

Anna Huszał

Instytut Nafty i Gazu, Oddział Warszawa

Usuwanie THT z nawionionego gazu ziemnego, rozprowadzanego siecią przesyłową, z użyciem sorbentów ciekłych

Wprowadzenie

Zabieg nawaniania paliw gazowych zapewnia bezpieczeństwo ich użytkowania, ale często jest niewskazany w przypadku stosowania gazu do celów przemysłowych. Konieczne jest wówczas skuteczne usunięcie nawaniacza (THT) z gazu lub obniżenie jego zawartości w gazie do „bezpiecznego” dla procesu technologicznego poziomu. Zazwyczaj poziom usunięcia THT z gazu ograniczony jest jedynie wymogami procesu technologicznego, dla którego przeznaczony jest oczyszczany gaz. Z doświadczeń INiG wynika (na podstawie konsultacji z odbiorcami przemysłowymi – głównie huty szkła), że akceptowalny poziom nawaniacza w takim gazie mieści się w granicach 1–2 ppm (czyli ok. 4–7,5 mg/m³).

W przypadku tych metod oczyszczania gazów, w których usuwany składnik stanowi zanieczyszczenie na poziomie zaledwie kilku procent, powszechnie stosowaną metodą jest metoda absorpcyjna. Skuteczność tej metody zwiększa się, gdy towarzyszy jej reakcja chemiczna między cieczą i zanieczyszczeniem w gazie (proces absorpcji chemicznej, nazywany inaczej chemisorpcją lub metodą absorpcyjno-utleniającą). Podczas absorpcji, połączonej z reakcją chemiczną, składnik ze strumienia gazu reaguje z substancją zawartą w cieczy, w wyniku czego powstaje produkt o właściwościach odmiennych od substancji wyjściowej, przeważnie obojętny dla środowiska i nie

stanowiący ponownego problemu do utylizacji. Ze względu na małą skuteczność metod absorpcji fizycznej i trudności z osiągnięciem żądanego stopnia oczyszczenia gazu, znacznie częściej stosowane są metody absorpcyjnego usuwania zanieczyszczeń gazowych połączone z utlenianiem lub biodegradacją.

Należy podkreślić, że dotychczas badane procesy absorpcji związków siarki w gazie zasadniczo odnosiły się do usuwania z niego siarkowodoru i prostych merkaptanów alifatycznych. Tzw. technologie mokrego odsiarczania paliw gazowych z zastosowaniem różnorodnych sorbentów wielokrotnie były badane przez Instytut Nafty i Gazu, Oddział w Warszawie. Jednakże w oparciu o przeprowadzone próby pilotażowe stwierdzono ich nieskuteczność w stosunku do usuwania tetrahydrotiofenu z gazu w ilości, w jakiej jest on obecny w gazie z sieci przesyłowej.

Usuwanie THT z gazu metodami absorpcyjnymi jest zatem procesem stosunkowo mało zbadanym, uniemożliwiającym w chwili obecnej zastosowanie go w instalacjach na skalę przemysłową. Jedynym wyznacznikiem przy doborze odpowiedniego dla THT sorbentu mogą być m.in. wcześniejsze prace Instytutu dotyczące metod chemicznej degradacji ciekłego nawaniacza, przebiegającej w układzie ciecz/ciecz [5, 8]. Dobór ten jest podyktowany głównie właściwościami fizykochemicznymi nawaniacza.

Właściwości fizykochemiczne tetrahydrotiofenu

Tetrahydrotiofen (THT; wzór sumaryczny C₄H₈S) należy do grupy cyklicznych tioeterów. Zgodnie z wymaga-

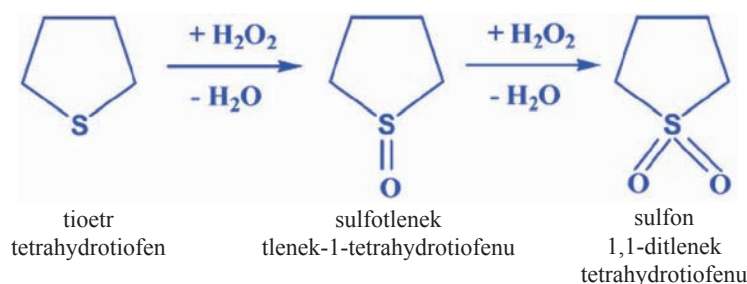
niami dla środków nawaniających, THT charakteryzuje się bardzo dobrą lotnością, wysoką prężnością par (19,3 hPa

w 20°C) oraz specyficznym i bardzo intensywnym zapachem (próg wyczuwalności zapachu dla THT wynosi 1 ppb $\approx 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Z uwagi na swoje właściwości apolarne (moment dipolowy $D = 1,90$), w wodzie rozpuszcza się minimalnie (6 ppm w 25°C), natomiast bardzo dobrze rozpuszcza się w węglowodorach, alkoholach i eterach.

THT jest substancją stabilną chemicznie i mało reaktywną nawet w warunkach podwyższonej temperatury, jednak z silnymi utleniaczami reaguje on w sposób gwałtowny.

Ze względu na reaktywność tetrahydrotiofenu najbardziej skuteczną metodą jego neutralizacji chemicznej są procesy utleniania chemicznego.

Utlenianie tioeterów jest procesem dwuetapowym. Pod wpływem silnych utleniaczy ulegają one przekształceniu do sulfotlenków (reakcja szybka), a następnie do sulfonów (reakcja wolna). Przykładem reakcji utleniania THT w roztworach wodnych jest przedstawiony poniżej proces przebiegający w obecności nadtlenku wodoru [9]:



Rys. 1. Schemat reakcji utleniania THT w katalizowanym roztworze nadtlenku wodoru

Proces ten może przebiegać na zasadzie reakcji równoległych lub kombinowanych. Zgodnie z powyższym schematem, tioetery pod wpływem silnych środków utleniających ulegają utlenianiu do odpowiednich sulfotlenków i sulfonów. W przypadku THT, głównymi produktami utleniania są tlenek-1-tetrahydrotiofenu (inaczej sulfotlenek tetrametylenowy, oznaczany często jako THTO) oraz 1,1-ditlenek tetrahydrotiofenu (inaczej: sulfon tetrametylenowy lub sulfon; oznaczany jako THTO₂).

Utlenienie atomu siarki pociąga za sobą zmianę właściwości fizykochemicznych produktu utleniania w stosunku do THT. W porównaniu do niepolarniej cząsteczki THT, jego ditlenek ma właściwości słabo zasadowej cieczy dipolarnej. W sulfotlenkach następuje częściowe przekazanie ładunku ujemnego z atomu tlenu do atomu siarki. Tym samym wiązanie to nabiera częściowo charakteru wiązania podwójnego. Taka postać cząsteczki sugeruje, że może ona łatwo ulegać procesom adsorpcji na zasadzie oddziaływań elektrostatycznych. Wolna para elektronowa

sulfonu THT, zlokalizowana na atomie tlenu, powoduje, że miesza się on całkowicie z wodą. Ponadto bardzo niska wartość stałej Henry'ego ($K_H = 8,1 \times 10^{-5} \text{ kPa l/mol}$), w zestawieniu z niską prężnością par ($8 \times 10^{-3} \text{ hPa}$), wskazuje, że związek ten odznacza się lotnością mniejszą niż woda i uznaje się go za nielotny. Przedstawione dane sugerują, że w absorpcyjnych metodach usuwania THT z gazu produkty jego utleniania pozostaną w roztworze absorpcyjnym.

Opisane w literaturze mechanizmy utleniania sulfidów (w tym m.in. tetrahydrotiofenu) odnoszą się z reguły do reakcji przebiegających w roztworach wodnych. Wśród podstawowych utleniaczy THT wymienia się nadmanganian potasu KMnO_4 , podchloryny $\text{M}(\text{OCl})_n$ oraz nadtlenek wodoru H_2O_2 . Ważne miejsce zajmują tu także reakcje katalityczne przebiegające w obecności jonów metali przejściowych, np. Fe^{2+} , Cu^{2+} [12, 7], czy katalizatorów nadtlenowych [3].

W nowszej literaturze dotyczącej procesów utleniania sulfidów cyklicznych dużo miejsca poświęca się reakcjom przebiegającym z udziałem nadtlenku wodoru (H_2O_2); ze względu na brak produktów ubocznych procesów utleniania prowadzonych z jego użyciem, łagodne warunki przebiegu tych procesów oraz potrzebę stosowania jedynie niewielkich nadmiarów H_2O_2 . Dobór odpowiedniego rozpuszczalnika (zwykle aprotycznego) i/lub katalizatora oraz kontrola parametrów procesu, takich jak: czas, temperatura oraz stosunek stechiometryczny reagentów,

pozwała na prowadzenie procesu w sposób selektywny, z uzyskaniem jego wysokiej wydajności [7].

Nadtlenek wodoru, zarówno w czystej postaci, jak również w obecności katalizatorów, jest najpowszechniej stosowanym środkiem utleniającym stosowanym w procesach utleniania tioeterów organicznych. Ze względów głównie ekologicznych (jedynym ubocznym produktem rozkładu nadtlenku wodoru jest woda), popularność i powszechność stosowania H_2O_2 w ostatnich latach stale wzrasta, a jego rozcieńczone roztwory wodne stanowią obecnie produkty handlowe, których cena ma tendencję spadkową.

W oparciu o wyniki wspomnianych, wcześniejszych prac prowadzonych w Instytucie Nafty i Gazu [np. 5], dotyczących skuteczności neutralizacji ciekłego tetrahydrotiofenu, jako potencjalny, najbardziej skuteczny jego utleniacz dla procesów absorpcji chemicznej z gazu wybrano właśnie nadtlenek wodoru.

W pracach tych dowiedziono wysokiej skuteczności H_2O_2 w procesie utleniania tetrahydrotiofenu. Przy za-

stosowaniu niewielkich nadmiarów nadtlenu wodoru w stosunku do THT (stosunek wagowy H_2O_2 : THT = 1,25 do 2,5 : 1) reakcja przebiegała z bardzo dużą szybkością; już po czasie 15 min w roztworze pozostawało od 0,3% do 1,6% nieprzereagowanego nawianiacza, w zależności od pH roztworu i ilości H_2O_2 przypadającej na 1 g THT.

Nadtlenek wodoru

Nadtlenek wodoru określany jest często mianem utleniacza ekologicznego. Jest to utleniacz bardzo skuteczny, zaliczany do najsilniejszych znanych utleniaczy. W warunkach alkalicznych nadtlenu wodoru reaguje z merkaptanami, tworząc (podobnie jak dla THT) mniej uciążliwe dla środowiska disiarczki. W drodze katalizy H_2O_2 może ulec przekształceniu do rodników hydroksylowych, charakteryzujących się jeszcze większą reaktywnością. Przykłady takich procesów znane są z literatury i znalazły zastosowanie np. w technologiach oczyszczania wody skażonej środkami nawianiaczami [11].

Właściwości fizyczne nadtlenu wodoru są zbliżone do właściwości wody, chociaż jego cząsteczki są jeszcze bardziej zasocjowane wskutek obecności wiązań wodorowych, a jego gęstość jest o 40% większa niż wody. Prężność par 30% roztworu H_2O_2 (3,07 kPa) w temperaturze 30°C jest ok. 1,5-krotnie niższa niż dla czystej wody (4,12 kPa [6]).

Pod względem chemicznym najważniejszą jego cechą są silne właściwości utleniające w stosunku do całego szeregu różnorodnych grup związków.

Reakcjom redoks H_2O_2 w roztworze wodnym odpowiadają potencjały:



Wskazują one, że nadtlenu wodoru jest silnym utleniaczem zarówno w roztworze kwaśnym, jak i zasadowym, przy czym w roztworze kwaśnym reakcje utleniania nadtlenu wodoru są powolne, natomiast w roztworze zasadowym zwykle przebiegają szybko.

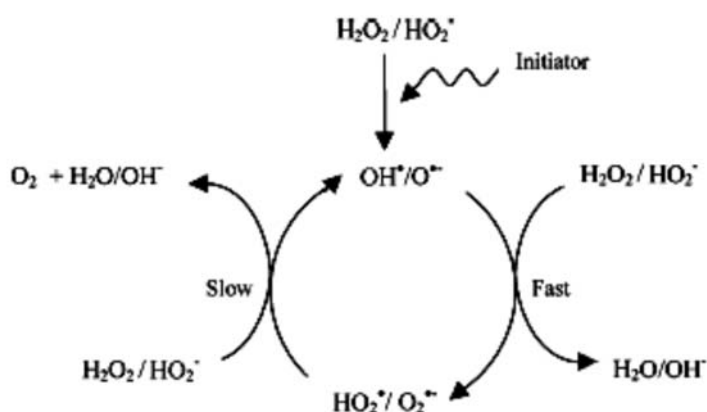
Nadtlenek wodoru wykorzystywany jest w nowoczesnych procesach utleniania (tzw. *Advance Oxidation Processes* – AOP). Do procesów tych zalicza się utlenianie fotokatalityczne, mokre utlenianie powietrzem, utlenianie w wodzie nadkrytycznej, termohydrolyzę nadkrytyczną, ozonowanie oraz reakcję Fentona ($\text{Fe}^{+2}/\text{H}_2\text{O}_2$). W procesach AOP główny mechanizm degradacji jest determino-

Po czasie 1 h ilość THT w roztworze obniżyła się do wartości zaledwie od 0,25 do 0,3%.

Wykorzystanie nadtlenu wodoru do usuwania związków siarki zawartych w gazie ziemnym może być szczególnie przydatne dla małych strumieni gazu, dla których konwencjonalne technologie są zbyt kosztowne.

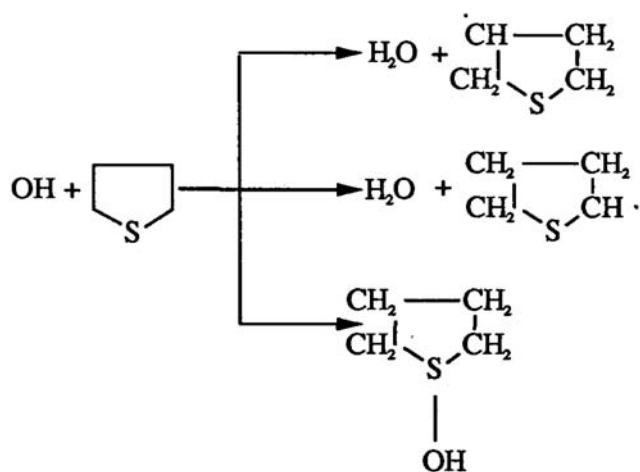
wany przebiegiem utleniania. Czynnikiem utleniającym jest zazwyczaj tlen i/lub jego reaktywne formy, takie jak ozon lub nadtlenu wodoru. Bardzo często procesy AOP przebiegają z generowaniem rodników hydroksylowych (HO^\cdot) w układach reakcyjnych. Rodniki hydroksylowe uważane są za wtórne utleniacze o krótkim czasie życia, charakteryzujące się jednym z najwyższych potencjałów utleniających (2,80 V).

H_2O_2 jest źródłem tzw. reaktywnych form tlenu (ROS), do których należą zarówno rodniki tlenowe, które mają niesparowane elektrony na atomie tlenu (jak rodnik wodorotlenowy), oraz te pochodne tlenowe, które nie mają niesparowanych elektronów w tym właśnie nadtlenu wodoru. W wielu reakcjach przebiegających z udziałem H_2O_2 w roztworach występują wolne rodniki (głównie rodnik wodorotlenowy/hydroksylowy i wodoronadtlenkowy), generowane w wyniku jego rozkładu katalitycznego, przebiegającego zgodnie ze schematem [4] (rysunek 2):



Rys. 2. Schemat katalitycznego rozkładu H_2O_2

To właśnie rodnik hydroksylowy (a nie sam nadtlenu wodoru) jest jednym z najbardziej reaktywnych utleniaczy. Powstawanie tego rodnika determinuje przebieg procesów utleniania, zachodzących z jego wytwarzaniem. W przypadku THT, dla reakcji utleniania przebiegającej z udziałem HO^\cdot zaproponowano następujące tory przemian (a–c) [1]:



Rys. 3. Schemat procesu utleniania THT za pomocą rodników hydroksylowych

przy czym pod względem termodynamicznym najbardziej uprzywilejowana jest przemiana oznaczona jako (c), a stała szybkości reakcji THT z rodnikami hydroksylowymi wynosi:

- $k_{(\text{THT})} = (1,13^{+0,42}_{-0,31}) \times 10^{-11} e^{(1,66 \pm 97)/T}$ [$\text{cm}^3/\text{cząsteczka} \times \text{s}$], dla zakresu temperatur 255–377 K oraz
- $k_{(\text{THT})} = (1,97 \pm 0,3) \times 10^{-11}$ [$\text{cm}^3/\text{cząsteczka} \times \text{s}$], dla temperatury 298 K [według 13];
- $k_{(\text{THT})} = (1,2 \pm 0,1) \times 10^{-11}$ [$\text{cm}^3/\text{cząsteczka} \times \text{s}$], dla temperatury 298 K [według 10].

Badania właściwości sorpcyjnych roztworów H_2O_2

W celu określenia przydatności nadtlenu wodoru do procesów absorpcyjnego usuwania THT z gazu nawionionego, w Zakładzie Nawaniania Paliw Gazowych INiG przeprowadzono szereg prób pilotażowych. Głównym przedmiotem tych badań było określenie efektywności użytych jako absorbentów THT wodnych roztworów H_2O_2 oraz oszacowanie czasu ich pracy, a pośrednio – sprawdzenie sprawności procesu absorpcji dla roztworów sorpcyjnych o różnych stężeniach czynnika aktywnego, w układach charakteryzujących się zmiennymi przepływami oczyszczanego gazu oraz zmiennym stężeniem THT w gazie wlotowym.

Badania prowadzono dla 3 rosnących stężeń roztworów wodnych H_2O_2 : 3% (pH cieczy sorpcyjnej $\approx 4,5$ – $4,7$), 10% (pH cieczy sorpcyjnej $\approx 5,0$ – $5,5$) i 30% (pH cieczy sorpcyjnej $\approx 4,5$ – $5,0$). Wariantowo, do roztworów cieczy absorpcyjnej w postaci wodnego roztworu H_2O_2 o odpowiednim stężeniu wprowadzono dodatkowo HCl (pH cieczy sorpcyjnej = 2,6), jako czynnik zakwaszający, ustalając

- (a) W celu spowolnienia procesu rozkładu nadtlenu wodoru w roztworach wodnych, stosuje się go wraz z różnego rodzaju stabilizatorami lub kostabilizatorami, w celu uzyskania (i/lub utrzymania) odpowiedniego stężenia H_2O_2 w absorberze. Stabilizatory te mogą przerywać łańcuch rodnikowych reakcji rozkładu nadtlenu wodoru, bądź też dezaktywować katalizator lub tworzyć z nim kompleks.
- (b)
- (c)

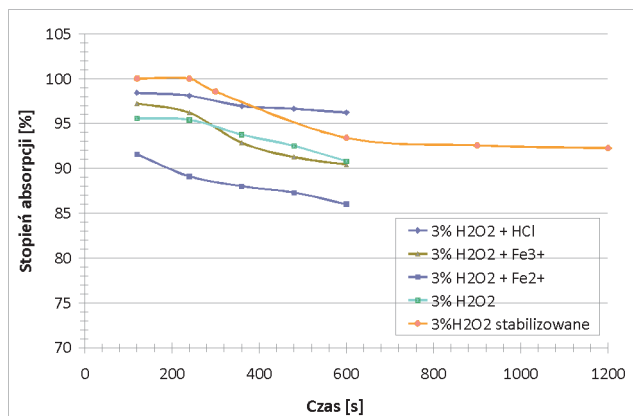
Jako stabilizatory H_2O_2 proponowane są np. krzemian (IV) sodu (Na_2SiO_3), kwas poli- α -hydroksyakrylowy czy kwas dipikolinowy – DPA, a jako kostabilizatory – np. kwas dietylenotriaminopentaoctowy – DTPA [2]. Zastosowanie odpowiednich stabilizatorów może nie tylko wydłużyć czas działania mieszaniny absorpcyjnej, ale również znacznie rozszerzyć zakres stosowania roztworów nadtlenu wodoru zwłaszcza o procesy biegnące w środowisku zasadowym oraz w podwyższonej temperaturze.

Zastosowanie nadtlenu wodoru jako cieczy absorpcyjnej w procesach usuwania THT było sporadycznie opisywane w literaturze dotyczącej procesów aplikacyjnych, bądź też brak jest w niej informacji odnoszących się do właściwości chłonnych sorbentu. Oceny przydatności H_2O_2 w metodach absorpcyjnego usuwania THT z gazu sieci przesyłowej można dokonać głównie na podstawie analizy właściwości fizykochemicznych tego potencjalnego sorbentu.

odpowiednią wartość pH roztworu wyjściowego. Badania prowadzono również w obecności jonów metali w postaci soli żelaza (II) oraz żelaza (III). W badaniach użyto soli cyjanożelazianowych: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ (pH mieszaniny sorpcyjnej = 8,2) oraz $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (pH cieczy sorpcyjnej = 5,0). Badania prowadzono również dla cieczy absorpcyjnych, które stanowiły wodne roztwory stabilizowanego H_2O_2 . Wyniki badań przedstawia rysunek 4.

Wyniki badań dowodzą, że absorbentami charakteryzującymi się najlepszą zdolnością sorpcyjną w stosunku do THT są: stabilizowany nadtlenek wodoru, nadtlenek wodoru z dodatkiem kwasu solnego oraz wodne roztwory H_2O_2 bez dodatków.

Wszystkie eksperymenty prowadzono w warunkach izotermicznych (20°C) oraz w warunkach ciśnienia atmosferycznego, z zachowaniem stałej wysokości słupa cieczy absorpcyjnej (stała powierzchnia kontaktu ciecz/gaz). W badaniach uwzględniono natomiast zmienną objętość absorbentu: 0,02 l; 0,05 l; 0,4 l oraz 0,8 l. Stopień absorp-

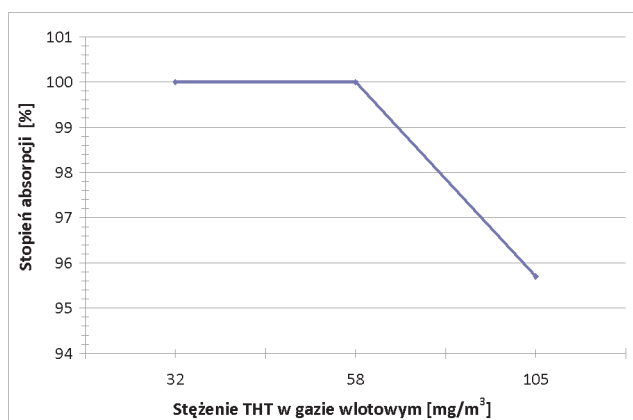


Rys. 4. Zależność stopnia absorpcji od składu roztworu sorpcyjnego

cji/chłonność sorbentu wyznaczano w oparciu o spadek stężenia THT w gazie wylotowym (mierzony, kontrolny parametr procesu). Gaz wlotowy (oczyszczany) stanowiły mieszaniny wzorcowe THT w azocie i metanie, o zawartości THT na poziomie odpowiadającym jego stężeniu w gazie ziemnym (5–6 ppm), jak również gaz sieciowy o zmiennym stężeniu nawianicza (3–10 ppm).

Badano następujące zależności:

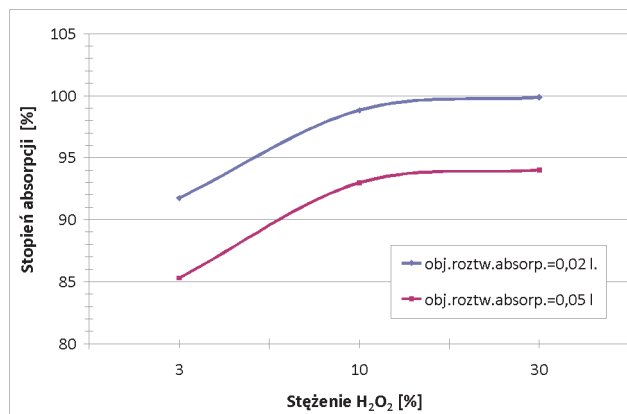
- zależność stopnia absorpcji (masa pochłoniętego THT) od zawartości THT w gazie wlotowym – wyznaczaną dla wzrastającej zawartości THT w mieszkankach wzorcowych, przy zachowaniu stałego przepływu gazu oczyszczanego przez układ, stałej objętości roztworu sorpcyjnego oraz stałego składu roztworu sorpcyjnego (3% wodny roztwór H₂O₂). Wyniki prób przedstawia rysunek 5:



Rys. 5. Zależność stopnia absorpcji od stężenia THT w gazie wlotowym

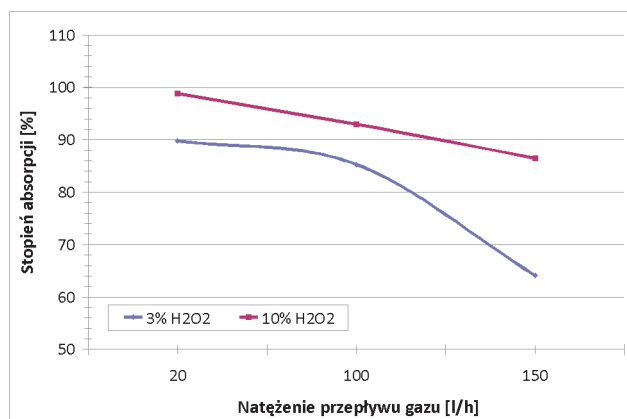
- zależność stopnia absorpcji (masa pochłoniętego THT) od stężenia H₂O₂ w roztworze wodnym – wyznaczaną dla wzrastających stężeń H₂O₂ w cieczy absorpcyjnej: 3%, 10% i 30%, dla układu charakteryzującego się

stałym stężeniem THT w gazie wlotowym, stałą objętością roztworu sorpcyjnego oraz stałym natężeniem przepływu gazu przez układ. Wyniki prób przedstawia rysunek 6:



Rys. 6. Zależność stopnia absorpcji od stężenia H₂O₂ w roztworze sorpcyjnym

- zależność stopnia absorpcji (masa pochłoniętego THT) od prędkości przepływu gazu/natężenia przepływu gazu przez układ – wyznaczaną dla wzrastających natężeń przepływu gazu o wartościach 20 l/h, 100 l/h i 150 l/h i zmiennych stężeń H₂O₂ w cieczy absorpcyjnej: 3% i 10%. Wyniki prób przedstawia rysunek 7:



Rys. 7. Zależność stopnia absorpcji od natężenia przepływu gazu

Wyniki eksperymentalne dowiodły wysokiej chłonności i długiego czasu pracy testowanych absorbentów w postaci wodnych roztworów nadtlenuku wodoru.

Metoda absorpcyjnego usuwania THT z gazu nawionionego okazuje się być skuteczna w przypadku, gdy zawartość nawianicza w gazie znajduje się na poziomie odpowiadającym jego eksploatacyjnej zawartości w paliwach gazowych, przy czym uzyskano tak samo wysoki stopień absorpcji THT (~90%) w przypadku użycia gazu

wlotowego o zawartości THT wynoszącej 32 mg/m³, jak i 58 mg/m³.

Ponadto wykazano, iż niższe stężenia H₂O₂ (głównie 3%) w roztworze wodnym wymagają stosowania małych przepływów gazu oczyszczanego, dla uzyskania odpowiednio wysokiego stopnia absorpcji. Przy wyższych stężeniach H₂O₂ w roztworze sorpcyjnym możliwe jest rozszerzenie

zakresu stosowania metody w stronę wyższych wartości natężenia przepływu gazu oczyszczanego. Badania potwierdziły możliwość zastosowania nadtlenu wodoru jako ciekłego absorbentu THT z gazu nawonionego z sieci dystrybucyjnej, przy czym – ze względu na bezpieczeństwo pracy i ekonomikę prowadzenia procesu – optymalnym sorbentem wydaje się być jego 10% roztwór wodny.

Artykuł nadesłano do Redakcji 23.12.2009 r. Przyjęto do druku 19.04.2010 r.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

Literatura

- [1] Atkinson R.: J. Phys. Chem. Ref. Data, Monograph 1, 185, 1989.
- [2] Charron I., Couvert A., Laplanche A., Renner C., Patria L., Requieme B.: Environ. Sci. Technol., 40, 7881, 2006.
- [3] Gomez M.V., Caballero R., Vázquez E., Moreno A., de la Hoz A., Díaz-Ortiz A.: Green Chem., 9, 331, 2007.
- [4] <http://www.h2o2.com>.
- [5] Huszał A.: *Opracowanie metody neutralizacji awaryjnych wycieków tetrahydrotofenu (THT), powstałych w procesie nawaniania gazu ziemnego*. Praca INiG, Warszawa 2006.
- [6] Jones C.W.: *Application of hydrogen peroxide and derivatives*. Royal Society of Chemistry, 1999.
- [7] Kaczorowska K., Kolarska Z., Mitka K., Kowalski P.: *Tetrahedron*, 61, 8315, 2005.
- [8] Kucińska K.: *Usuwanie skutków skażenia gruntów, spowodowanych awaryjnym wyciekiem środka nawaniającego (THT)*. Praca INiG, Warszawa 2004.
- [9] Maciucă A.L., Dumitriu E., Faula F., Hulea V.: *Int. Appl. Catal. A: General*, 338, 1, 2008.
- [10] Martin D., Jourdain J.L., LeBras G.: *Int. J. Chem. Kinet.*, 17, 1247, 1985.
- [11] Panneman H.J., Pot-Gerritsen R.C., Kuiper-Van Loo E.M., Pastoor H., Janssen-Van Rosmalen R.: *UV-oxidation process for water treatment at gas plant sites*. IGU-20th World Gas Conference, Kopenhaga 1997.
- [12] Vlasova L.V., Avdeeva L.B., Dunina R.I.: *Neftekhimija*, 20, 122, 1980.
- [13] Wine P.H., Thompson R J.: *Int. J. Chem. Kinet.*, 16, 867, 1984.



Dr Anna HUSZAŁ – adiunkt, doktor nauk chemicznych, kierownik Zakładu Nawaniania Paliw Gazowych INiG, 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.

ZAKŁAD NAWANIANIA PALIW GAZOWYCH

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.

Kierownik: dr Anna Huszał

Telefon: 22 632 99 50; 22 691 85 17

Adres: ul. Kasprzaka 25, 01-224 Warszawa

Faks: 22 632-63-13

E-mail: anna.huszal@inig.pl