

Michał Krasodomski, Wojciech Krasodomski
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Badania trwałości termicznej dodatków dyspergująco-myjących do paliw silnikowych z wykorzystaniem technik analizy termicznej

Część II – Badania termogravimetryczne

Wstęp

Jak już wspomniano w pierwszej części pracy [4], klasyczne techniki analitycznych badań struktury dyspergatorów dają głównie informacje o budowie cząsteczek składników aktywnych, nie umożliwiają jednak bezpośredniej oceny ich właściwości użytkowych. Generalnie przyjęto, że właściwości dyspersyjne i funkcje myjące dodatków do paliw ocenia się jedynie w ogólnie akceptowanych testach silnikowych [2, 3]. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że ocenę stabilności termicznej, umożliwiającej zachowywanie właściwości dyspersyjnych dodatku w podwyższonych temperaturach, dla zabezpieczenia wtryskiwaczy i zaworów silnika przed osadzaniem się depozytów, można również uzyskać stosując wybrane techniki analizy termicznej.

W prezentowanej pracy zastosowano w tym celu technikę termogravimetrii. Dla przypomnienia, jako pożądane cechy dodatku dyspergującego można uznać [4]:

- pozostawanie bez rozkładu w fazie ciekłej do temperatury umożliwiającej działanie myjące elementów wtryskiwaczy i komory spalania,
- jednorodność właściwości termicznych składnika aktywnego, co zapewnia jego szybki rozkład po przekroczeniu określonej temperatury pracy,
- brak trudno lotnej pozostałości lub produktów kokosowania, które mogą być źródłem depozytów odkładanych na elementach wtryskiwaczy i komory spalania.

Przedmiot badań

Do badań wytypowano dyspergatory należące do dwóch grup związków chemicznych, to jest dwa handlowe polialkenylobursztynoimidy (Handlowy I, Han-

dlowy II) oraz uzyskane syntetycznie w Instytucie trzy bursztynoimidy (Próbka 1, Próbka 2, Próbka 3) i trzy karbaminiany (Próbka I, Próbka II, Próbka III).

Metodyka badania

Wybrane produkty handlowe wstępnie scharakteryzowano, rejestrując ich widma w podczerwieni, oraz poddano dializie w eterze naftowym przez membranę lateksową w celu określenia obecności nośnika olejowego oraz oceny różnic strukturalnych składnika aktywnego,

zwykle pozostającego w koncentracji z dializy. Zastosowana błona pozwala na rozdzielenie substancji rozpuszczalnych w eterze naftowym na związki o masach cząsteczkowych poniżej i powyżej około 1000 u, co umożliwia zwykle oddzielenie frakcji węglowodorowych

od polimerycznych składników pakietów dodatków uszlachetniających.

Właściwości myjące próbek dodatków Handlowy I i Handlowy II zbadano wcześniej. Właściwości detergentowe w zastosowaniu do benzyn badano w teście Opel Kadet [2], natomiast utrzymywanie czystości wtryskiwaczy oceniano metodą z zastosowaniem silnika Peugeot XUD 9 [3].

Pomiary termogravimetryczne wykonano dla próbek analitycznych o masach około 13 mg w atmosferze

powietrza (100 ml/min), w zakresie temperatur 25÷650°C, przy szybkości ogrzewania 24°C/min, oraz powtórzono w atmosferze powietrza, w zakresie temperatur 25÷750°C, przy tej samej szybkości ogrzewania. Stosowano cylindryczne ($\Phi = 7$ mm), płaskodenne naczynka pomiarowe Pt-70 μ l. Dodatki typu bursztynoimidów syntezowane w Instytucie badano jedynie w atmosferze powietrza.

Pomiary wykonano stosując termowagę Mettler Toledo TGA/SDTA-851_e w systemie termoanalitycznym STAR_e.

Badane dodatki

Celem stwierdzenia różnic w strukturach aktywnych składników badanych dodatków handlowych zarejestrowano ich widma w podczerwieni i stwierdzono, że wykazują one różnice wskazujące na odmienną budowę polarną, amidowo-imidowej grupy cząsteczki detergentu, a w jednym z nich, oprócz składnika aktywnego, jest prawdopodobnie obecny rozpuszczalnik. Z tego powodu oba dodatki poddano dializie w celu wydzielenia składników aktywnych, dla oceny różnic ich budowy. Uzyskane koncentraty (frakcje o masie cząsteczkowej powyżej 1000 u) obu dodatków wyraźnie różnią się od siebie postacią. Koncentrat dodatku Handlowy I jest ciałem stałym o ciemnobrązowym zabarwieniu, natomiast koncentrat dodatku Handlowy II jest lepłą, brązową cieczą, mimo to ich widma w podczerwieni są niemal identyczne. Należy również zauważyć, że w dializacie uzyskanym podczas badania dodatku Handlowy I obserwuje się struktury zbliżone swoim charakterem chemicznym do koncentratu, a wyraźne różnice obserwuje się zwłaszcza w obszarach związanych ze strukturą aminowo-iminowych grup polarnych, podczas gdy dializat dodatku Handlowy II zawierał tylko rozpuszczalnik aromatyczny.

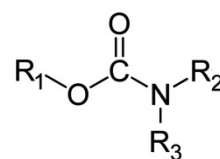
Podsumowując, można stwierdzić, że dodatek Handlowy I jest mieszaniną związków polimerycznych o zbliżonym charakterze chemicznym i szerokim zakresie mas cząsteczkowych, dzięki czemu znaczna część substancji,

około 50% (*m/m*), o masach niższych niż 1000 u, w czasie dializy przechodzi przez błonę gumową. Dodatek Handlowy II jest natomiast roztworem substancji polimerycznej o masie cząsteczkowej powyżej 1000 u, około 60% (*m/m*), w rozpuszczalniku węglowodorowym o charakterze aromatycznym.

Należy tu dodać, że w wyniku wcześniejszych badań potwierdzono efektywność obu produktów jako dodatków detergentacyjno-dyspergujących, przy czym dodatek Handlowy II wykazywał wyższą skuteczność niż dodatek Handlowy I.

Kolejną grupą badanych dodatków były produkty syntez przeprowadzonych w Instytucie Nafty i Gazu zawierające struktury bursztynoimidowe (Próbka 1, Próbka 2, Próbka 3) o różnej zawadzie przestrzennej, co wynika z zastosowania różnych proporcji bezwodnika alkenylobursztynowego do polietylenopoliaminy.

Również dodatki oznaczone jako Próbka I, Próbka II i Próbka III są produktami syntez przeprowadzonych w Instytucie, lecz wszystkie zawierają strukturę karbaminianową:



a różnią się jedynie rodzajem podstawników.

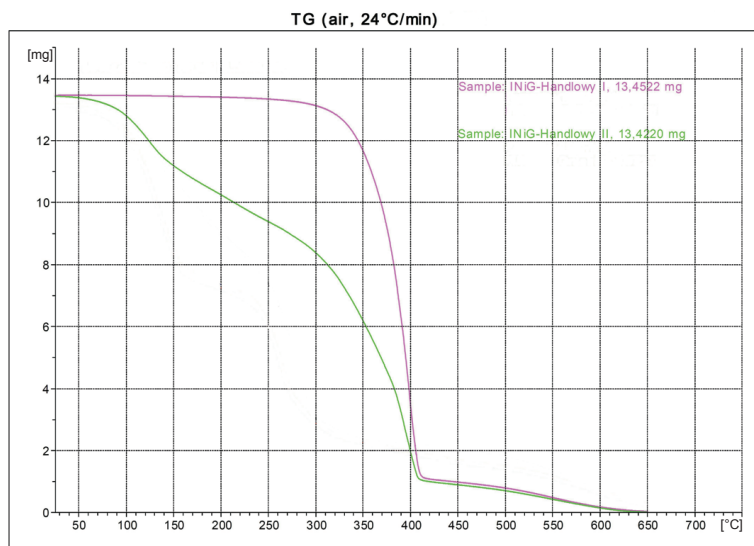
Badania termogravimetryczne

Badania prowadzono w dwóch różnych środowiskach. Zastosowanie azotu, uniemożliwiającego zachodzenie reakcji utleniania (spalania) próbki, miało na celu określenie podatności dodatku na destrukcję termiczną oraz stwierdzenie obecności substancji destylujących. Wprowadzenie powietrza, a wraz z nim tlenu, miało na celu sprawdzenie podatności próbki na spalanie mogących się tworzyć w procesie utleniania substancji stałych – depozytów (laki, nagary itp.).

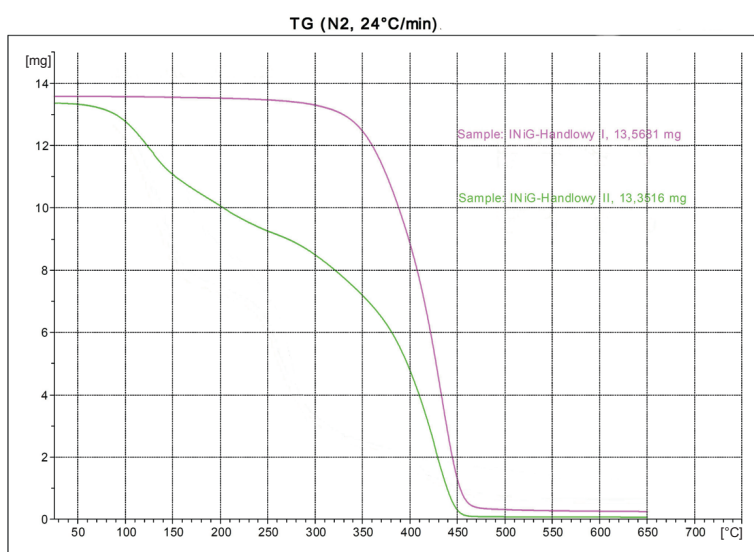
Uzyskane wyniki wskazują, że oba dodatki handlowe w atmosferze azotu destylują lub ulegają destrukcji niemal całkowicie do temperatury około 470°C, przy czym dodatek Handlowy II wykazuje dwa obszary utraty masy. Pierwszy w zakresie temperatur 80°C do około 300°C, tracąc około 35% masy, co jest wartością zbliżoną do ilości wydzielonego z niego dializatu, będącego aromatycznym rozpuszczalnikiem węglowodorowym. Drugi, kończący się

przy temperaturze około 460°C, przy praktycznie całkowitej utracie masy próbki. Dodatek Handlowy I rozpoczyna utratę masy od około 300°C i proces ten zachodzi do temperatury ~470°C, przy której zostaje około 4% pozostałości.

o wyraźnie oddzielonych obszarach poszczególnych przemian, i posługują się określonymi a priori przedziałami temperatur. Ponieważ badane próbki ulegają zmianom dynamicznym zależnym od szybkości przyrostu temperatury i wielkości



Rys. 1. Krzywe termograwimetryczne dodatków Handlowy I i II uzyskane w atmosferze powietrza



Rys. 1. Krzywe termogravimetryczne dodatków Handlowy I i II uzyskane w atmosferze azotu

Biorąc pod uwagę fakt, że handlowe dodatki typu bursztynoimidów były wcześniej badane pod względem ich aktywności detergencyjnej i stwierdzono, że dodatek Handlowy II wykazuje wyższą aktywność niż dodatek Handlowy I, na rysunku 1 nałożono na siebie krzywe termogravimetryczne obu tych dodatków uzyskane w powietrzu, a na rysunku 2 – w azocie.

Znormalizowane techniki badań derywatograficznych zakładają praktycznie idealny przebieg krzywych zmian masy,

naważki, punkty charakterystyczne przemian wyznaczano inaczej, przyjmując je jako wartości współrzędnych przecięć stycznych do krzywej derywatograficznej. Taki sposób charakteryzowania wyniku pomiaru umożliwia obliczenie w prosty sposób nachylenia krzywej w przedziałach temperaturowych odpowiadających maksymalnym zmianom prędkości zmian masy badanej próbki. Wartość nachylenia krzywej derywatograficznej w środkowym punkcie zakresu zaobserwowanej zmiany masy jest dana równaniem:

$$K = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1}$$

w którym:

m_1 i m_2 – wartości straty masy próbki wyrażone w [% (m/m)],

t_1 i t_2 – odpowiadające im temperatury [°C].

W tablicy 1 przedstawiono ilościowe porównanie zmian masy dodatków w czasie ogrzewania, umożliwiające obliczenie prędkości zmian masy próbki w różnych obszarach derywatogramu.

Dodatek Handlowy II zachowuje się inaczej. Przede wszystkim do temperatury około 250°C w środowisku azotu oddestylowuje rozpuszczalnik i/lub łatwiej lotne substancje, przy czym można zaobserwować dwa etapy utraty masy o różnych prędkościach: odpowiednio 0,28 i 0,07% (m/m)/°C. Następnie rozpoczyna się etap przyspieszającej się destrukcji, która osiąga maksimum w przedziale temperatur 400÷450°C przy prędkości 0,685% (m/m)/°C. Ilość pozostałości nielotnej do temperatury 650°C nie przekracza 0,7% (m/m). Zmiana środowiska na powietrze słabo

Tablica 1. Charakterystyka derywatograficzna próbek dodatków Handlowy I i II ogrzewanych w atmosferze powietrza i azotu

Temperatura [°C]	Strata masy [%]			
	HI – azot	HI – powietrze	HII – azot	HII – powietrze
50	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	4,5	2,8
150	0,0	0,0	16,9	16,3
200	0,0	0,0	25,3	23,4
250	1,1	0,7	31,7	30,5
300	2,2	2,1	37,1	37,6
350	7,8	12,8	46,1	53,2
400	34,4	74,5	64,0	85,8
450	90,0	92,9	97,8	92,9
500	97,8	94,3	99,4	94,3
550	97,8	95,7	99,4	97,2
600	98,3	98,6	99,4	98,6
650	98,3	100	99,4	100

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów można stwierdzić, że dodatek Handlowy I jest stosunkowo stabilny termicznie do temperatury około 345°C, ponieważ w tym zakresie temperatur jego prędkość rozpadu w obojętnej atmosferze nie przekracza 0,01% (m/m)/°C. Następnie do temperatury ~460°C ulega destrukcji z prędkością ~0,84% (m/m)/°C. Utworzona pozostałość w ilości około 2% (m/m) nie ulega rozpadowi do temperatury 650°C. Proces prowadzony w powietrzu w pierwszej fazie przebiega podobnie, jednak szybka destrukcja termiczna (prędkość ~1,44% (m/m)/°C) kończy się w temperaturze około 410°C. Prędkość rozpadu lub spalania utworzonej pozostałości jest niższa i nie przekracza 0,04% (m/m)/°C. Przebieg procesu wskazuje na tworzenie się w czasie kontaktu z tlenem z powietrza niemal 10% (m/m) nielotnego produktu – pozostałości, która następnie zostaje wypalona.

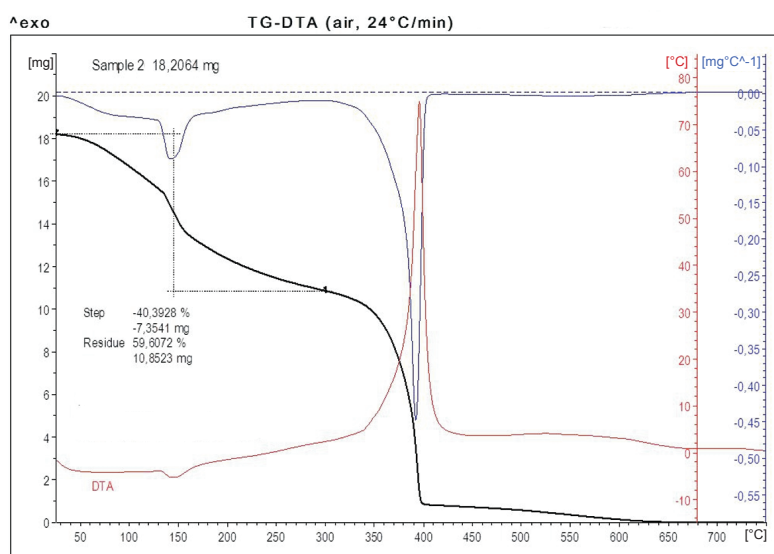
wpływa na wcześniejsze etapy destylacji/destrukcji tego dodatku, które przebiegają podobnie jak w atmosferze azotu. Podobnie natomiast jak przy destrukcji dodatku Handlowy I można zauważyć zwiększenie się zawartości trudno lotnej pozostałości powyżej 410°C (do około 8% (m/m)). Zwraca tu uwagę fakt, że ilości trudno lotnych substancji powstających podczas destrukcji obu badanych dodatków są zbliżone, mimo obecności rozpuszczalnika węglowodorowego (około 40% (m/m)) w dodatku Handlowy II. Można zatem przypuszczać, że przy obecności tlenu z powietrza w procesie tworzenia pozostałości zachodzącym podczas ogrzewania mogą brać udział również związki obecne w stosowanym rozpuszczalniku.

Dla weryfikacji poczynionych obserwacji uzyskane wyniki porównano z wynikami badań derywatograficznych produktów syntezy bursztynoimidów uzyskanych z wyższych polietylenopoliamin. Różnica w stosowanej

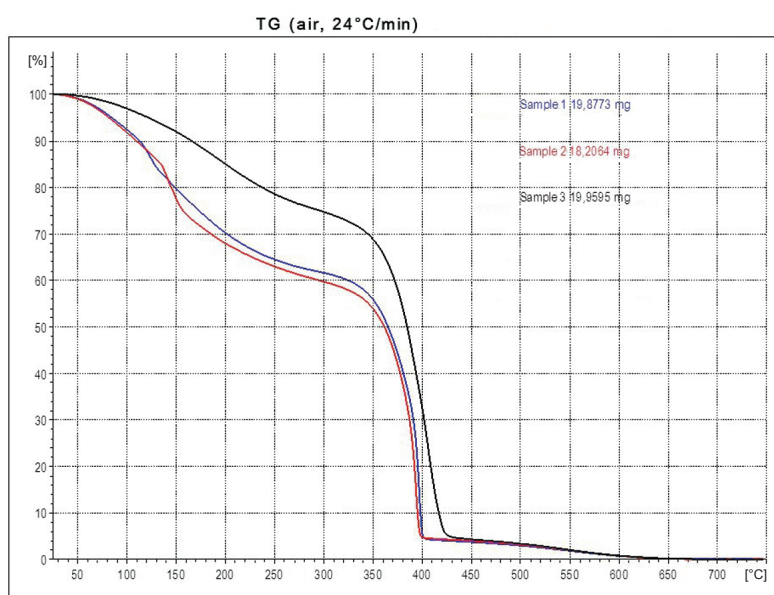
procedurze polegała na zmianie naważki próbki tak, aby po uwzględnieniu rozpuszczalnika olejowego ilość aktywnego składnika była w przybliżeniu równa. Przy czym rejestrowano również krzywą DTA, umożliwiającą określenie charakteru przemiany związanej z utratą masy. Na rysunku 3 pokazano derywatogram próbki uzyskanej przy stosunku molowym bezwodnika i poliaminy bliskim 1:1. Obserwowany silny efekt egzotermiczny w przedziale temperatur 350÷400°C wskazuje na spalanie dodatku. Również i w tym przypadku, podobnie jak w badaniach dodatków Handlowy I i II, obserwuje się nielotną i nie-

spaloną pozostałość (ok. 4,5% (m/m)) o niezidentyfikowanym charakterze, która ulega dopaleniu dopiero do temperatury około 650°C.

Rysunek 4 przedstawia krzywe termogravimetryczne produktów uzyskanych z identycznych substratów, a różniących się jedynie ich założonymi przy syntezie stosunkami molowymi. Można zauważyć, że tylko produkt uzyskany przy stosunku bezwodnika alkenylobursztynowego do aminy 2:1 (Próbka 3) wyraźnie odbiega od pozostałych, wykazując końcową temperaturę degradacji termicznej wyższą o około 30°C.



Rys. 3. Krzywe TG, DTG i DTA dla Próbki 2 bursztynoimidu uzyskanego syntetycznie w atmosferze powietrza



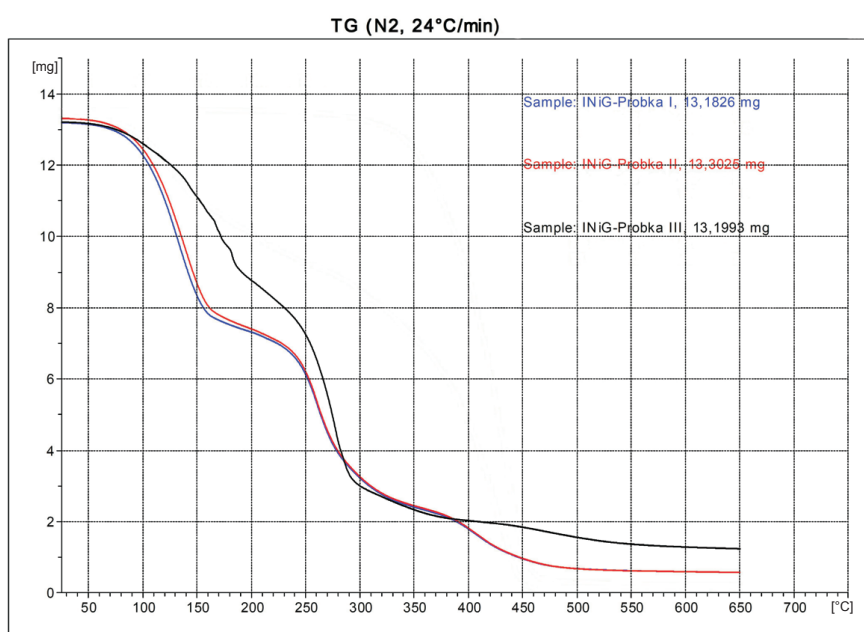
Rys. 4. Krzywe TG próbek syntetycznych bursztynoimidów różniących się stopniem acylacji poliaminy w atmosferze powietrza

Kolejną grupą badanych związków były karbaminiany. We wcześniejszych pracach Instytutu [6, 7] stwierdzono, że wykazują one dobre właściwości dyspergująco-myjące. Obecnie powtórzono (Próbka I) i rozszerzono badania nad syntezą tej klasy dodatków [5] oraz przeprowadzono pilotowe syntezę produktów alkoholizy izocyjanianów, stosując nowe typy substratów zawierających aktywne atomy wodoru.

Na rysunkach 5 i 6 zestawiono wyniki analiz derywograficznych uzyskanych dodatków o charakterze karbaminianów. Pomiarów prowadzono zarówno w powietrzu, jak i w atmosferze beztlenowej (azot).

pozostałości trwałej do 650°C. W środowisku powietrza natomiast przemiana jest słabiej wyrażona, w temperaturze około 480°C obserwuje się około 10% (*m/m*) pozostałości, trwałej do około 550°C, która następnie ulega wypaleniu do temperatury 700°C.

Jak wspomniano, wykresy zmian masy Próbki I i Próbki II są praktycznie identyczne. Próbka I jest karbaminianem badanym we wcześniejszych pracach [6, 7], uzyskany w reakcji izocyjanianu z alkoholem 2-etyloheksylowym. Próbka II, mimo zastosowania jako substratu hydroksylowego związku o kilku grupach hydroksylowych i odmiennej strukturze przestrzennej, ma niemal identyczny przebieg rozpadu termicznego



Rys. 5. Krzywe termogravimetryczne syntetycznych dodatków typu karbaminianów uzyskane w atmosferze azotu

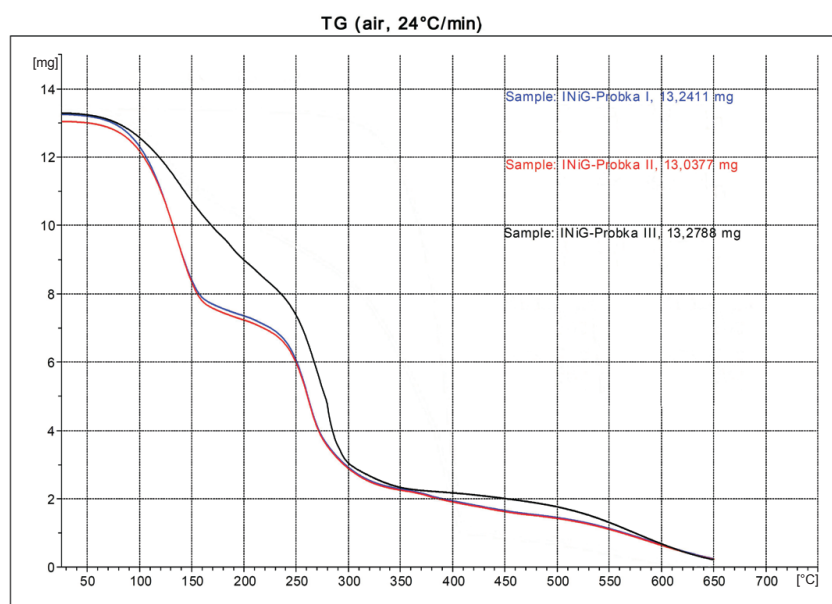
Uzyskane krzywe termogravimetryczne wykazują inny przebieg krzywej straty masy niż bursztynoimidy. Wykresy zmian masy Próbki I i Próbki II są praktycznie identyczne, mimo różnicy w stosowanym substracie hydroksylowym, zaś derywogram Próbki III wyraźnie od nich odbiega. Na krzywych można wyodrębnić obszar destylacji rozpuszczalnika od ~80°C do 200°C, po którym jest obserwowany drugi obszar utraty masy do temperatury około 350°C, związany prawdopodobnie z destrukcją badanych substancji. Taki przebieg derywogramu występuje zarówno w atmosferze azotu, jak i powietrza. Dalej obserwuje się trzeci obszar utraty masy, a jego przebieg w atmosferze beztlenowej różni się od procesu zachodzącego w obecności powietrza, podobnie jak w badanych bursztynoimidach.

W środowisku azotu występuje wyraźny obszar utraty masy w zakresie od 350°C do 480°C i utworzenie ok. 5% (*m/m*)

jak poprzednia, zarówno w atmosferze beztlenowej, jak i w środowisku zawierającym tlen (rysunek 6).

Derywogram Próbki III wyraźnie odbiega od poprzednich, czego przyczyną może być powstanie produktów konkurencyjnych reakcji addycji z udziałem substratu zawierającego dwie różne grupy z aktywnymi atomami wodoru, co może prowadzić do uzyskania innych związków, niekoniecznie typu karbaminianów. Dodatkowo zaobserwowano, że temperatura odpowiadająca maksymalnej prędkości rozkładu próbki została podwyższona o ponad 10°C.

Na zarejestrowanych krzywych derywograficznych wszystkich próbek w środowisku beztlenowym można wyraźnie wydzielić obszar destylacji rozpuszczalnika, z którym jest związane spowolnienie utraty masy przez próbki przy temperaturze około 200°C, co odpowiada około 40÷45% (*m/m*) rozpuszczalnika. Dalsze podwyższanie temperatury prowadzi do



Rys. 6. Krzywe termogravimetryczne syntetycznych dodatków typu karbaminianów uzyskane w atmosferze powietrza

destrukcji składnika aktywnego. Proces ten ulega spowolnieniu przy około 350°C i ponownie przyspiesza około 400°C, co można interpretować jako obecność dwóch komponentów o różnym zakresie trwałości termicznej. W Próbcie III obszar destrukcji drugiego komponentu jest wyrażony słabiej, lecz obserwuje się niemal dwukrotnie większą ilość pozostałości trwałej do 650°C, to jest około 10% (*m/m*), w porównaniu z ilością takiej pozostałości w Próbcie I i Próbcie II.

Podczas destrukcji termicznej próbek w środowisku powietrza (rysunek 6) ich zachowanie jest podobne jak

w środowisku azotu. Obserwowane różnice dotyczą głównie procesów zachodzących powyżej 400°C. Interesujące jest, że ilości utworzonej pozostałości do 400°C są we wszystkich badanych substancjach zbliżone (15÷18% (*m/m*)), przy czym nieco większa ilość pozostałości tworzy się podczas destrukcji Próbkę III. Dodatkowo obserwowane ilości pozostałości są wyższe niż tworzące się w warunkach beztlenowych.

Do temperatury 650°C pozostałości z każdej badanej próbki ulegają niemal całkowitej destrukcji – wypaleniu.

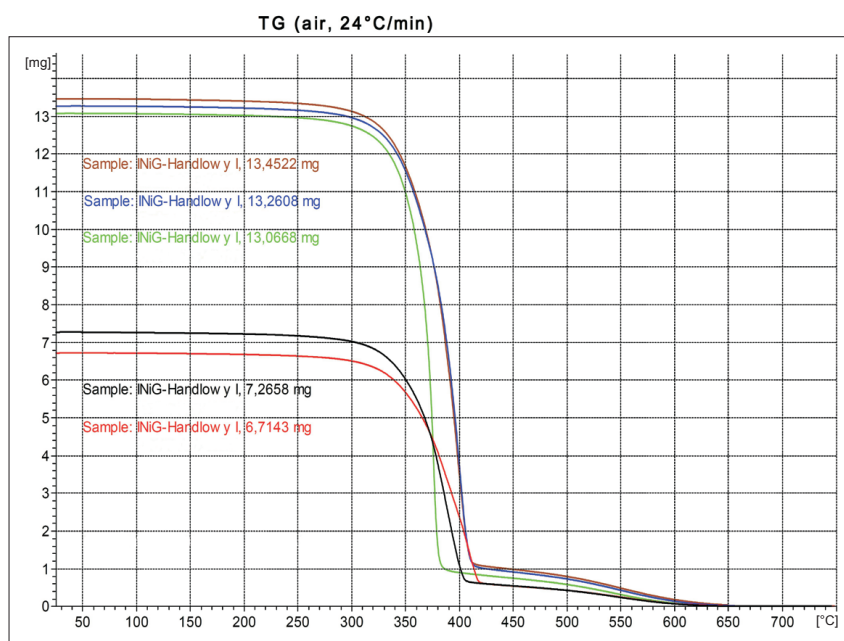
Ocena powtarzalności pomiaru derywatograficznego

Każdy pomiar analityczny jest obarczony określoną niepewnością i jej znajomość umożliwia poprawną interpretację uzyskiwanych wyników badań. Ze względu na fakt, że parametry precyzji podane we wspomnianych wyżej normach zostały wyznaczone w odniesieniu do konkretnych produktów lub nie zostały jeszcze wyznaczone, a ilość powtórzeń prowadzonych pomiarów była niewielka, oszacowano jedynie powtarzalność pomiaru składu, porównując go z wartością powtarzalności określoną w normie [1] dla badań derywatograficznych zużytego oleju silnikowego.

Powtarzalność oceny maksymalnej prędkości rozkładu, mierzonej kątem nachylenia stycznej do krzywej derywatograficznej w punkcie maksymalnej utraty masy, wyznaczono z trzech pomiarów przy dwóch poziomach masy analizowanej próbki, *j*. Wyniki przeprowadzonych kilkakrotnych rejestracji jednorodnej próbki dodatku Handlowy I przedstawiono na rysunku 9, a wyniki obliczeń precyzji pomiaru w tablicy 2.

Przed wszystkim należy zauważyć, że jeden z derywatogramów próbki (naważka 13,0668 mg) wyraźnie odbiega od pozostałych, ponieważ końcowa temperatura destrukcji składnika aktywnego jest obserwowana przy ~380°C, podczas gdy dla pozostałych próbek jej wartość przekracza 400°C. Uznano zatem ten wynik za odstający.

Należy również zwrócić uwagę na fakt, że rozrzut wyników powtórzeń pomiarów przy mniejszej naważce próbki jest większy, i z tego względu istotne jest badanie rozpadu termicznego próbek o zbliżonych naważkach. Korzystne wydają się naważki rzędu 10÷15 mg. Celowe jest również wykonywanie większej liczby powtórzeń, co pozwoli na wyeliminowanie wyników odstających. Szczególnie wrażliwymi punktami derywatogramu są wartości oceny utraty masy próbki do określonej temperatury, bliskiej temperaturze związanej z maksymalną prędkością rozpadu próbki.



Rys. 7. Porównanie wyników powtórzeń analizy derywatograficznej próbki dodatku Handlowy I w atmosferze powietrza

Tablica 2. Porównanie wyników powtórzeń analizy derywatograficznej próbki dodatku Handlowy I

Lp.	Naważka [mg]	Strata masy do temperatury [°C]; [% (m/m)]					Temperatura [°C]	Maksymalna prędkość rozpadu [% (m/m)/°C]
		300	350	400	450	500		
1	13,4522	2,5	13,0	72,2	92,7	94,3	373,5	0,17
2	13,2608	2,2	12,2	74,3	93,6	94,9	370,5	0,15
3*	13,0668	2,6	16,0	93,2	94,1	95,8	355,5	0,23
4	7,2658	3,5	17,1	67,1	92,9	94,1	375	0,11
5	6,7143	1,9	15,8	83,5	92,4	93,7	380	0,07
x	–	2,5	14,5	74,3	92,9	93,7	374,8	–
s	–	0,7	2,3	6,9	0,5	0,5	4,0	–

* wynik uznany za odstający, patrz rys. 7

x – wartość średnia utraty masy obserwowana do podanej temperatury

s – odchylenie standardowe pomiaru

Dodatki detergencyjno-dyspergujące, ze względu na swoją wysoką lepkość, zwykle zawierają rozpuszczalnik. Jego obecność powoduje zmniejszenie rzeczywistej ilości aktywnego składnika w naważce analitycznej i obniżenie precyzji oceny kinetyki jego destrukcji, a niekiedy całkowicie

uniemożliwia tego rodzaju badanie. Z tego względu celowe wydaje się prowadzenie badań wpływu struktury określonych połączeń chemicznych na ich stabilność termiczną z użyciem modelowych związków pozbawionych rozpuszczalnika, a najlepiej jedynie ich składników aktywnych.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że technika analizy termicznej (derywatografia) wnosi nowe elementy do badania stabilności termicznej dodatków uszlachetniających typu dyspergatorów i detergentów w warunkach odpowiadających pracy silnika. Badania

stabilności termicznej dodatków detergująco-dyspergujących i zjawisk zachodzących w trakcie ich ogrzewania pozwalają na ocenę charakteru zachodzących przemian oraz na oznaczenie temperatury tworzenia i ocenę ilościową trudno lotnej pozostałości, mogącej tworzyć depozyty na elementach

zaworów i wtryskiwaczy. Uzyskiwany obraz derywato-graficzny umożliwia rozróżnienie właściwości termicznych badanych dodatków, niemniej jednak dopiero zebra-

nie większego materiału doświadczalnego umożliwi powiązanie przebiegu rozpadu konkretnego produktu z realnymi właściwościami myjącymi dodatku w paliwie.

Literatura

- [1] ASTM E 1131-08 *Standard Test Method for Compositional Analysis by Thermogravimetry*.
- [2] CEC F-04-A-87 *Keep-Clean Test for Intake Valves, Opel Kadett 1.2-L 12S Engine Test*.
- [3] CEC-PF-023 *Peugeot XUD 9 engine test* SAE Paper Number 2000-01-1921; Test Peugeot XUD 9 Development of a New Peugeot XUD 9 10 Hour Cyclic Test to Evaluate the Nozzle Coking Propensity of Diesel Fuels.
- [4] Krasodomski M., Krasodomski W.: *Badania trwałości termicznej dodatków dyspergująco-myjących do paliw silnikowych z wykorzystaniem technik analizy termicznej. Część I. Stan wiedzy*. „Nafta-Gaz” 2012, nr 10.
- [5] Krasodomski W., Krasodomski M., Ziemiański L.: *Opracowanie nowej substancji aktywnej o właściwościach detergencyjno-dyspergujących do pakietów dodatków do benzyn*. Dokumentacja INIG 1542/TA, 2009.
- [6] Patent PL 153996 *Sposób wytwarzania dikarbaminianowych dodatków detergencyjnych do benzyn silnikowych*.
- [7] Ziemiański L., Stanik W., Łukasik Z., Krasodomski M., Kolarzyk K.: *Opracowanie technologii wytwarzania nowego dodatku detergentowego do benzyn – karbaminiany*. Dokumentacja ITN 1935, 1987.



Dr Michał KRASODOMSKI, prof INIG – główny analityk w Zakładzie Analiz Naftowych Pionu Technologii Nafty Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie, specjalista w dziedzinie chemii organicznej i badań identyfikacyjnych.



Dr Wojciech KRASODOMSKI – Kierownik Laboratorium Badań Dodatków w Zakładzie Dodatków i Nowych Technologii Pionu Technologii Nafty Instytutu Nafty i Gazu. Zajmuje się zarówno zagadnieniami analitycznymi, jak i technologią dodatków oraz badaniami eksperckimi.

ZAKŁAD DODATKÓW I NOWYCH TECHNOLOGII CHEMICZNYCH

Zakres działania:

- opracowywanie i doskonalenie technologii wytwarzania:
 - » dodatków uszlachetniających do płynnych paliw węglowodorowych i biopaliw,
 - » dodatków stosowanych podczas wydobycia, transportu oraz magazynowania ropy naftowej i gazu ziemnego,
 - » dodatków do paliw stałych, ze szczególnym uwzględnieniem komponentów pochodzących ze źródeł alternatywnych (gliceryna, odpady, itp.),
 - » specjalistycznych środków stosowanych w przemyśle;
- ocena jakości i przydatności do stosowania oraz ekspertyzy i doradztwo w zakresie dodatków i pakietów dodatków uszlachetniających do paliw oraz biopaliw;
- badania w zakresie nowych technologii chemicznych w przemyśle wydobywczym i rafineryjnym;
- badania niestandardowe i identyfikacyjne na potrzeby ekspertyz;
- badania nad wykorzystaniem nanoproduktów w przemyśle wydobywczym i rafineryjnym, opracowywanie i doskonalenie ich technologii;
- opracowywanie i walidacja nowych metod analiz dodatków uszlachetniających do paliw, biopaliw, ropy naftowej i gazu ziemnego;
- badania właściwości fizykochemicznych dodatków uszlachetniających do paliw i olejów smarowych.

Kierownik: dr Leszek Ziemiański

Adres: ul. Łukasiewicza 1, 31-429 Kraków

Telefon: 12 617-74-18

Faks: 12 617-75-22

E-mail: leszek.ziemianski@inig.pl