lubrizol® 86GR for High-Temperature Applications*. <http://www.lubrizol.com/IndustrialAdditives/GreaseAdditives/Products/Lubrizol86GR.html>, dostęp: maj 2012 r.
- [2] Denis R., Sivik M. R.: *Calcium Sulfonate Grease-Making Process*. „NLGI Spokesman” 2009, vol. 73, no. 5, s. 30–36.
- [3] Grease Production. „NLGI Spokesman” 2007, vol. 70, no. 10.
- [4] Grease Production Survey Report 2008–2011. NLGI.
- [5] Iwasaki M., Kimura Y., Youda H., Takemura K.: *The Case Studies of Industrial Applications of Calcium Sulfonate Complex Grease in Japan*. „NLGI Spokesman” 2009, vol. 73, no. 4, s. 22–27.
- [6] Kimura Y., Takemura K., Araki J., Kojima H.: *Study of Synthetic Oil based Calcium Sulfonate Complex Greases*. „NLGI Spokesman” 2006, vol. 70, no. 9, s. 20–26.
- [7] Kobylyansky E. V., Kravchuk G. G., Makedonsky O. A., Ishchuk Yu. L.: *Structure of Ultrabasic Sulfonate Greases*. „Chemistry and Technology of Fuels and Oils” 2002, vol. 38, issue 2, s. 110–114.
- [8] Kobylyansky E. V., Mishchuk O. A., Ishchuk Yu. L.: *Lubricating Properties of Tixotropic Systems Based on Overbased Calcium Sulphonate*. „Lubrication Science” 2004, vol. 16, issue 3, s. 293–302.
- [9] Mackwood W., Muir R., Dunn W.: *Calcium Sulfonate Complex Grease The Next Generation Food Machinery Grease*. „NLGI Spokesman” 2003, vol. 67, no. 2, s. 17–21.
- [10] Mackwood W., Muir R.: *Calcium Sulfonate Grease... One*

- Decade Later*. „NLGI Spokesman” 1999, vol. 63, no. 5, s. 24–37.
- [11] Muir R. J.: *High Performance Calcium Sulfonate Complex Lubricating Grease*. „NLGI Spokesman” 1988, vol. 52, no. 4, s. 140–146.
- [12] Patent USA 4,560,489 *High performance calcium borate modified overbased calcium sulfonate complex greases*, 1985.
- [13] Patent USA 5,126,062 *Calcium sulfonate greases and method of manufacture*, 1992.
- [14] Patent USA 5,338,467 *Sulfonate grease improvement*, 1994.
- [15] *Smary plastyczne* [w:] *Przemysłowe środki smarne*. TOTAL Polska, <http://produkty.totalpolska.pl/wiedza/rozdzial%2019.pdf>, dostęp: maj 2012 r.
- [16] Zang R., Hopkins M. E., Ford J. I.: *Development and Characterization of High Performance Overbased Calcium Oleate Complex Grease*. „NLGI Spokesman” 2010, vol. 74, no. 4, s. 38–49.



Mgr inż. Anna REMBIESA-ŚMISZEK – asystent w Zakładzie Olejów, Środków Smarowych i Asfaltów Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Absolwentka Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, specjalności Technologia Ropy i Gazu.



Mgr inż. Agnieszka SKIBIŃSKA – asystent w Zakładzie Olejów, Środków Smarowych i Asfaltów Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Absolwentka Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej o specjalności Technologia Chemiczna Węgla i Ropy Naftowej.