

Anna Huszał

Instytut Nafty i Gazu, Oddział w Warszawie

Stabilność GASODOR™ S-FREE™ w instalacjach i urządzeniach nawaniających oraz jego oddziaływanie na materiały stosowane w gazownictwie

Wprowadzenie

Warunkiem bezpiecznego użytkowania paliw gazowych jest zapewnienie im odpowiedniego poziomu nawonienia, umożliwiającego szybkie wykrycie wycieków gazu z nieuszczelnionych; zlokalizowanych zarówno w obrębie sieci zasilającej, jak i instalacji gazowej.

Poziom nawonienia paliw gazowych uzależniony jest od wielu zmiennych parametrów, w tym głównie parametrów sieci gazowej, takich jak: temperatura, ciśnienie, wielkość strumienia przepływającego gazu, materiał, z którego wykonane są gazociągi, czy też obecnych w nich zanieczyszczeń.

Alternatywą dla powszechnie stosowanych nawaniaczy, opartych głównie na związkach siarki, są bezsiarkowe środki nawaniające. Jak dotąd jedynym opracowanym i wdrożonym do praktyki gazowniczej tego typu nawaniaczem jest preparat o nazwie handlowej Gasodor™ S-Free™. Zgodnie z deklaracjami producenta, środek ten jest atrakcyjny ze względów ekologicznych oraz eksploatacyjnych. Jego zastosowanie wiązałoby się nie tylko ze znacznym zmniejszeniem emisji do atmosfery szkodliwego ditlenku siarki, powstającego w procesie spalania nawonionych paliw gazowych, ale również i ze zmniejszeniem wywoływanej przez te paliwa korozji, ze względu na oczekiwaną znacznie mniejszą ich agresywność w stosunku do materiałów, z których wykonane są gazociągi czy armatura gazowa.

Każdy z nowych środków, zaklasyfikowany na podstawie testów sprawdzających właściwości zapachowe i fizykochemiczne jako potencjalny środek nawaniający,

przed wprowadzeniem do sieci gazowej powinien zostać poddany szeregom prób, pozwalających przewidzieć jego zachowanie w warunkach eksploatacyjnych.

Wymogi stawiane środkom nawaniającym są ściśle sprecyzowane stosownymi przepisami formalno-prawnymi. Właściwie dobrany nawaniacz powinien odznaczać się:

- charakterystycznym, wyraźnym i rozpoznawalnym zapachem, jednoznacznie kojarzonym z zapachem gazu,
- zwiększonym czasem ekspozycji, przy jednoczesnym niskim progu wyczuwalności zapachu,
- odpornością na utlenianie chemiczne,
- względnie dużą stabilnością chemiczną (nie powinien oddziaływać ze składnikami nawanianego nim gazu oraz ze związkami, czy cząstkami znajdującymi się w gazociągu i materiałami, z których wykonane są gazociągi),
- niską sorpcją w glebach,
- dostatecznie wysoką prężnością par – tak, aby w wyniku następujących w sieci gazowej zmian ciśnienia nie ulegał kondensacji,
- zapachem, który nie ulegnie tłumieniu.

Zgodnie z postanowieniami normy międzynarodowej (PN-EN ISO 13734:2002 [6]) dotyczącej nawaniania paliw gazowych, możliwe jest wprowadzenie na wyznaczonym obszarze innego – poza siarkowym – środka nawaniającego. Decyzję taką należy jednak podjąć po dokładnym przeanalizowaniu ewentualnych zysków i strat spowodowanych proponowaną zmianą.

Podjęte przez Zakład Nawaniania Paliw Gazowych Instytutu Nafty i Gazu prace nad stabilnością Gasodor™ S-Free™ w warunkach panujących w krajowych instalacjach i urządzeniach nawaniających (nawanialnie typu kontaktowego) dotyczyły głównie badań nad zmianami właściwości fizykochemicznych odoranta w warunkach nawaniania absorpcyjnego oraz stopniem jego oddziaływania na najczęściej stosowane materiały (zarówno metaliczne, jak i polimerowe) do produkcji urządzeń na-

waniających oraz sieci gazowych, którymi nawoniony gaz jest rozprowadzany.

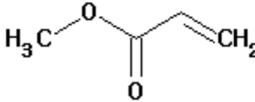
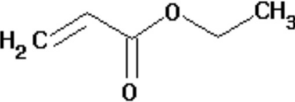
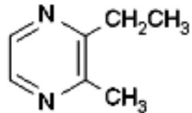
Potrzeba przeprowadzenia tego typu badań wynika z rosnącego zainteresowania nowym, bezsiarkowym nawaniaczem Gasodor™ S-Free™ w krajowym przemyśle gazowniczym oraz z faktu, iż do tej pory stosowany był on jedynie w instalacjach nawaniających typu wtryskowego. W Polsce nadal do celów nawaniania gazu ziemnego stosuje się głównie urządzenia kontaktowe.

Właściwości fizykochemiczne i zalety stosowania Gasodor™ S-Free™

Ze względu na dobre właściwości analityczne (łatwość detekcji w gazie ziemnym), dużą stabilność chemiczną oraz odpowiedni zapach, głównymi składnikami Gasodor™ S-Free™ są pochodne alkilowe kwasu akrylowego (akrylan metylu i etylu). Łącznie stanowią one około 95% wagowych całkowitej masy nawaniacza. Dodatek trzeciego składnika, czyli alkilowej pochodnej pirazyny, służy wzmocnieniu zapachu mieszaniny. Skład chemiczny Gasodor, wraz z zawartościami procentowymi poszczególnych składników mieszaniny, przedstawia tablica 1. Wszystkie składniki Gasodor™ S-Free™ odznaczają się stosunkowo wysoką prężnością par i niskimi progami wyczuwalności zapachu, co umożliwia szybkie wykrycie nawaniacza przy jego niskich stężeniach w mieszaninie z powietrzem.

Powszechnie obowiązującą międzynarodową normą określającą wymagania odnośnie środków nawaniających, kontroli ich jakości i metod badań jest norma PN-EN ISO 13734:2002 [6]. Ponadto, w wielu krajach europejskich – uwzględniając doświadczenia przedsiębiorstw gazowniczych co do krajowych warunków użytkowania instalacji i sieci gazowych – wydawane i zatwierdzane są odpowiednie normy bądź przepisy lokalne. Informują one nie tylko o wymogach stawianych substancjom zapachowym, ale również o zasadach ich stosowania, odpowiednich środkach ostrożności, technikach nawaniania, czy metodach kontroli poziomu nawonienia gazu w warunkach eksploatacyjnych. I tak na przykład w Polsce wymagania dotyczące nawaniania gazów ziemnych przeznaczonych dla

Tablica 1. Charakterystyka Gasodor™ S-Free™

Składnik	Wzór strukturalny	Zawartość [% wagowy]	Numer CAS
Akrylan metylu		37,4	96-33-3
Akrylan etylu		60,0	140-88-5
3-metylo-2-etylo pirazyna		2,5	15707-23-0

Aby dany środek nawaniający spełniał wymagania normatywne, niezbędna jest charakterystyka i kontrola jego właściwości fizykochemicznych przy użyciu analiz z zakresu kontroli jakości ujętych w normie PN-EN ISO 13734:2002 *Gaz ziemny – Organiczne związki siarki stosowane jako środki nawaniające – Wymagania i metody badań* [6].

odbiorców komunalnych i domowych ujęte są w pakiecie norm zakładowych PGNiG S.A.: ZN-G-5001 do ZN-G-5008 [9–12]. Normy te określają wymagania w stosunku do charakteru zapachu nawonionego gazu ziemnego, właściwości środków nawaniających, wytyczne odnośnie ich stosowania, przechowywania i transportu, gospodarkę środkami nawaniającymi, jak również precyzują zalecenia dla instalacji i urządzeń nawaniających.

Według danych eksperymentalnych INiG [2], Gasodor™ S-Free™ posiada wszystkie cechy dobrego środka nawaniającego, co potwierdzono badaniami przeprowadzonymi zgodnie z wymogami normy PN-EN ISO 13734:2002 [6]. Wyniki tych badań obrazuje tablica 2.

Zgodnie z danymi producenta, Gasodor™ S-Free™ – ze względu na wyższą prężność par w porównaniu do obecnie stosowanych środków nawaniających – powinien posiadać lepsze „właściwości nawaniające”. Jednakże jest

to mieszanina trójskładnikowa, której komponenty różnią się między sobą zarówno temperaturami wrzenia, jak i prężnościami par. Dlatego konieczne okazało się zgromadzenie własnych doświadczeń; nie tylko w zakresie właściwości fizykochemicznych nawaniacza, ale również w zakresie jego stabilności w zmiennych warunkach temperatury i ciśnienia (towarzyszących procesowi nawaniania) oraz oddziaływania Gasodor™ S-Free™ na materiały stosowane w krajowych instalacjach i urządzeniach nawaniających.

Według źródeł niemieckich [8], dzięki zastosowaniu nawaniacza bezsiarkowego Gasodor™ S-Free™ znacznemu obniżeniu ulega potencjał korozyjny nawanianych nim paliw gazowych. Wspomniany nawaniacz przeszedł pomyślnie zarówno testy zapachowe, jak i laboratoryjne próby oddziaływania z materiałami, z jakich wykonane są sieci gazociągowe oraz z elastomerami. Potwierdziły to dodatnie wyniki prób przeprowadzonych w warunkach eksploatacyjnych [1].

Badania [1] przeprowadzone przez DVGW (DVGW Research Station at Engler-Bunte-Institut, Gas Technology Consulting Section) oraz Uniwersytet w Karlsruhe (Universität Karlsruhe (TH), Gas Technology Consulting Section) dla próbek typowych materiałów uszczelniających stosowanych w konstrukcji instalacji nawaniających oraz sieci gazowych wykazały, że największą odpornością na oddziaływanie zarówno ciekłego, jak i gazowego Gasodor™ S-Free™ odznaczają się elastomery fluorowe o następujących nazwach handlowych: Karlez®, Viton® Extreme, ISOLAST®, Teflon® (PTFE) oraz FFKM. Wyniki tych badań obrazuje tablica 3.

Próby odporności na pary nawaniacza przeprowadzono poddając próbki materiałów działaniu gazu nawonionego o stężeniu nawa-

Tablica 2. Właściwości fizykochemiczne Gasodor™ S-Free™ według INiG [2]

Wielkość	Wartość normatywna według [1]	Wartość zmierzona według [6]
Zawartość substancji zapachowej	≥ 95% wag.	≥ 99,8% wag.
Temperatura mętnienia	≤ -30°C	- 52°C
Temperatura wrzenia	≤ 130°C	109-110°C
Sucha pozostałość	≤ 0,2% wag.	0,06% wag.

niancza 25 mg/m³ i 100 mg/m³ (NTP – warunki normalne ciśnienia i temperatury, suchy gaz). Dla wybranych elastomerów przeprowadzono dodatkowe badania odporności na pary nawaniacza – w warunkach ciśnienia adekwatnego dla sieci gazowych wysokiego ciśnienia (tablica 4). Próbki elastomerów przez okres 4 tygodni poddawano działaniu gazu nawonionego, w którym stężenie Gasodor™ S-Free™ wynosiło 50 mg/m³ (temperatura 40°C, ciśnienie 80 bar). Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono, że żaden z badanych elastomerów – stosowanych

Tablica 3. Przydatność elastomerów dla instalacji nawaniających i sieci gazowych niskiego ciśnienia, pod względem odporności na działanie ciekłego i gazowego Gasodor™ S-Free™ [1]

Warunki stosowania	Elastomer odporny (możliwość stosowania w instalacjach nawaniających)	Elastomer nieodporny (brak możliwości stosowania w instalacjach nawaniających)
Faza ciekła nawaniacza (instalacje nawaniające)	Kalrez	Viton
	Viton Extreme	Fluor-silicone
	ISOLAST	NBR
	Teflon	Perbunan
	FFKM	HNBR Silikon
Faza gazowa nawaniacza (sieci gazowe niskiego ciśnienia)	Viton	Brak
	Fluor-silicone	
	Perbunan	
	HNBR Silikon	

Tablica 4. Wykaz materiałów elastomerowych poddanych oddziaływaniu gazowego Gasodor™ S-Free™ w warunkach wysokiego ciśnienia [1]

Elastomer	Badany parametr	Wynik
Perbunan	Masa	Brak zmian
Viton 70 SH	Objętość	
Niton 90 SH	Twardość	
Poliuretan 94° SH	Wydłużanie przy zerwaniu	
Elastomer epichlorohydrynowy	Wytrzymałość na rozciąganie Odształcenie trwałe	

jako uszczelnienia oraz membrany – nie uległ znaczącemu zniszczeniu pod wpływem wysokich stężeń badanego nawaniacza w gazie, w zakresie ciśnień od 0,05 do 80 bar.

Przeprowadzone przez instytuty niemieckie badania [1] dowiodły również braku oddziaływania Gasodor™ S-Free™ obecnego w nawonionym gazie z wewnętrzną powierzchnią czystych rur stalowych, miedzianych oraz polipropylenowych. Przeprowadzone eksperymenty nie dały jednak odpowiedzi na pytanie, czy ewentualne zanieczyszczenia obecne w sieciach gazowych nie spowodują rozkładu lub polimeryzacji akrylanów, stanowiących główny składnik nawaniacza.

W systemie zaopatrzenia w gaz jego nawanianie jest podstawowym środkiem bezpieczeństwa, pozwalającym na relatywnie szybkie wykrycie niezamierzonych wycieków gazu z nieszczelnych instalacji domowych lub przemysłowych. Jak dotąd, do celów nawaniania paliw gazowych powszechnie stosuje się środki nawaniające oparte na bazie organicznych związków siarki. Ze względów ekologicznych uwaga przemysłu gazowniczego skierowana jest na poszukiwania i wdrażanie nawaniaczy alternatywnych, pozbawionych w swym składzie tych związków. Ponieważ podczas procesu nawaniania paliw gazowych ilość zawartej w nich siarki całkowitej zwiększa się, a co za tym idzie; podczas spalania emitowane są do atmosfery tlenki siarki, to poprzez wprowadzenie do praktyki gazowniczej środków zapachowych pozbawionych związków siarki – jej zawartość w rozprowadzanym gazie ulegnie drastycznemu zmniejszeniu. Dodatkowym argumentem przemawiającym za stosowaniem nawaniaczy bezsiarkowych jest zaopatrywanie w gaz tych odbiorców przemysłowych i gospodarczych, dla których wyższe stężenia siarki w gazie pociągają za sobą zwiększenie kosztów eksploatacyjnych. Ponadto, przy zmniejszeniu poziomu (zawartości) siarki w paliwach gazowych maleje również poziom emisji tlenków siarki w gazach odlotowych, pochodzących ze spalania nawonionych paliw, a przez to jednocześnie zmniejszeniu ulega potencjał korozyjny gazów spaleniowych.

Potencjał nawaniania Gasodor™ S-Free™ jest zbliżony do tetrahydrotiofenu (THT). Wartości stałych K (najmniejszego stężenia środka nawaniającego w mieszaninie gazu ziemnego z powietrzem, zapewniającego uzyskanie zapachu ostrzegawczego dla stężenia gazu w mieszaninie równego stężeniu alarmowemu) dla Gasodor™ S-Free™ i THT wynoszą odpowiednio: 0,07 mg/m³ i 0,08 mg/m³ [5].

Ze względu na bardzo zbliżony przebieg krzywych zapachowych Gasodor™ S-Free™ i tetrahydrotiofenu

oraz bliskie wartości stałych K , można stwierdzić, że wielkość stężenia Gasodor w gazie ziemnym, która zapewni bezpieczeństwo jego użytkowania jest porównywalna do wymaganego stężenia THT. Wyznaczona dla Gasodor™ S-Free™ minimalna dawka zapewniająca mieszaninie gazu z powietrzem zapach ostrzegawczy (stopień intensywności równy 2) wynosi około 13 mg/m³. Z doświadczeń eksploatacyjnych dotyczących wprowadzania Gasodor do sieci gazowej wynika, że jego dawka dla systemu nawaniania metodą wtryskową mieściła się w granicach 10÷15 mg/m³ [4]. Z analizy kosztów zakupu i zużycia Gasodor™ S-Free™ oraz THT wynika, że korzyści związane z rezygnacją z siarkowych środków nawaniających w skali roku byłyby znaczące (tablica 5).

Tablica 5. Analiza kosztów stosowania środków nawaniających w zdecentralizowanym systemie nawaniania [4]

Środek nawaniający	THT	GASODOR™ S-FREE™
Dawka	18 mg/m ³	13 mg/m ³
Roczne zużycie gazu w gospodarstwie domowym	3000 m ³ /rok	3000 m ³ /rok
Koszt zakupu nawaniacza	10,00 Euro/kg	10,90 Euro/kg
Roczny koszt nawaniania na 1 odbiorcę	0,54 Euro/rok	0,43 Euro/rok

Jednakże przy zmianie środka nawaniającego należy uwzględnić nie tylko koszt zakupu nawaniacza, ale również koszty związane z jego wdrożeniem. Wprowadzenie nowego środka nawaniającego do sieci gazowej wymaga między innymi:

- poprawy stanu urządzeń nawaniających, sprawdzenia ich szczelności i stosowanych uszczelnień (ewentualnie ich wymiany),
- dostosowania stanu technicznego urządzeń nawaniających do właściwości nowego nawaniacza,
- opracowania odpowiedniego systemu kontroli analitycznej przebiegu procesu nawaniania (zakupu urządzeń pomiarowych),
- przeprowadzenia akcji informacyjnych u odbiorców gazu i zaznajomienia ich z nowym zapachem wprowadzanego odoranta (zmiana przyzwyczajzeń użytkowników gazu),
- opracowania odpowiednich instrukcji i przeszkolenia personelu obsługującego instalacje nawaniające w zakresie obchodzenia się, transportu i składowania nawaniacza,
- poinformowanie odpowiednich władz o wprowadzanej zmianie (policja, straż pożarna itp.).

Wyniki badań eksperymentalnych Gasodor™ S-Free™

Spośród czynników mających wpływ na zachowanie się oraz zmiany stężenia środka nawaniającego w gazie w czasie jego przesyłu i dystrybucji, największe znaczenie mają czynniki powodujące sorpcję i desorpcję środka nawaniającego oraz straty związane z chemicznymi i mikrobiologicznymi procesami zachodzącymi w gazociągu, czyli:

- temperatura gazu i otoczenia,
- ciśnienie gazu,
- prędkość liniowa gazu,
- parametry rurociągu:
 - rodzaj materiału użytego do budowy rurociągu,
 - obecność tlenków żelaza znajdujących się na wewnętrznej powierzchni rur, jak również pyłów, wilgoci, ciekłych węglowodorów i metanolu.

Ponadto, na końcowy efekt nawonienia może mieć wpływ również jakość paliwa gazowego. Z praktyki gazowniczej wynika, że efektywność nawonienia paliw gazowych uzależniona jest od występujących równocześnie różnych czynników, mogących w sposób znaczący wpłynąć na charakter zapachu paliw i zależność pomiędzy ostrzegawczym poziomem intensywności tego zapachu a zawartością środka nawaniającego w gazie. Do najważniejszych czynników warunkujących efektywność nawonienia paliw gazowych – oprócz powyżej wymienionych – należą:

- procesy adsorpcji fizycznej i chemicznej cząsteczek środka nawaniającego na ściankach gazociągów,
- absorpcja środka nawaniającego przez znajdujące się w gazociągu substancje oleiste,
- reakcje chemiczne (głównie utlenianie) środka nawaniającego,
- procesy korozyjne.

Mając na uwadze wymienione zależności, Instytut Nafty i Gazu [3] podjął się oceny stabilności nawaniacza bezsiarkowego Gasodor™ S-Free™ w krajowym systemie nawaniania paliw gazowych – ze szczególnym uwzględnieniem nawaniania kontaktowego. Badania dotyczyły zmian właściwości fizykochemicznych odoranta w warunkach nawaniania absorpcyjnego (metoda nawaniania dominująca w kraju) oraz stopnia jego oddziaływania na materiały (zarówno metaliczne jak i polimerowe) najczęściej stosowane do produkcji urządzeń nawaniających oraz sieci gazowych, którymi nawoniony gaz jest rozprowadzany.

W celu uzyskania miarodajnej oceny stałości charakterystyk Gasodor™ S-Free™, przeprowadzono symulacje laboratoryjne procesu nawaniania metodą absorpcyjną z użyciem nawonionego gazu wysokometanowego. Eksperymenty prowadzono w ściśle określonych warunkach

ciśnienia i przepływu gazu, przy zmiennych wartościach temperatur środka nawaniającego, badając zmienność charakterystyk nawaniacza w czasie. Kontrola analityczna układu obejmowała:

- badania stałości składu Gasodor™ S-Free™,
- zmiany wartości temperatury wrzenia odoranta,
- zmiany jego objętości,
- ilość suchej pozostałości.

Na podstawie zmian objętości nawaniacza, w zależności od wartości ciśnienia i przepływu gazu w układzie, wyznaczono zawartość środka nawaniającego w punkcie za miejscem nawaniania.

W zadanych warunkach eksperymentalnych nawaniacz zachowywał się bardzo niestabilnie, co było widoczne zwłaszcza dla wyższych wartości temperatur. Wraz ze wzrostem temperatury otoczenia znacznemu zmniejszeniu ulegała zawartość lotnych frakcji mieszaniny, a uzyskana w rutynowych analizach sucha pozostałość po odparowaniu przybierała postać oleistej mazi, świadczącej prawdopodobnie o przemianach mniej lotnych składników mieszaniny. Z badań kontroli składu Gasodor™ S-Free™ wynikało, że poszczególne jego składniki ulegały odparowywaniu w różnym stopniu, co jest zgodne z literaturowymi wartościami prężności par tych związków. Miało to wpływ na zmianę charakteru zapachu mieszaniny nawonionego gazu z powietrzem – bez znaczącej zmiany intensywności jej zapachu.

Szczególnie niepokojąca jest duża objętość oraz oleista konsystencja suchej pozostałości po odparowaniu nawaniacza, bowiem zaleganie tego typu mazi w warunkach eksploatacyjnych urządzeń nawaniających może prowadzić do zanieczyszczenia nawet całych instalacji nawaniających.

Symulacja procesu nawaniania gazu metodą absorpcyjną w zmiennych warunkach ciśnienia i temperatury dowiodła, że Gasodor™ S-Free™ jest w znacznym stopniu absorbowany przez pary gazu ziemnego wysokometanowego, co – zgodnie z założeniami – jest funkcją temperatury. Wyznaczone szacunkowe dawki środka nawaniającego w miejscu nawaniania były o 3 rzędy wielkości wyższe od wymaganej dawki, zapewniającej mieszaninie gazu z powietrzem ostrzegawczy stopień zapachu.

Badania oddziaływania Gasodor™ S-Free™ (zarówno ciekłego jak i gazowego) na powierzchnię metali oraz elastomerów wykazały jego niekorzystny wpływ na większość badanych materiałów. Badaniom poddano materiały, które mają najczęściej kontakt z ciekłym środkiem nawaniającym, jak np.: stal nierdzewna, stal

St3S, mosiądz, polietylen, teflon, viton. Badania prowadzono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 7384:2001 [7], poddając materiały działaniu zarówno ciekłego nawaniacza, jak i działaniu gazu nawonionego Gasodor™ S-Free™ (zawartość nawaniacza w gazie: 18 mg/m³). Badania korozyjne prowadzono dla podwyższonych wartości ciśnienia i temperatury, w atmosferze gazu suchego oraz wilgotnego.

Wyniki eksperymentów wykazały niszczący wpływ Gasodor™ S-Free™ na materiały uszczelnień (jak guma czy kryngielit) w zetknięciu z ciekłym nawaniaczem.

Zarówno pod wpływem ciekłego, jak i obecnego w fazie gazowej Gasodor™ S-Free™ niszczeniu ulegają materiały, z których wykowane są rury gazociągowe – polietylen PE i polipropylen PP (prawdopodobne zjawisko dyfuzji zaadsorbowanych na wewnętrznej powierzchni rury cząstek nawaniacza w głąb ciała stałego). Badania wykazały również negatywny wpływ Gasodor™ S-Free™ na miedź i mosiądz, sprzyjający ich korozji. Niepodatne na wpływ nawaniacza w każdych warunkach okazały się jedynie stal i teflon. Przykładowe wyniki pomiarów zestawiono w tabelicy 6.

Tablica 6. Oddziaływanie ciekłego Gasodor™ S-Free™ na materiały stosowane w przemyśle gazowniczym ($t = 32$ godziny) [3]

Rodzaj materiału	Zmiana parametrów				
	masa Δm [%]	długość Δl [%]	grubość Δd [%]	szerokość Δw [%]	wygląd
Stal St3S	–	–	–	–	Bez zmian
Stal nierdzewna 1H18N9T	–	–	–	–	Bez zmian
Stal rurowa	–	–	–	–	Bez zmian
Guma (membrana 336A21/7)	–8,39	–3,03	–	+5,0	Twardnienie, odkształcanie, zmiana wymiarów, ubytek masy
Guma (membrana Faser 336A8/5)	–12,55	–3,33	–7,14/ –8,33	–2,78	Twardnienie, odkształcanie, zmiana wymiarów, ubytek masy
Kryngielit	+0,82	+0,49	+5,0	+1,98	Pęcznienie, zmiana wymiarów, przyrost masy
Teflon (uszczelka płaska)	–	–	–	–	Bez zmian
Teflon (uszczelka gwintów)	–0,29	–	–	–	Bez zmian
Miedź	–0,02	–	–	–	Nalot ciemno-pomarańczowy
Mosiądz	–0,02	–	–	–	„Pawie” oka
Polietylen PE	+0,47	–	+3,03	+4,94	Przyrost masy
Viton®	–9,18	–	–	–	Ubytek masy, bez zmiany wymiarów

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując przeprowadzone eksperymenty można stwierdzić, że ich wyniki nie predysponują Gasodor™ S-Free™ do zastosowań w nawanianiu absorpcyjnym. W zadanych warunkach eksperymentalnych nawaniacz zachowywał się bardzo niestabilnie, co było widoczne zwłaszcza dla wyższych wartości temperatur. Wraz ze wzrostem temperatury otoczenia znacznemu zmniejszeniu ulegała zawartość lotnych frakcji mieszaniny, a uzyskana w rutynowych analizach sucha pozostałość po odparowaniu przybierała

postać oleistej mazi, świadczącej prawdopodobnie o przemianach mniej lotnych składników mieszaniny. Badania oddziaływania Gasodor™ S-Free™ (zarówno ciekłego jak i gazowego) na powierzchnię metali oraz elastomerów wykazały jego niekorzystny wpływ na większość z nich.

Warto podkreślić, że przeprowadzone eksperymenty i ich wyniki mogą stanowić cenne wskazówki przy ewentualnym wdrażaniu Gasodor™ S-Free™ do krajowej praktyki gazowniczej.

Artykuł nadesłano do Redakcji 30.09.2010 r. Przyjęto do druku 11.10.2010 r.

Recenzent: prof. dr inż. Andrzej Froński

Literatura

- [1] Graf F., Kröger K., Reimert R.: *Sulfur-free odorization with Gasodor S-Free – A review of the accompanying research and development activities.* Energy & Fuels, 21, 3322, 2007.
- [2] Huszał A.: *Analiza możliwości zastosowania beziarkowego środka nawaniającego Gasodor™ S-Free™ w krajowym systemie dystrybucji gazu.* Praca INiG, Warszawa 2005.
- [3] Huszał A.: *Badanie stabilności Gasodor™ S-Free™ w instalacjach i urządzeniach nawaniających oraz określenie jego oddziaływania na materiały stosowane w gazownictwie.* Praca INiG, Warszawa 2006.
- [4] Kaesler H., Kämper J., Staudinger W.: *S-Free odorant – Experience with first major conversion projects.* International Gas Conference, Vancouver 2004.
- [5] Kucińska K.: *Badania efektywności nawaniania gazu przy zastosowaniu nowych środków nawaniających (mieszanek z TBM).* Praca INiG, Warszawa 2002.
- [6] PN-EN ISO 13734:2002 *Gaz ziemny – Organiczne związki siarki stosowane jako środki nawaniające – Wymagania i metody badań.*
- [7] PN-EN ISO 7384:2001 *Badania korozyjne w sztucznej atmosferze. Wymagania ogólne.*
- [8] Schmeer F., Reimert R.: *Entwicklung eines schwefelfreie Odoriermittels – Aktueller Stand.* Gas-Erdgas, 144, 52, 2003.
- [9] ZN-G-5001:2001 *Gazownictwo – Nawanianie paliw gazowych – Wymagania ogólne dotyczące nawaniania gazu ziemnego.*
- [10] ZN-G-5003:2001 *Gazownictwo – Nawanianie paliw gazowych – Instalacje do nawaniania gazu ziemnego.*
- [11] ZN-G-5004:2001 *Gazownictwo – Nawanianie paliw gazowych – Kontrola nawonienia gazu ziemnego metodami odorymetrycznymi.*
- [12] ZN-G-5008:1999 *Gazownictwo – Nawanianie paliw gazowych – Metody oznaczania zawartości tetrahydrotiofenu (THT).*



Dr Anna HUSZAŁ – adiunkt, doktor nauk chemicznych, kierownik Zakładu Nawaniania Paliw Gazowych Instytutu Nafty i Gazu, Oddział Warszawa. Studia magisterskie i doktorskie o specjalności chemia organiczna ukończyła na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Specjalizuje się w zagadnieniach dotyczących problematyki nawaniania paliw gazowych.

Oferta



INSTYTUT NAFTY I GAZU

ZAKŁAD NAWANIANIA PALIW GAZOWYCH (WN)

Kierownik: dr Anna Huszał

01-224 Warszawa, ul. Kasprzaka 25
 tel.: +48 22 632 99 50, +48 22 632 28 27
 fax: +48 22 632 63 13
 e-mail: anna.huszal@inig.pl

Zakres działania:

- kontrola analityczna nawonienia gazu (pomiaru weryfikujące stężenie środka nawaniającego w gazie ziemnym i mieszaninach gazowych, wyznaczenie minimalnego stężenia nawaniacza w gazie oraz wyznaczenie krzywych zapachowych gazów ziemnych),
- kontrola stopnia nawonienia gazu, w tym m.in. pomiaru intensywności zapachu paliw gazowych, kontrola pracy urządzeń nawaniających,
- badania jakości środków nawaniających,
- prace dotyczące wprowadzania nowych środków nawaniających do krajowego systemu gazowniczego,
- wykonywanie pomiarów zapachu paliw gazowych,
- produkcja i serwisowanie automatycznych analizatorów chromatograficznych, przeznaczonych do pomiaru stężenia THT w gazie, typu ANAT-M,
- sporządzanie mieszanek kalibracyjnych THT,
- prace badawcze dotyczące konstrukcji nowoczesnych urządzeń do pomiaru stężenia środków nawaniających w gazie.

INSTYTUT NAFTY I GAZU
 ul. Lubicz 25A, 31-503 Kraków
 tel.: +48 12 421 00 33 fax: +48 12 430 38 85
 www.inig.pl office@inig.pl

KRS 0000075478, REGON 000023136, NIP 675-000-12-77