

Zastosowanie pogłębionego utleniania odczynnikami Fentona w połączeniu ze strippingiem powietrzem do oczyszczania ścieków pochodzących z procesu zgazowania biomasy

Łukasz GOŚCINIĄK* – Instytut Chemii, Politechnika Warszawska, Płock

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2016, 70, 4, 209–218

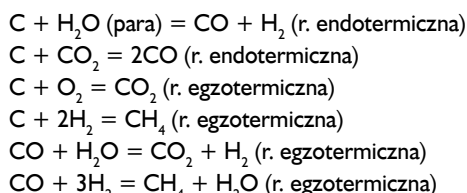
Wstęp

Procesy termicznej konwersji biomasy mające na celu pozyskiwanie energii i surowców do syntez chemicznych, pozostają popularnym tematem badań na całym świecie. Jawią się bowiem jako odnawialne i ekologiczne źródło surowców dla potrzeb chemii i energetyki, co niewątpliwie przyczynia się do niesłabnącego zainteresowania technologiami m.in. zgazowania biomasy [1].



Rys. 1. Główne surowce odnawialne stosowane w procesie zgazowania

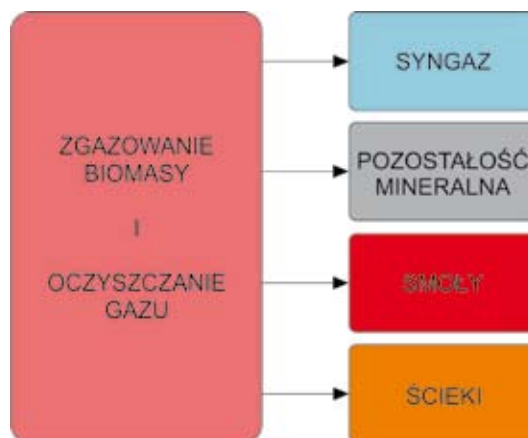
Zgazowanie prowadzone jest w celu uzyskania gazu, w skład którego wchodzi głównie CO , CO_2 , H_2 , N_2 , H_2O i CH_4 . Proces ten jest zespołem przemian zachodzących w warunkach podwyższonej temperatury w obecności czynnika zgazowującego (np. tlenu, powietrza, pary wodnej czy dwutlenku węgla), w wyniku których z paliw stałych otrzymuje się gaz. W trakcie zgazowania zachodzą zarówno reakcje endo- jak i egzotermiczne, a uproszczony jego przebieg przedstawia się następująco [2 ÷ 4]:



Otrzymany w ten sposób gaz, zwany gazem syntezowym lub syngazem, znajduje wiele zastosowań w różnych gałęziach przemysłu. Może być surowcem dla syntez chemicznych, takich jak proces Fishera-Tropscha, produkcja eteru dimetylowego, czy metanolu lub pełnić rolę paliwa i być spalany np. w palniku kotła wodnego, ewentualnie po uprzednim

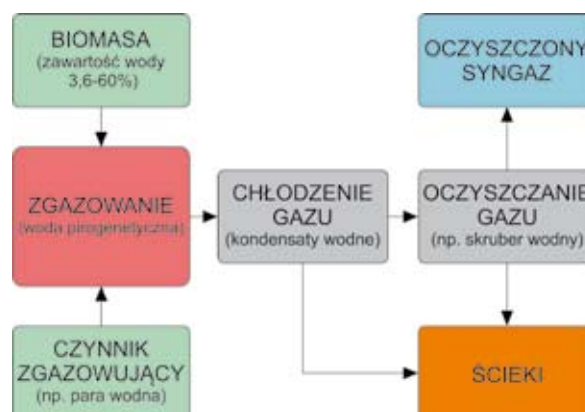
głębokim oczyszczeniu, w silniku bądź turbinie gazowej. Możliwe jest również wykorzystanie go do produkcji wodoru lub tzw. SNG (Substitute Natural Gas), czyli gazu o własnościach gazu ziemnego [2, 3].

Ze względu na rodzaj przetwarzanego surowca i cel produkcji syngazu, pojawiają się różne rozwiązania technologiczne, zarówno samych reaktorów zgazowania, jak i systemów oczyszczania gazu. Mimo takiego zróżnicowania, cechą wspólną technologii zgazowania biomasy, pozostaje generowanie pewnych ilości produktów ubocznych, takich jak popiół, smoły, czy woda pogazowa [5].



Rys. 2. Produkty zgazowania biomasy [5]

W przypadku popiołów, istnieje możliwość ich zagospodarowania np. jako nawóz mineralny do nawożenia pól [6, 7]. Wydzielone ze strumienia produktów smoły mogą być np. zawracane i stanowić surowiec zgazowania, a poprzez zastosowanie odpowiednich parametrów procesu, możliwe jest zmniejszenie ich ilości w gazie procesowym [3].



Rys. 3. Potencjalne źródła ścieków wodnych powstających w procesie termicznego przetworstwa biomasy [5, 8]

Autor do korespondencji:
Mgr inż. Łukasz GOŚCINIĄK, e-mail: gosciniak@pw.plock.pl

Problem powstawania ścieków wiąże się z obecnością wody w surowcu, użyciem pary wodnej jako czynnika zgazowującego, specyfiką samego procesu (woda pirogenetyczna), a także z zastosowaną techniką oczyszczania gazu procesowego [1].

Frakcja wodna powstająca w instalacjach zgazowania biomasy, stanowi złożoną mieszaninę zanieczyszczeń fizycznych i wielu substancji o różnej, często skomplikowanej budowie chemicznej. W zależności od wspomnianych wcześniej czynników, frakcja ta zawierać może m.in. smółki, zawieszane cząstki stałe, składniki rozpuszczone, takie jak kwas octowy, metanol, amoniak, siarczki, fenole czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz substancje nierozpuszczalne, występujące w postaci zemulgowanej. Przykładowo, w próbkach wody pogazowej uzyskanej podczas testów zgazowania zrębek olchowych, zidentyfikowano ponad 150 różnych związków chemicznych [2].

Tablica I

Wybrane składniki obecne w ścieku wodnym powstałym w procesie zgazowania biomasy [2]

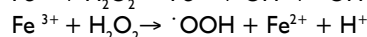
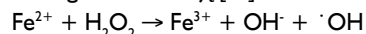
Parametr	Próbka I	Próbka II
	% wag.	
Zawartość wody	78,19	85,99
Całkowita zawartość lotnych związków organicznych (szacunkowa)	~6	~7
Zawartość pyłu	0,67	0,36
Substancje smoliste nierozpuszczalne w wodzie	4,82	2,29
Kwas octowy	2,81	4,82
Aldehyd octowy	0,07	0,03
Metanol	0,937	0,535
Benzen	0,0079	0,0031
Fenol	0,149	0,090
2,4-dimetylofenol	0,049	0,027
Naftalen	0,041	0,017
2-furaldehyd	0,208	0,140

Należy zauważyć, że duża część substancji zawartych w wodzie pogazowej, wykazuje znaczącą toksyczność i odporność na degradację. Dlatego nie można odprowadzać ścieku z procesu zgazowania bezpośrednio do naturalnych zbiorników wodnych; konieczne jest jego odpowiednie zagospodarowanie w sposób niezagrażający środowisku. Z uwagi na stosunkowo wczesną fazę rozwoju technologii konwersji biomasy, wciąż trwają badania nad opracowaniem skutecznych i ekonomicznych metod rozwiązania tego problemu; sukces na tym polu może stanowić czynnik decydujący o rozwoju i upowszechnieniu technologii zgazowania biomasy [2].

Ogólnie, do oczyszczania ścieków przemysłowych, w zależności od rodzaju i stopnia ich zanieczyszczenia, stosuje się metody fizyczne, biologiczne, fizykochemiczne i chemiczne. O wyborze konkretnej, decyduje szereg parametrów, wśród których jest chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) oraz często zawartość węgla organicznego (OWO). Poszczególne metody stosowane pojedynczo, nie zapewniają odpowiedniego stopnia oczyszczenia ścieków, dlatego coraz większe jest zainteresowanie rozwiązaniami hybrydowymi, tzn. łączenie np. metod pogłębionego utleniania (AOP) oraz innych, takich jak technologie membranowe, adsorpcyjne i inne [9].

Istotą metod pogłębionego utleniania jest wykorzystanie do rozkładu zawartych w ściekach substancji, silnych utleniaczy, takich jak ozon, nadtlenek wodoru, czy rodniki hydroksylowe ($\cdot\text{OH}$). Potencjał utleniający tych ostatnich należy do najwyższych spośród wszystkich znanych utleniaczy, a to sprawia, iż charakteryzują się one bardzo dużą reaktywnością i skutecznością w utlenianiu różnego typu związków chemicznych. Spośród

wielu metod generowania rodników hydroksylowych, jedną z prostszych jest zastosowanie tzw. odczynnika Fentona, tj. H_2O_2 w mieszaninie z jonami Fe^{2+} . Rodniki powstają tu w wyniku katalitycznego rozkładu nadtlenu wodoru, zgodnie z reakcją [10]:



Wchodzą one w skomplikowane reakcje niemal ze wszystkimi zanieczyszczeniami (utleniają np. alkohole do ketonów) obecnymi w ściekach. Prawdopodobnie zachodzi tu również bezpośrednie utlenianie nadtlenu wodoru, utlenianie rodnikami generowanymi poza przedstawionym mechanizmem oraz utlenianie rodnikami halogenkowymi powstającymi w reakcji rodników $\cdot\text{OH}$ z większością jonów halogenkowych (Cl^- , Br^-), co może prowadzić nawet do całkowitej mineralizacji zanieczyszczeń [11, 12]. W optymalnych warunkach odczynnik Fentona utlenia wiele rodzajów złożonych związków organicznych z efektywnością ponad 90%. Reakcja Fentona może stanowić skuteczny sposób na zmniejszenie ilości zanieczyszczeń również w ścieku ze zgazowania biomasy [1]. Jedną z zalet tego procesu, w porównaniu do innych metod, oprócz wysokiej skuteczności, jest jego prostota. Nie wymaga on stosowania specjalistycznego oprzyrządowania, jest homogeniczny (nie ma ograniczeń związanych z przenoszeniem masy), a reagenty są ogólnie i łatwo dostępne. Sprawdza się on również w przypadku ścieków o dużej mętności, aczkolwiek jedną z wad procesu Fentona jest konieczność końcowej korekty odczynu ścieków [11, 13, 14]. Podobnie jak w przypadku innych technik AOP, ograniczenie stanowić może cena utleniacza. Mimo że koszty związane z zastosowaniem zaawansowanych procesów utleniania są relatywnie wysokie, to zarówno postęp w zakresie zwiększania ich skuteczności, jak i minimalizacja kosztów stosowania oraz rosnące wymagania ochrony środowiska naturalnego sprzyjają wykorzystaniu ich w szerszej skali. Ponadto, zastosowanie w połączeniu z innymi metodami (np. strippingiem), dzięki efektowi synergizmu, pozwala osiągać zwiększoną skuteczność w usuwaniu zanieczyszczeń [9].

Stripping jest procesem wymiany masy – metodą fizycznego oczyszczania, której celem jest wyeliminowanie rozpuszczonego w wodzie gazu (np. CO_2 , H_2S), a także lotnych substancji organicznych [14]. Jego podstawą są procesy desorpcji, które można prowadzić np. w strumieniu gazu obojętnego (desorpcja właściwa). W tym przypadku proces polega na przepuszczeniu przez zanieczyszczoną wodę obojętnego gazu (najczęściej powietrza, azotu lub pary wodnej); w wyniku czego, rozpuszczone w niej lotne składniki zostają usunięte i przechodzą do fazy gazowej (ponieważ ich ciśnienie cząstkowe nad roztworem jest wyższe niż w mieszaninie gazowej). Proces prowadzi się w kolumnach z wypełnieniem lub w kolumnach bełkotkowych, dozuując roztwór od góry kolumny, a gaz obojętny od dołu. Z dolnej części kolumny odprowadza się oczyszczony roztwór, z górnej – wydzielony z niego gaz w mieszaninie z gazem obojętnym [15]. Zwiększenie skuteczności procesu uzyskuje się poprzez rozwinięcie powierzchni międzyfazowej stykających się mediów, np. przez rozpylanie wody lub rozdrobnienie pęcherzyków gazu. Często stosuje się również odpowiednie wypełnienia aparatów procesowych, dzięki czemu w trakcie przepływu następuje ciągle rozbijanie kropli wody, co zapewnia znaczne zmniejszenie napięcia powierzchniowego, które jest najmniejsze w czasie ponownego formowania się kropli [16].

Część eksperymentalna

Praca miała na celu określenie, czy proces strippingu może być pomocny w oczyszczaniu ścieków pochodzących z procesu zgazowania biomasy. Materiał badawczy stanowiły 4 frakcje wodne (pierwszą z nich, przed wykorzystaniem do dalszych badań, poddano dodatkowo procesowi filtracji – uzyskując w ten sposób próbkę Ia). Ścieki charakteryzowały się różnymi właściwościami (zależnymi m.in. od sposobu oczyszczania produkowanego syngazu), a wspólną cechą wszystkich był bardzo wysoki stopień zanieczyszczenia, określanej wartością chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT).



Rys. 4. Ścieki z instalacji zgazowania biomasy

Przebieg procesu oczyszczania ścieku

Do wykonanej ze stali kwasoodpornej kolumny strippingowej zaopatrzonej w bełkotkę, wprowadzano odpowiednią ilość surowego ścieku, ścieku z nadtleniem wodoru lub ścieku z odczynnikami Fentona, a następnie prowadzono jego napowietrzanie za pomocą pompki membranowej. Ciecz z dołu kolumny była podawana pompą obiegową do górnej części kolumny w celu uzyskania przepływu przeciwaprądowego. Powstająca w trakcie procesu piana, wraz z porywanymi przez nią zanieczyszczeniami, była odbierana górą kolumny.

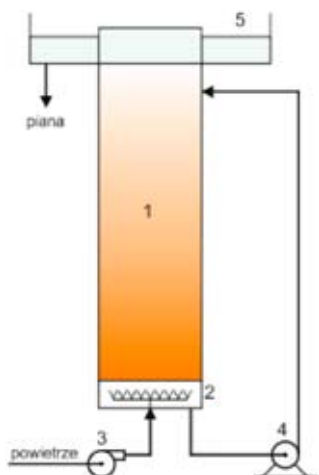
Przed poddaniem ścieków utlenianiu nie była konieczna korekta pH, ponieważ ich odczyny mieściły się w zakresie od 3 do 6 (zakres, w którym najefektywniej zachodzi proces utleniania).

Tablica 2

Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych ścieków

Parametr	Ściek 1	Ściek 2	Ściek 3	Ściek 4
pH	5,0	4,6	4,4	3,8
Przewodność, mS/cm	4,0	6,4	6,1	3,4
ChZT, mg O ₂ /dm ³	46276	30087	95367	75717
Mętność, NTU	> 1000	> 1000	66	> 1000
Zawartość zawieszin, mg/dm ³	> 750	> 750	68	> 750
Barwa	czarno-brązowa	ciemnobrunatna	pomarańczowa	ciemnobrunatna
Zapach	ostry, duszący, dymny	palonego drewna	oleju napędowego	duszący, dymny

W ramach pracy zbudowano instalację do strippingu gazowego w skali laboratoryjnej, umożliwiającą prowadzenie procesu napowietrzania i jego połączenie z pogłębionym utlenianiem. Na podstawie przeprowadzonych testów dokonano wyboru sposobu dyspersji powietrza zapewniającego najlepsze rozwinięcie powierzchni pęcherzyków gazu oraz przeprowadzono wstępne badania dla określenia zasadności napowietrzania ścieku. Ze względu na stopień dyspersji gazu i obecność zanieczyszczeń stałych w niektórych próbkach, optymalnym wyborem okazał się barbotaż za pomocą bełkotki. Zapewniła ona najlepszy stopień rozdrobnienia pęcherzyków powietrza; ponadto, w przeciwieństwie do przegród perforowanych, czy pierścieni Białeckiego, nie ulegała zapychaniu cząstkami zawieszin unoszących się w ścieku.



Rys. 5. Schemat kolumny strippingowej: 1 – kolumna strippingowa, 2 – bełkotka, 3 – pompka membranowa, 4 – pompa obiegowa, 5 – odbiornik piany

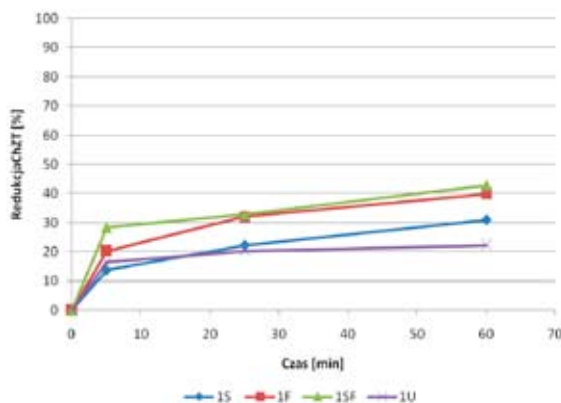


Rys. 6. Unoszone z pianą zanieczyszczenia stałe

Aby określić wpływ czasu trwania procesu na przebieg oczyszczania (zarówno przy wykorzystaniu napowietrzania, jak i bez niego) po 5, 25 i 60 minutach procesu pobierano próbki ścieku i oznaczano ich chemiczne zapotrzebowanie na tlen. Dla uzyskania informacji o wpływie napowietrzania na skuteczność pogłębionego utleniania, równoległe prowadzono procesy utleniania bez zastosowania barbotażu.

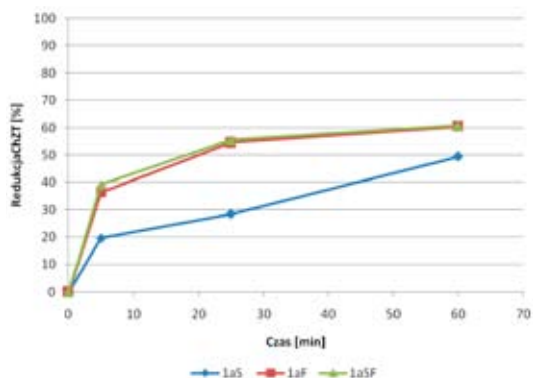
Każdy z 4 rodzajów ścieków został poddany:

- **S** – strippingowi powietrzem (200 cm³ surowego ścieku umieszczano w kolumnie i za pomocą bełkotki przepuszczano przez niego powietrze w czasie 60 minut).
- **F** – utlenianiu ścieku za pomocą odczynnika Fentona bez napowietrzania (do zlewki zawierającej 200 cm³ surowego ścieku wsypywano 0,4 g krystalicznego FeSO₄·7H₂O i za pomocą mieszadła magnetycznego zawartość mieszano do całkowitego rozpuszczenia się soli; następnie do tak sporządzonego roztworu dodawano 10 cm³ 30% nadtlenu wodoru i zawartość zlewki mieszano w czasie 60 minut).
- **SF** – strippingowi połączonego z pogłębionym utlenianiem przy użyciu odczynnika Fentona (do zlewki zawierającej 200 cm³ surowego ścieku wsypywano 0,4 g krystalicznego FeSO₄·7H₂O i za pomocą mieszadła magnetycznego zawartość mieszano do całkowitego rozpuszczenia się soli; następnie do tak sporządzonego roztworu dodawano 10 cm³ 30% nadtlenu wodoru, zawartość zlewki przelewano do kolumny strippingowej i za pomocą bełkotki przepuszczano przez nią powietrze w czasie 60 minut).

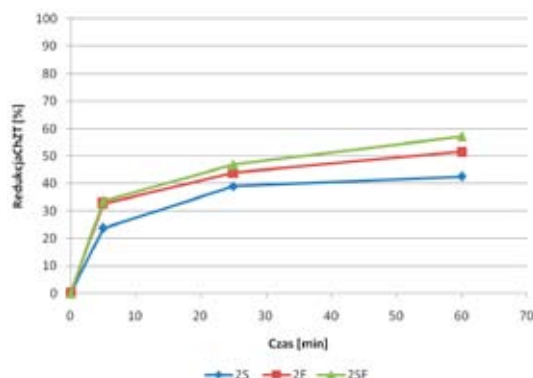


Rys. 7. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieku nr 1

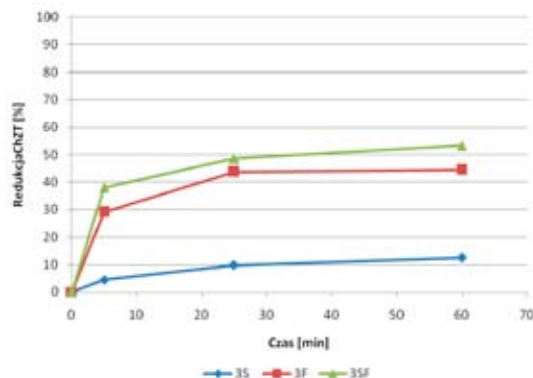
Pierwszy ze ścieków poddany został również utlenianiu za pomocą samej wody utlenionej (**U**), jednak uzyskane stopnie zmniejszenia ChZT były niewielkie (zapewne ze względu na znacznie niższy od rodników hydroksylowych potencjał utleniający nadtlenku wodoru i dłuższy czas reakcji). Ze względu na relatywnie niewielką skuteczność (w porównaniu do odczynnika Fentona), w dalszej części badań utlenianie w ten sposób zostało zaniechane.



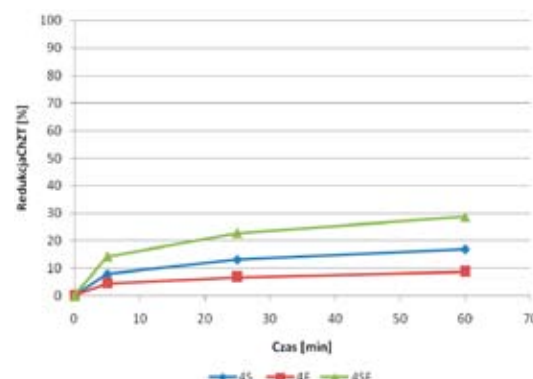
Rys. 8. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieku nr 1 poddanego wcześniej filtracji



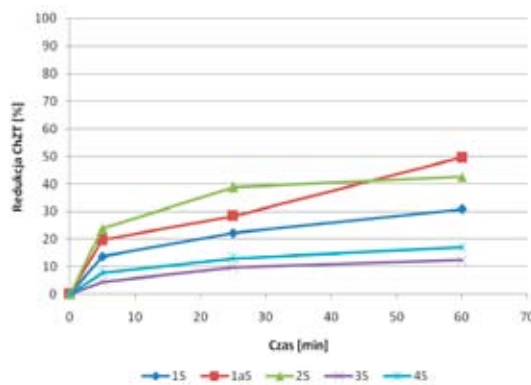
Rys. 9. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieku nr 2



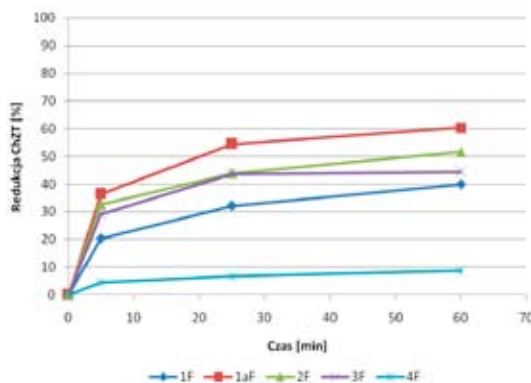
Rys. 10. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieku nr 3



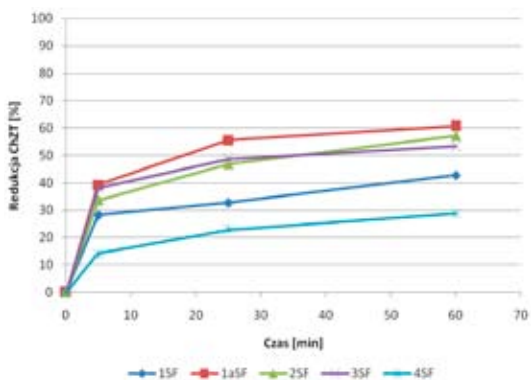
Rys. 11. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieku nr 4



Rys. 12. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieków poddanych strippingowi



Rys. 13. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieków poddanych utlenianiu odczynnikiem Fentona



Rys. 14. Wykres zmniejszenia ChZT [%] dla ścieków poddanych strippingowi i utlenianiu odczynnikiem Fentona

Podsumowanie i wnioski

Wstępne wyniki badań wskazują, że zastosowanie strippingu, szczególnie w połączeniu z utlenianiem za pomocą odczynnika Fentona, może okazać się skuteczną metodą na podczyszczanie ścieków pochodzących z instalacji zgazowania biomasy.

Proces strippingu umożliwił w każdym z przypadków zmniejszenie ilości zanieczyszczeń (mierzonych wskaźnikiem ChZT), przy czym jego skuteczność nie była jednakowa dla każdej z próbek. Najmniej efektywny okazał się on w oczyszczaniu ścieku nr 3, umożliwiając obniżenie ChZT o niecałe 13%. Największą skuteczność zaobserwowano w przypadku ścieku nr 1 poddanego wcześniej filtrowaniu. Stripping umożliwił tu zmniejszenie ChZT o prawie połowę. Wiąże się to prawdopodobnie z tym, że znaczna część zanieczyszczeń stałych została wydzieleną wcześniej, a pozostałe po filtracji bardzo drobne cząstki zostały usunięte wraz z powstającą pianą (dodatkowy efekt flotacji, obserwowany był również w pozostałych przypadkach).

W przypadku utleniania ścieku, przy wykorzystaniu samego nadtlenku, zaobserwowano mniejszą, w porównaniu do odczynnika Fentona, skuteczność w obniżaniu ChZT. Ma to prawdopodobnie związek z faktem, że potencjał utleniający nadtlenku jest znacznie niższy od rodników hydroksylowych, a zatem reakcje utleniania przebiegały

tu wolniej i z mniejszą skutecznością. Przy zastosowanych parametrach procesu, nadtlenek prawdopodobnie nie zdążył, lub nie był w stanie, przereagować z obecnymi w ścieku zanieczyszczeniami.

We wszystkich przypadkach utleniania, największą obniżkę ChZT obserwowano w początkowej fazie procesu. Intensywny przebieg reakcji potwierdza również gwałtowny wzrost temperatury.

W przypadku połączenia pogłębianego utleniania odczynnikiem Fentona z jednoczesnym strippingiem powietrzem, zaobserwowano korzystne efekty zwiększenia stopnia oczyszczenia wszystkich ścieków. W wyniku zastosowania odczynnika Fentona, lub odczynnika Fentona i strippingu, udało się w znacznym stopniu zmniejszyć także charakterystyczne odory ścieków.

Podczas strippingu (w mniejszym stopniu również w trakcie samego utleniania), szczególnie w początkowej fazie procesu, obserwowano powstawanie piany, która porywając ze sobą zanieczyszczenia stałe, dodatkowo pozytywnie wpływała na skuteczność oczyszczania ścieków. Jednak w przypadku ścieku nr 4, ilości powstającej piany były tak duże, że utrudniały prowadzenie procesu.

Zastosowanie strippingu, szczególnie w połączeniu z utlenianiem za pomocą odczynnika Fentona, może okazać się skuteczną metodą na podczyszczanie ścieków pochodzących z instalacji otrzymywania syngazu z biomasy. Z uwagi na możliwość poprawy skuteczności zastosowanych technik oczyszczania, poprzez m.in. optymalizację natężenia przepływu powietrza, ilości nadtlenu wodoru oraz jonów Fe^{2+} , a także pH czy temperatury środowiska wskazane jest kontynuowanie badań nad tymi procesami.

Literatura

- Gościński Ł.: *Zastosowanie nadtlenu wodoru w oczyszczaniu wody odpadowej z procesu termicznej konwersji biomasy*. W Wybrane problemy naukowo-badawcze chemii i technologii chemicznej. „DRUKARNIA” Sp. z o.o. Sierpc 2013, 161–171.
- Fitko H., Stelmach S.: *Charakterystyka wody pogazowej otrzymanej przy zgazowaniu biomasy*. Instal 2013, 6, 22–25.
- Piskowska-Wasiak J.: *Oczyszczanie i przetwarzanie gazu ze zgazowania biomasy w celu wytworzenia SNG (Substitute Natural Gas)*. Nafta-Gaz 2011, 5, 347.
- Franco C., Pinto F., Gulyurtlu I., Cabrita I.: *The study of reactions influencing the biomass steam gasification process*. Fuel 2003, 82, 839.
- Gościński Ł.: *The Application of Coagulation and Advanced Oxidation Processes Combined in the Treatment of Tar Water from Biomass Gasification*. Applied Mechanics and Materials 2015, 797, 369–376.
- Wisł J., Matwiejew A.: *Biomasa – badania w laboratorium w aspekcie przydatności do energetycznego spalania*. Energetyka 2015, 9, 639.
- Kowalczyk-Juśko A.: *Popiół z różnych roślin energetycznych*. Proceedings of ECOpole 2009, 3, 159.
- Lettner F., Timmerer H., Haselbacher P.: *Biomass gasification – State of the art description*. Graz University of Technology – Institute of Thermal Engineering Inffeldgasse, Austria 2007, 48.
- HYPERLINK <http://ecomanager.pl/poglebione-utlenianie-w-oczyszczaniu-ściekow/> (19.02.2016).
- Kardasz K., Kędzierska E., Konopka M., Majzner M.: *Opracowanie założeń do projektu oraz projektu procesowego węzła utylizacji ścieków technologicznych*. Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej, 2000, 3–4.
- Barbusiński K.: *Oczyszczanie ścieków przemysłowych metodami katalitycznymi wykorzystaniem nadtlenu wodoru*. Chemik 2001, 2, 31–36.
- Lewkiewicz-Malyś A., Rogowska-Kwas R., Winid B.: *Reduction of hydrocarbon contaminations in the chemical oxidation process*. Czasopismo Techniczne 2008, 2, 250.
- Nawrocki J.: *Zaawansowane procesy utleniania w oczyszczaniu wody*. Ochrona środowiska 1999, 3, 31–34.
- HYPERLINK <http://www.pulawy.com/314-informacje-rynkowe-szczegoly/lang-pl-PL/infoid/845/list/242/default.aspx> (19.02.2016). Kowal A.L., Świdzka-Bróż M.: *Oczyszczanie wody. Podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urządzenia*. PWN 2007, 94, 613.
- Planowski A.N., Ramm W.M., Kagan S.Z.: *Procesy i aparaty w technologii chemicznej*. WNT, Warszawa 1974, 611.
- Piekutin J.: *Usuwanie związków ropopochodnych z wody*. Rocznik Ochrona Środowiska 2013, 15, 2470.

*Mgr inż. Łukasz GOŚCINIĄK jest absolwentem kierunku Technologia Chemiczna (2008) na Wydziale Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej. Obecnie pracuje w Instytucie Chemii PW w Zakładzie Chemii i Technologii Organicznej.
e-mail: gosciniak@pw.plock.pl, tel.: 24 36 72196

Aktualności z firm

News from the Companies

ZMIANY PERSONALNE

Zmiany w Zarządzie PGE

22 marca br. Rada Nadzorcza PGE Polskiej Grupy Energetycznej podjęła uchwałę o powołaniu Henryka Baranowskiego w skład Zarządu IX kadencji i powierzeniu mu funkcji Prezesa Zarządu; Bolesława Jan-kowskiego w skład Zarządu IX kadencji i powierzeniu mu funkcji Wiceprezesa Zarządu ds. Handlu; Pawła Śliwy w skład Zarządu IX kadencji i powierzeniu mu funkcji Wiceprezesa Zarządu ds. Innowacji; Marty Gajęckiej w skład Zarządu IX kadencji i powierzeniu jej funkcji Wiceprezesa Zarządu ds. Rozwoju Rynku i Relacji Międzynarodowych. (kk)
(<http://www.gkpgc.pl/>, 22.03.2016)

Zmiany w Radzie Nadzorczej Grupy Azoty ZAK SA

23 marca br. odbyło się Nadzwyczajne Walne Zgromadzenie Grupy Azoty ZAK SA, podczas którego zostały podjęte uchwały zmieniające skład Rady Nadzorczej Spółki.

Rezygnację z członkostwa w Radzie Nadzorczej i funkcji Przewodniczącego złożył Pan Andrzej Skolmowski. Ze składu Rady Nadzorczej odwołani zostali: Wiceprzewodniczący Rady Nadzorczej Pan Jerzy Koziara, Członkowie Rady Nadzorczej: Pan Witold Szczypiński, Pan Marcin Stanisław Witkowski. Do składu Rady Nadzorczej powołani zostali: Pan Boh-

dan Pecuszok na Przewodniczącego Rady Nadzorczej oraz Członkowie Rady Nadzorczej: Pani prof. Katarzyna Chojnacka, Pan Michał Wrębiak, Pan Artur Rafał Kamiński. W obecnym składzie Rady Nadzorczej pozostał wybrany z ramienia pracowników Pan Paweł Polański. (abc)
(<http://grupaazoty.com/pl/wydarzenia> 23.03.2016)

Zmiany w składzie Rady Nadzorczej Grupy Azoty PUŁAWY

24 marca br. odbyło się Nadzwyczajne Walne Zgromadzenie Grupy Azoty PUŁAWY, podczas którego zostały podjęte uchwały zmieniające skład Rady Nadzorczej Spółki VIII kadencji.

Jeszcze przed Walnym Zgromadzeniem rezygnację z funkcji Członka Rady Nadzorczej złożyli Panowie Janusz Cendrowski i Andrzej Skolmowski. Decyzją Nadzwyczajnego Walnego Zgromadzenia ze składu Rady Nadzorczej odwołani zostali: Przewodniczący Rady Nadzorczej Pan Cezary Możeński oraz Członek Rady Nadzorczej Pan Jerzy Koziara. Do Składu Rady Nadzorczej powołani zostali: Pan Janusz Cendrowski na Przewodniczącego Rady Nadzorczej oraz Członkowie Rady Nadzorczej Panowie: Ignacy Chwesiuk, Leszek Lewicki, Jakub Troszyński.

W obecnym składzie Rady Nadzorczej pozostają wybrani z ramienia pracowników Panowie Andrzej Bartuzi i Jacek Wójtowicz. (abc)
(<http://grupaazoty.com/pl/wydarzenia> 24.03.2016)