

# Tworzywa poliolefinowe w zastosowaniach specjalnych

Marcin ROMANOWSKI – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, Kędzierzyn-Koźle, Janusz BEŁZOWSKI – Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, Gliwice, Bartłomiej KRAMARCZYK, Aneta BULSKA – Nitroerg SA, Bieruń

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2010, 64, 1, 7-13

Biorąc pod uwagę tonaż, największy udział w światowej produkcji tworzyw sztucznych mają polimery olefinowe, a wśród nich polietylen i polipropylen. Poliolefiny pod względem właściwości są bardzo zróżnicowaną grupą polimerów; każdy polimer występuje przynajmniej w kilku odmianach, dlatego znajdziemy tu polimery w stanie stałym i ciekłym, twarde, kruche, elastyczne. Właściwości bazowe polimerów mogą być dodatkowo zmieniane przy użyciu napełniaczy i modyfikatorów. Z tego względu poliolefiny stanowią dobrą bazę do uzyskania tworzywa o pożądanych właściwościach. Możliwość regulacji właściwości fizykochemicznych w szerokim zakresie, stosunkowo niska cena oraz łatwe przetworstwo zdecydowały o rozpowszechnieniu tworzyw poliolefinowych i jednocześnie o zaszerogowaniu ich jako surowców do produkcji wyrobów codziennego użytku [1].

Rozwój przemysłu zbrojeniowego następuje zgodnie z koncepcją miecza i tarczy, czyli działania i przeciwdziałania. Koncepcja ta polega na tym, że opracowanie nowej broni (miecza) implikuje projektowanie lepszych środków osłonowych (tarczy), pozwalających na zniewolenie działania powstałego oręża. Z kolei pojawienie się nowej tarczy determinuje prace nad skuteczniejszymi środkami bojowymi pozwalającymi na jej wyeliminowanie. W konsekwencji prowadzi to do szybkiego i nieustannego rozwoju techniki militarnej [2]. Technika wojskowa jest silnym motorem postępu nie tylko branży zbrojeniowej, ale również powiązanych z nią gałęzi przemysłu, w tym również tworzywowego.

Celem niniejszej pracy jest pokazanie szerokich możliwości aplikacji kompozytów poliolefinowych nie tylko w standardowych zastosowaniach, ale również jako materiałów specjalnego przeznaczenia, np. w branży militarnej. Wybrane zastosowania obrazują, jak zróżnicowane tworzywa można uzyskać na bazie polimerów olefinowych.

## Lepiszczta plastycznych materiałów wybuchowych i paliw raketowych

Polimery już od ponad stu lat są wykorzystywane jako składnik ładunków miotających w amunicji artyleryjskiej i strzeleckiej, w materiałach wybuchowych o obniżonej wrażliwości na bodźce mechaniczne, a od lat czterdziestych, czyli od czasu wprowadzenia rakiet, także w paliwach raketowych. Współczesne plastyczne materiały wybuchowe (PMW) jak i paliwa raketowe są mieszaniną utleniacza, lepszczta polimerowego, modyfikatorów oraz materiału wybuchowego kruszącego, zbilansowanych w zależności od spełnianej funkcji. Zawartość lepszczta, w zależności od zastosowania, waha się najczęściej w przedziale 5-30% wagowych w stosunku do całej masy mieszaniny [3, 4].

Lepiszczta, zwyczajowo nazywane też paliwem, w stałych paliwach raketowych oraz plastycznych materiałach wybuchowych jest składnikiem palnym, pełniącym rolę strukturotwórczą. Jego zadaniem jest nadanie odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej oraz spoiwości całej mieszaninie. Dobry dobór lepszczta ma decydujący wpływ na flegmatyzację materiału wybuchowego, czyli zmniejszenie jego wrażliwości na zainicjowanie wybuchu wywołanego przypadkowym bodźcem mechanicznym. Jako składnik palny jest ono czynnikiem umożliwiającym uzyskanie odpowiedniego bilansu tlenowego, co jest szczególnie istotne, jeśli mieszanina ma być wykorzystana w roli paliwa rakieto-

wego bądź PMW do elaboracji (wypełniania) pocisków. Wybór lepszczta determinuje sposób przetworstwa całej mieszaniny, co wiąże się z najważniejszym wymaganiem w stosunku do materiałów mających spełniać tę rolę, a mianowicie muszą one umożliwiać formowanie jedną z trzech metod, tzn. odlewania, prasowania lub wtrysku, przy czym preferowane jest odlewanie [4].

Inne wymagania często stawiane lepszcztom to:

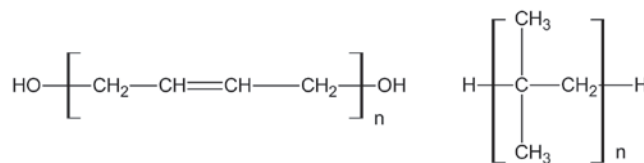
- duża zdolność flegmatyzacji,
- zdolność do przemiany chemicznej z wydzieleniem dużej ilości gazów,
- możliwie duża gęstość przy jednoczesnym braku cząstek stałych w produktach spalania, co wpływa na zdolność do wykonania pracy przez mieszaninę,
- mała agresywność korozyjna,
- względnie niska toksyczność lepszczta i produktów jego spalania.

Dla plastycznych materiałów wybuchowych takich jak C4 (Composition 4) wykorzystywanych przez oddziały antyterrorystyczne i wojskowe oddziały inżynieryjne są stawiane dodatkowo trzy wymagania, które bezpośrednio wiążą się z wyborem lepszczta:

- można je formować przy użyciu rąk,
- można je przykleić do przedmiotów, ale nie kleją się do rąk (tak jak plastelina),
- zachowanie właściwości plastycznych w szerokim zakresie temperatur.

Materiały pełniące rolę lepszczta nie są w stanie sprostać jednocześnie wszystkim wymaganiom, dlatego w zależności od zastosowania znaczenie poszczególnych wymagań jest zmienne.

Początkowo w plastycznych mieszaninach wybuchowych jako lepszczta stosowano polimery naturalne. Rozwój wiedzy na temat polimerów syntetycznych spowodował, że w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku rozpoczęto badania nad zastosowaniem ich również



Rys. 1. Struktura HTPB (po lewej) i PIB (po prawej)

w środkach wybuchowych. Mieszaniny otrzymane na bazie polimerów syntetycznych charakteryzowały się przede wszystkim większą trwałością w czasie i wodoodpornością niż te z polimerami naturalnymi. Intensywne badania trwały do lat siedemdziesiątych. W tym czasie opracowano olbrzymią ilość receptur PMW na bazie żywic epoksydowych czy poliuretanów; okazało się również, że większość wymagań stawianych lepszcztom spełniają polimery olefinowe bądź ich mieszaniny. Obecnie wśród lepszczta poliolefinowych najpowszechniej używane są mieszaniny zawierające polibutadien zakończony grupami hydroksylowymi (HTPB) lub poliizobutylen (PIB), (rys. 1). Fakt ten jest spowodowany głównie dwoma czynnikami, tzn. łatwością uzyskania mieszaniny z materiałem wybuchowym oraz zdolnością do zachowania dobrych właściwości użytkowych w szerokim zakresie temperatur [4÷7].

Polimery te charakteryzują się również dużą zdolnością do flegmatyzacji materiału wybuchowego. Rysunek 2 przedstawia wrażliwość na tarcie (wartości w N) czystego azotan(V) pentaerytrytu (PETN) oraz jego mieszanin (30 cg/g lepiszcza) z poliizobutylenem (PIB), poliglicerolem (PG), polibutenem z hydroksylowymi grupami końcowymi (HTPB) oraz kopolimerem azydku glicydydu z tlenkiem etylenu (Poli(GAcoEtOX)).

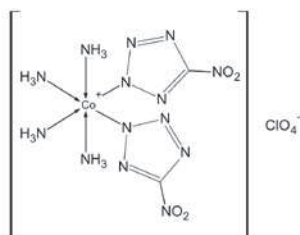


Rys. 2. Porównanie wrażliwości na tarcie czystego PETN oraz jego mieszanin

Jak wynika z powyższego wykresu, mieszaniny oparte na polimerach olefinowych, czyli PIB i HTPB, wykazują prawie dwukrotnie mniejszą wrażliwość na tarcie w stosunku do czystego materiału wybuchowego.

Poliolefiny są stosowane jako lepiszcza również w tak wyspecjalizowanych plastycznych mieszaninach wybuchowych jak środki inicjujące aktywowane światłem lasera małej mocy. Głównym składnikiem takich mieszanin jest najczęściej wysokoenergetyczny kompleks wrażliwy na światło lasera, np. chloran(VII) tetraamina-cis-bis(5-nitro-2H-tetrazol-N<sup>2</sup>)kobaltu(III), BNCP (rys. 3).

Materiały wybuchowe tego typu, w przeciwieństwie do klasycz-



Rys. 3. Struktura BNCP

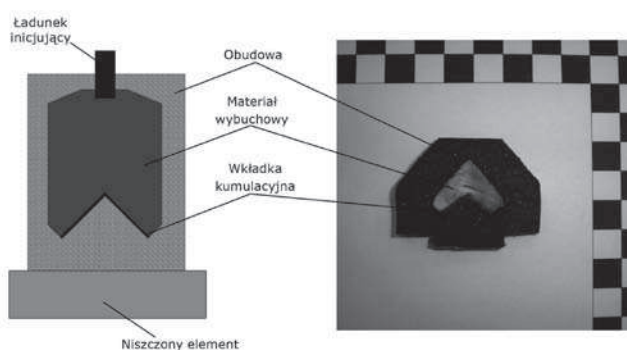
nych materiałów wybuchowych inicjujących, charakteryzują się małą wrażliwością na łatwe do przypadkowego wygenerowania bodźce mechaniczne. Można je natomiast zainicjować światłem lasera o określonej długości fali. W tym zastosowaniu lepiszcze powinno przepuszczać wiązkę laserową, a najlepiej prowadzić do jej odbić wewnątrz mieszaniny, co umożliwi zadziałanie światła na kryształy kompleksu i zainicjowanie materiału wybuchowego. Bardzo dobrze w roli lepiszcza dla materiałów wybuchowych inicjowanych laserem sprawdza się wspomniany wcześniej HTPB, znacznie gorsze rezultaty uzyskuje się stosując PIB [8 ÷ 10].

### Elementy konstrukcyjne ładunków kumulacyjnych

Tworzywa poliolefinowe stanowią dobry materiał do produkcji elementów wyspecjalizowanych materiałów wybuchowych o przeznaczeniu saperskim, w szczególności elastycznych liniowych ładunków kumulacyjnych. Liniowe ładunki kumulacyjne wykorzystywane są przede wszystkim podczas prac inżynierskich do przecinania profili betonowych i stalowych oraz do niszczenia elementów nośnych podczas wyburzania techniką wybuchową. Istotnym jest fakt, że większości tych prac nie można wykonać innymi rodzajami materiałów wybuchowych, natomiast jeśli jest taka możliwość, to okazuje się ona znacznie mniej korzystna ekonomicznie. Długi czas wadą liniowych ładunków kumulacyjnych było to, że charakteryzowały się one

dużą sztywnością, co znacznie utrudniało ich użycie. Pojawienie się elastycznych liniowych ładunków kumulacyjnych znacznie poprawiło komfort pracy, jak również stworzyło możliwość zastosowania ich do zupełnie nowych celów. Ładunki tego typu są chętnie stosowane przez oddziały uderzeniowe policji do eliminacji przeszkód stałych, takich jak drzwi czy kraty.

Ładunki kumulacyjne, zarówno liniowe jak i osiowe, zbudowane są zasadniczo z trzech elementów, to znaczy z materiału wybuchowego, wkładki kumulacyjnej oraz obudowy, (rys. 4). Każdy z tych elementów może być wykonany na bazie polimerów olefinowych. Największym problemem przy doborze tworzywa jest to, że elastyczny liniowy ładunek kumulacyjny ma być deformowany, to znaczy formowany tak, aby przylegał do niszczonej przeszkody niezależnie od jej kształtu. Niezbędnym jest w tym przypadku, aby podczas formowania zachowana była w możliwie dużym zakresie geometria ładunku, a w szczególności wkładki kumulacyjnej [11 ÷ 13].



Rys. 4. Schemat budowy elastycznego ładunku kumulacyjnego (po lewej) i zdjęcie taśmy tnącej „BLADE” (po prawej)

### Materiał wybuchowy

Zadaniem jego jest wytworzenie możliwie dużego ciśnienia, które działa na wkładkę powodując powstanie strugi kumulacyjnej. W związku z tym najkorzystniej jest używać materiałów wybuchowych o względnie dużej prędkości detonacji. Elastyczne ładunki kumulacyjne elaborowane są plastycznymi materiałami wybuchowymi względnie odpornymi na siły rozciągające. W tym elemencie poliolefiny mają zastosowanie jako lepiszcza plastycznego materiału wybuchowego.

### Wkładka kumulacyjna

Początkowo wkładka kumulacyjna stosowana była w celu zabezpieczenia wgłębienia kumulacyjnego przed deformacją. W praktyce okazało się jednak, że odpowiedni dobór materiału oraz kształtu wkładki dodatkowo wpływa na skuteczność ładunku kumulacyjnego powodując zwiększenie efektu przebicia lub cięcia. Wkładki kumulacyjne o dużej gęstości w stosunku do swoich lekkich odpowiedników pozwalają na uzyskanie wyższego ciśnienia czoła fali detonacyjnej w obszarze styku materiału wybuchowego i wkładki. W rezultacie ładunki kumulacyjne z wkładką o dużej gęstości są skuteczniejsze. Jako materiał na wkładki kumulacyjne najczęściej stosuje się metale ciężkie, takie jak ołów, miedź, wolfram, beryl, a nawet zubożony uran. Elastyczne wkładki kumulacyjne to tworzywa polimerowe w dużym stopniu wypełnione pyłami metali. Kompozyty te ze względu na konsystencję można podzielić na dwie grupy, tj. pasty i ciała stałe. W obu grupach znane są rozwiązania bazujące na polimerach olefinowych. Przykładem mogą być pasty zawierające pył miedziany i poliizobutylen. Natomiast wkładki kumulacyjne o konsystencji stałej często zawierają polietylen i jego kopolimery bądź też ich mieszaniny. Odpowiednio dobrane polimery olefinowe stanowią matrycę, którą można napełnić pyłem metalu nawet do 95 cg/g i jednocześnie utrzymać dobre właściwości wytrzymałościowe i użytkowe [14 ÷ 15].

### Obudowa

Podstawowym zadaniem obudowy jest zabezpieczenie materiału wybuchowego oraz wkładki kumulacyjnej przed uszkodzeniami me-

chanicznymi. Tym samym obudowa w dużej mierze odpowiada za zachowanie kształtu ładunku kumulacyjnego. Obudowa może również pełnić funkcję utrzymania dystansu między ładunkiem kumulacyjnym a niszczonego celem. Najlepsze wyniki przebiecia bądź cięcia uzyskuje się, jeśli przeszkoda znajduje się w odległości takiej, że koncentracja energii strumienia kumulacyjnego w stosunku do jego przekroju poprzecznego jest największa. Niektóre rozwiązania patentowe opisują również wykorzystanie obudowy w celu przytwierdzenia ładunku kumulacyjnego do niszczonego obiektu. Bardzo często obudowa wykonywana jest z tych samych materiałów co wkładka kumulacyjna [16÷18]. Są też znane rozwiązania, w których obudowa elastycznego ładunku kumulacyjnego wykonana jest ze spienionego polietylenu. Rozwiązanie to stosowane jest między innymi przez liczącą się w branży materiałów wybuchowych firmę „Explosia”.

Odpowiedni dobór tworzyw poliolefinowych w głównych elementach konstrukcyjnych elastycznych ładunków kumulacyjnych pozwala na uzyskanie dobrych właściwości użytkowych, w szczególności zachowania elastyczności w szerokim zakresie temperatur. Zastosowanie poliolefin w stosunku do innych rodzajów polimerów jest często korzystniejsze ekonomicznie.

### Oslony przed szkodliwymi czynnikami pola walki

Powyżej przedstawiane były zastosowania polimerów olefinowych w elementach „miecza”. Jednak polimery olefinowe znalazły zastosowanie również w elementach „tarczy”, między innymi przy produkcji tarcz balistycznych [19]. Tarcze kulo odporne wykonywane mogą być na bazie kompozytów polimerowo-ceramicznych, tj. płytek ceramicznych zatopionych w polimerze. Jako polimeru w tym celu najczęściej używa się polietylenu wysokiej gęstości. W tarczach balistycznych waga jest nie mniej ważnym parametrem co wytrzymałość na przebiecie. Zwiększenie odporności przy minimalnej zmianie masy można uzyskać stosując dodatkowe wypełnienie matrycy polietylenowej włóknami polipropylenowymi. Poliolefiny są stosowane również w elementach kamizelek kuloodpornych, chociaż w ograniczonym stopniu. Na tym polu przeważają tworzywa aramidowe, takie jak np. Kevlar, które pomimo wyższej ceny mają lepsze parametry użytkowe.

Kompozyty poliolefinowe stosowane są również do produkcji osłon przed promieniowaniem neutronowym, na działanie którego mogą być narażone załogi czołgu lub obsady bunkra podczas ataku nuklearnego. Pomimo że promieniowanie przenikliwe (neutronowe i gamma) emitowane jest tylko przez 10 do 15 sekund i przypada na nie 5% energii wybuchu, stanowi ono najgroźniejszy czynnik rażący. Promieniowanie gamma w dużym stopniu osłabiane jest przez elementy metalowe konstrukcji, np. pancerz czołgu [20]. Promieniowanie neutronowe jest promieniowaniem przenikliwym, które niesie ze sobą dużą masę. Neutrony jako cząstki nieposiadające ładunku mają ułatwiony dostęp do jąder atomowych. W wyniku zderzenia neutronów z jądrami może dojść do jonizacji atomów, a w zależności od ich energii nawet do rozbicia jąder, co w efekcie może wywoływać promieniowanie wtórne [21]. W zależności od energii neutrony dzielimy na:

- termiczne <0,1 eV,
- powolne 0,1-100 eV,
- średnie 0,1-100 keV,
- prędkie > 100 keV.

Jako że nie jest możliwy wychwyt neutronów o dużej energii, należy doprowadzić do zmniejszenia ich energii i powstania neutronów termicznych, dlatego też osłony antyradiacyjne działają dwuetapowo.

W pierwszym etapie następuje zmniejszenie energii neutronów i powstają neutrony termiczne. W procesie spowalniania neutronów wykorzystuje się moderatory. Neutrony zderzając się z ich cząsteczkami wytracają energię, ale nie są absorbowane. Najlepiej w tej roli sprawdzają się materiały o dużym stężeniu pierwiastków lekkich, a najlepiej wodoru. Często w tym celu wykorzystuje się wodę, ciężką

wodę, beryl, węgiel w postaci grafitu, wodorki, np. wodorek cyrkonu, związki litu, a także związki organiczne, takie jak woski i polimery. Matryca polimerowa w osłonie antyradiacyjnej nie tylko obniża energię neutronów, ale także wpływa w znacznej mierze na własności mechaniczne. Jako matryce korzystnie jest stosować polimery olefinowe. Charakteryzują się one dużą koncentracją atomów wodoru, rozumianą jako ilość atomów wodoru w jednostce objętości, lepszą niż większość innych grup polimerów i zbliżoną do popularnych moderatorów nieorganicznych, takich jak np. borowodorek litu czy sodu.

Drugim etapem działania osłon antyradiacyjnych jest wychwyt termicznych neutronów. Zadanie to spełniają związki zawierające gadolin czy zubożony uran, jednak najlepsze efekty dają związki boru [21], a konkretniej izotopu <sup>10</sup>B.

Znane z literatury kompozyty poliolefinowe przeznaczone na materiały do wytwarzania osłon przed promieniowaniem neutronowym, to np. kauczuk naturalny/węgiel boru [22], kauczuk naturalny/kwas borowy [23], terpolimer etylen-propylen-dien/LDPE/węgiel boru [24], HDPE/LDPE/kwas borowy [25]. Zaznaczyć należy, że kompozycje oparte na kwasie borowym są znacznie tańsze niż te, w których czynnikiem absorbującym jest węgiel boru.

### Podsumowanie

Tworzywa poliolefinowe są stosowane w specjalistycznych rozwiązaniach konstrukcyjnych w przemyśle zbrojeniowym. Ze względu na swoją różnorodność poliolefiny wykorzystywane są nie tylko w środkach rażenia, ale również w osłonach przed szkodliwymi czynnikami działającymi na polu walki. Obecnie poliolefiny znajdują zastosowanie w szczególności jako:

- lepiszcza w plastycznych materiałach wybuchowych,
- lepiszcza w paliwach raketowych i ładunkach miotających,
- elastyczne wkładki kumulacyjne,
- elementy osłon balistycznych,
- elementy osłon przed promieniowaniem przenikliwym.

Wybrane aplikacje pokazują duży potencjał tej grupy polimerów i tworzyw na nich bazujących.

### Literatura

1. Czaja K.: Poliolefiny. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2005.
2. Wiśniewski A.: Pancerze - budowa projektowanie i badanie. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2001.
3. Urbański J.: Chemia i technologia materiałów wybuchowych. WSI, Radom, 1992.
4. Maranda A., Cudziło S.: Podstawy chemii materiałów wybuchowych. WAT, Warszawa, 1997.
5. Agrawal, J.P.: Recent trends in high-energy materials. Progress in Energy and Combustion Science, 1998, 24, 11, 1-30.
6. Sikder A.K., Sikder N.: Review of advanced high performance, insensitive and thermally stable energetic material emerging for military and space applications. Journal of Hazardous Materials, 2004, 112, 1-2, 1-15.
7. Mathieu J., Stucki H.: Military high explosives. Chimia, 2004, 58, 6, 383-389.
8. Ilushin M.A., Teslynsky I. V.: Energetic complexes for initiation systems. Russian Journal of Chemistry, 2001, 45, 1, 72-78.
9. Cudziło S., Szmigielski R.: Synthesis and investigation of some di-(R-1,2,4-triazolato)copper(II) perchlorates. Biuletyn WAT, 2003, 12, 5-17.
10. Wojewódka A., Romanowski M., Bełzowski J., Kudła S.: Mieszanina pirotechniczna inicjowana laserowo i jej zastosowanie. Zgłoszenie patentowe nr P-384961 (2008).
11. Dudley D.A., Haskins P.J.: Linear cutting charge. Zgłoszenie patentowe nr EP-0263204 (1988).
12. Li X., Yan H., Zhao L.: Industrial explosive energy focusing linear type cutter. Zgłoszenie patentowe nr CA-2334552.
13. Harrold G.: Linear shaped charge. Zgłoszenie patentowe nr US-44309939 (1984).
14. Clark N.W., Henderson S.: Lead free composition for shaped charges. Zgłoszenie patentowe nr CA-2416616.
15. Lawson J.F., Leidel D.J.: High performance powered metal mixtures for



- shaped charge liners. Zgłoszenie patentowe nr CA-2334552.
16. Alford S. C.: Explosive charge for linear cutting. Zgłoszenie patentowe nr GB-2254402.
  17. Alford S. C.: Apparatus for explosive ordnance disposal. Zgłoszenie patentowe nr GB-2295664.
  18. Sammons J. Murray C. J.: Linear shaped charge system. Zgłoszenie patentowe nr US-2006201373.
  19. www.moratex.eu., 25.11.2009.
  20. Burawski Z.: Problemy fortyfikacji wieku jądrowego. Przegląd wojsk lądowych, 2006, 3, 57-60.
  21. Szymański W.: Chemia jądrowa. PWN, Warszawa, 1996.
  22. Gwaily S.E., Badway M.M., Hassan H.H., Madani M.: Natural rubber composites as thermal neutron radiation shields – B4C/NR composites. Polymer Testing, 2002, 21, 2, 129-133.
  23. Gwaily S.E., Badway M.M., Hassan H.H., Madani M.: Natural rubber composites as thermal neutron radiation shields – H3BO3/NR composites. Polymer Testing, 2002, 21, 5, 513-517.
  24. Abdul-Aziz M.M., Gwaily S.E., Makarious A.S., El-Sayed Abdo A.: Ethylene-propylene diene rubber/low density polyethylene/boron carbide composites as neutron shields. Polymer Degradation and Stability, 1995, 50, 2, 235-240.
  25. Salyer I. O., North C. J.: Large void-free polyethylene. Zgłoszenie patentowe nr US- 3979357.

Mgr Marcin ROMANOWSKI jest absolwentem Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego (2004). Absolwent studiów podyplomowych „Technologia Materiałów Wybuchowych” na Politechnice Śląskiej w Gliwicach (2007). Obecnie pracownik Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej „Błachownia” w Kędzierzynie-Koźlu. Zainteresowania naukowe: chemia i technologia polimerów oraz materiałów wybuchowych. Autor i współautor 1 artykułu, 2 posterów i 5 zgłoszeń patentowych.

Mgr inż. Janusz BĘLZOWSKI jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej (2005). Obecnie jest uczestnikiem studiów doktorskich i doktorantem na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej oraz studentem studiów podyplomowych z „Kryminalistyki” w Akademii Polonijnej w Częstochowie. Zainteresowania naukowe: chemia i technologia materiałów wybuchowych, synteza organiczna, kryminalistyka. Autor i współautor 1 artykułu naukowego, 3 referatów konferencyjnych, 2 posterów i 6 zgłoszeń patentowych.

Mgr inż. Bartłomiej KRAMARCZYK jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach (2006). Absolwent studiów podyplomowych „Technologia Materiałów Wybuchowych” na Politechnice Śląskiej w Gliwicach (2007). Od kwietnia 2007 r. praca na stanowisku Technologa Materiałów Wybuchowych w NITROERG SA. Zainteresowania naukowe: technologia materiałów wybuchowych do użytku cywilnego, materiały wybuchowe w zastosowaniach specjalnych, synteza organiczna.

Mgr inż. Aneta BULSKA absolwentka Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach (2002) (Inżynieria Chemiczna i Procesowa). Absolwentka studiów podyplomowych „Technologia Materiałów Wybuchowych” na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach (2003). Od czerwca 2004 r. zatrudniona w NITROERG SA w Bieruniu (dawny ERG-BIERUŃ SA) zajmuje stanowisko Specjalisty Technologa w Zakładzie Materiałów Wybuchowych. Zainteresowania naukowe: technologia materiałów wybuchowych i środków strzałowych do użytku cywilnego i w zastosowaniach specjalnych.

## Plan Wydawniczy 2010 Topic Editions Plan 2010

### Chemik 1/2010 – Materiały specjalnych zastosowań

Materiały specjalnych zastosowań/nanochemia

### Chemik 2/2010 – Farmacja i kosmetologia

Stan branży/chemia dla farmacji i kosmetologii/standardy wytwarzania leków i materiałów dla farmacji oraz nowoczesnych kosmetyków/trendy rozwoju

### Chemik 3/2010 – Szanse branży chemicznej w UE

Fundusze strukturalne a konkurencyjność polskiej nauki w UE, wyzwania dla przemysłu chemicznego, foresight – wykorzystywanie rezultatów badawczych przy wspomaganiu decyzji technologicznych w firmach, biopaliwa, odpady przemysłowe w UE, chemia a żywność – fakty i mity, chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla, prognoza krajowych pułapów emisji zanieczyszczeń do powietrza dla sektora chemii, REACH-ECHA, na pograniczu biologii i chemii, oferta GPW i fundusze europejskie

### Chemik 4/2010 – Tworzywa sztuczne

Przegląd zastosowań – potrzeby gospodarki i dostępne technologie/ materiały polimerowe z pamięcią kształtu, polimery przewodzące, polimery wrażliwe na bodźce środowiska, polimery degradowane, koniugaty polimerowe,

### Chemik 5/2010 – Energia i paliwa

Baza surowcowa chemii – w Polsce i w Europie, bezpieczeństwo energetyczne i efektywność energetyczna, zmiany w dyrektywie IPPC, paliwa i biopaliwa – bilans energetyczny oraz konsumencki rachunek zysków i strat/ polimerowe depozyty energii/odnawialne i alternatywne źródła energii

### Chemik 6/2010 – Zrównoważony rozwój

Trendy ekorozwoju, środowiskowe aspekty funkcjonowania firm i branży chemicznej, prawne i administracyjne warunki wytwarzania produktów chemicznych

### Chemik 7/2010 – Chemia żywności i agrochemikalia

Chemiczne dodatki do żywności - korzyści i zagrożenia/konserwanty a zdrowie/żywność instant/dodatki do pasz i karm, nowoczesne nawozy sztuczne – produkcja i aplikacja

### Chemik 8/2010 – Chemia w budownictwie

Nowe materiały i nowoczesne technologie w budownictwie i drogownictwie, analiza materiałów budowlanych – audyty energetyczne i zdrowotne, nowoczesne technologie w budowie obiektów specjalnych, materiały budowlane do samodzielnego użycia – tradycja i ekspansja

### Chemik 9-10/2010

#### Nauka dla przemysłu-Przemysł dla nauki

Kształcenie inżynierów, konsorcja naukowo-przemysłowe, ochrona własności intelektualnej i przemysłowej, nowoczesne systemy zarządzania: produkcją i środowiskiem.

53. Zjazd PTCh - SITPChem i XXIX WZ SITPChem

### Chemik 11/2010 – Zarządzanie środowiskiem

Przepisy, interpretacje, rozwiązania, strefa wiedzy i praktyki, REACH, tereny poprzemysłowe – stan – zagospodarowanie – rewitalizacja, odpady przemysłowe i komunalne

### Chemik 12/2009 – Zarządzanie i rozwój

Przemysł chemiczny – wyzwania i bariery, kierunki, strategie i programy rozwoju branży, infrastruktura dla przemysłu chemicznego, inwestycje, transport i magazynowanie wyrobów i produktów ubocznych – poszukiwanie nowych rozwiązań