

Problemy analityczne oznaczania stopnia stabilizacji odpadów po biologicznym przetworzeniu

Marta BOŻYM – Politechnika Opolska, Opole

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 11, 1211-1218

Wprowadzenie

Prawo Europejskie (European Landfill Directive, EC/99/31) [1] opisuje konieczność redukcji ilości odpadów biodegradowalnych składowanych na składowiskach odpadów. Dyrektywa określa plan ograniczenia udziału materii organicznej w odpadach deponowanych na składowiskach. Zgodnie z polityką UE od dnia 1 stycznia 2013 r. odpady przed zdeponowaniem na składowiskach będą musiały zostać przetworzone i spełnić odpowiednie normy jakościowe, takie jak stopień stabilizacji [2]. W Dyrektywie EC/99/31 nie podano metod oznaczania stopnia stabilizacji odpadów. Niektóre kraje członkowskie posiadają własne rozporządzenia w tym zakresie. Prowadzone są prace nad ujednoczeniem metodyki oraz ustaleniem wartości granicznych dla aktywności biologicznej składowanych odpadów w Unii Europejskiej. Dostępnych jest wiele testów umożliwiających określenie aktywności biologicznej odpadów [3]. Jędrzak [4] podaje, że w projekcie Dyrektywy „Biologiczne przetwarzanie bioodpadów” wymagane będzie określanie aktywności respiracyjnej (AT-4) odpadów po mechaniczno-biologicznym przetworzeniu lub dynamiczny wskaźnik respiracji. W Niemczech i Austrii obowiązuje konieczność oznaczania dwóch parametrów stabilności biologicznej odpadów składowanych (AT-4 i GS21). Polska przygotowuje się do spełnienia wymagań stawianych przez UE w tym zakresie. Prawo polskie zakłada stopniowe redukcjonowanie składowanych odpadów oraz zmniejszenie udziału w nich frakcji biodegradowalnej. W 2008 r. Ministerstwo Środowiska, Departament Gospodarki Odpadami opublikowało „Wytyczne dotyczące wymagań dla procesów kompostowania, fermentacji i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów” [5]. W dokumencie zaproponowano wykorzystanie metodyki pochodzącej z normy austriackiej [6]. Niestety nie zostało zrealizowane założenie, aby w latach 2009-2010 wdrożyć pomiary AT-4 w polskich laboratoriach, jako uzupełniającego parametru oceny stopnia ustabilizowania odpadów, obok straty prażenia i TOC. Na podstawie wytycznych powstał projekt Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 marca 2012 r. w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych [7]. W projekcie pojawia się zapis o konieczności oznaczania parametru AT-4 dla odpadów poddawanych biologicznemu przetworzeniu w warunkach tlenowych. Wartość dopuszczalna dla tych odpadów nie mogłaby przekroczyć 20 mgO₂/g s.m. Natomiast stabilizat przed składowaniem powinien spełniać odpowiednie warunki jakościowe, takie jak strata prażenia < 35% s.m., TOC < 20% s.m., ubytek substancji organicznej lub TOC > 40% s.m. oraz AT-4 < 10 mg O₂/g s.m. W projekcie pojawia się także zapis, iż pobieranie próbek i badania odpowiednich parametrów powinno wykonać laboratorium akredytowane lub posiadające certyfikat wdrożonego systemu zarządzania jakością. Obecnie polskie laboratoria nie są przygotowane do wprowadzenia tego parametru do rutynowych badań. Oznaczanie parametru AT-4 nie jest proste. W trakcie badań często występują problemy analityczne. Oprócz tego trudnością we wdrożeniu jest brak krajowych norm, jednostek szkoleniowych czy kłopoty z zakupem aparatury. W Austrii rządową jednostką referencyjną do spraw prze-

tworzania odpadów oraz oznaczania AT-4 jest Instytut Gospodarki Odpadami z Wiednia (Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien), w którym największym autorytetem jest dr Erwin Binner. Na podstawie doświadczeń austriackich oraz badań własnych, w pracy opisano najczęściej spotykane problemy analityczne pojawiające się w trakcie oznaczania AT-4 [8÷10].

Analiza parametru AT-4

Metoda oznaczania parametru AT-4 polega na pomiarze zużycia O₂ podczas rozkładu frakcji organicznej odpadów. Wieloletnie doświadczenie niemieckie i austriackie pozwoliły na ustalenie ostatecznych parametrów analizy [11, 12]. Określono między innymi czas trwania doświadczenia. Liniowy przebieg procesu w czasie umożliwia oznaczenie parametru już po 4 dniach. W pracy przedstawiono zalecaną w „Wytycznych...” [5] metodykę austriacką [6].

Pobieranie próbek

Odpady pobiera się z pryzm usypanych z odpadów po ich biologicznym przetworzeniu. Norma austriacka [6] opisuje sposób pobierania próbek z pryzm. Zgodnie z tą normą należy pobrać trzy próbki pierwotne kwalifikowane. Jedna próbka pierwotna kwalifikowana składa się z minimum 10 próbek pierwotnych pobieranych z pryzmy. Wymagana masa próbki pierwotnej dla granulacji < 40 mm wynosi ok. 2,5 kg (ok. 5 l). Próbkę pierwotną pobiera się z całego przekroju pryzmy. Trzy próbki pierwotne kwalifikowane miesza się ze sobą. Metodą kwartowania, ze zmieszanych próbek pierwotnych kwalifikowanych, otrzymuje się jedną próbkę polową o objętości ok. 50 l. Próbka polowa dostarczana jest do laboratorium i rozdrabniana do granulacji < 20 mm. Wymagana objętość próbki laboratoryjnej wynosi ok. 10 l. Pozostała część traktowana jest jako próbka archiwalna i przechowywana w zamroźniku do końca badania. Niewłaściwe pobranie próbki może skutkować problemami podczas oznaczania parametru AT-4, a tym samym uzyskaniem niewiarygodnych wyników. Problemy, jakie mogą wystąpić podczas pobierania próbek, to głównie brak usypanych pryzm czy nieregularne ich przerzucanie, co powoduje niehomogeniczność i zagniewanie materiału odpadowego. Dla materiału nieodpowiednio napowietrzanego w trakcie składowania, uzyskuje się zaniżoną wartość AT-4. Próbki powinny być pobierane przez przeszkolonych pracowników, posiadających odpowiedni sprzęt. Próbki powinny być dostarczone do laboratorium w ciągu 48h. Jeżeli jest to niemożliwe, wówczas próbki zamraża się i przechowuje w temperaturze -18°C (-20°C).

Przygotowanie próbek

Rozdrabnianie próbek (< 20 mm) przeprowadza się w specjalnych rozdrabniarkach, które nie miażdżą ani nie nagrzewają materiału. Tak przygotowane próbki poddaje się zwilżaniu. Wcześniej obowiązująca w Austrii norma opisywała sposób nawilżania, polegającego na zmieszaniu 300 g materiału odpadowego z 300 ml wody, a następnie próżniowym przesączeniem całości. Obecnie Austriacy nie opisują sposobu nawilżania. Dr Binner stosuje metodę „pięści”

(ang. *fist test*). Zwilżoną próbkę ściska w dłoni. Powstający w ten sposób „wałeczek” nie powinien się rozpaść po otwarciu dłoni. Po ściśnięciu między palcami nie może wypływać woda. Próbkę zbyt suche należy nawilżyć, a zbyt mokre przesączyć pod ciśnieniem. Wpływ niewłaściwego nawilżenia próbki skutkuje заниzeniem wyniku. Należy zwrócić uwagę, że metoda „pięści” może być niebezpieczna w przypadku badania odpadów komunalnych, w których mogą znajdować się ostre części. Zatem należy w laboratorium ustalić własną metodę określania stopnia nawilżenia próbki. W Austrii próbki po nawilżeniu zostawia się w zamkniętych naczyniach na 12-24h w celu rozpoczęcia procesów rozkładu mikrobiologicznego. W niektórych przypadkach stosowane jest dodatkowe napowietrzanie próbek przed analizą, trwające od kilku do kilkudziesięciu godzin. Tak przygotowane odpady są ważone i przenoszone do aparatury badawczej. W przypadku próbek zmrożonych, przed analizą należy je powoli rozmrozić w ciągu 24h i temperaturze 20°C. W innym wypadku wpłynie to na wynik końcowy.

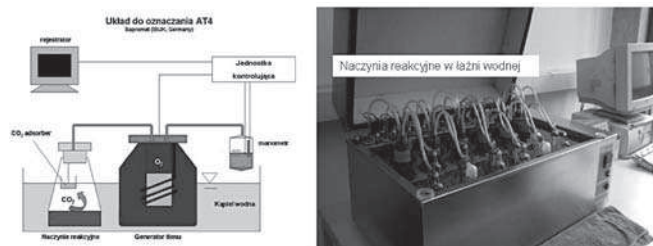
Aparatura do oznaczania parametru AT-4

Parametr AT-4 oznacza się najczęściej przy pomocy aparatu SAPROMAT lub OxiTop. Analiza wykonywana jest w co najmniej dwóch powtórzeniach.

Zestaw SAPROMAT (Fot. 1) składa się z naczynia reakcyjnego, związku absorbującego CO₂, elektrolizera, produkującego zużywany w trakcie procesu tlen oraz manometru. Zestaw umieszczony jest w łaźni wodnej w 20°C i podłącza do jednostki sterującej dozowanie tlenu oraz komputera zbierającego dane pomiarowe. Do zalet tego urządzenia należy automatyczny sposób dozowania tlenu, ciągłość pracy i zbierania danych. Mimo pełnej automatyzacji, aparaturę należy kontrolować w trakcie trwania analizy, gdyż mogą wystąpić zakłócenia, na przykład w produkcji tlenu. Problemem w stosowaniu tego aparatu jest brak dostępności na polskim rynku, co wiąże się z koniecznością zakupu urządzenia, części zamiennych i serwisu za granicą. Poza tym koszt zakupu i eksploatacji jest wysoki.

System OxiTop (Fot. 2) jest mniej skomplikowany niż poprzedni. Składa się z niezależnych naczyń, zamykanych szczelnie pokrywami wyposażonymi w sensor podciśnienia. Wewnątrz umieszczony jest absorbent CO₂. Naczynia inkubuje się w 20°C w szafie termostaticznej. Sensor umieszczony na szczycie naczynia zwykle pozwala na odczytanie ciśnienia co 28 min. Dane dotyczące wartości podciśnienia wytworzonego w naczyniu odnotowane przez sensory, gromadzone są za pomocą kontrolera, a następnie przeliczane na ilość zużytego tlenu. W trakcie analizy należy ręcznie otwierać naczynie w celu napowietrzania próbki. Wyniki badań zbierane są zwykle w ciągu 7 dni, a następnie wyliczana jest faza początkowa (*lag phase*) oraz rzeczywisty czas analizy (4 dni). Zdarza się, że badania prowadzi się przez kilkanaście dni dla próbek, które wykazują początkowo bardzo niskie zużycie tlenu (kilku mgO₂/g s.m.). Celem jest sprawdzenie, czy po długiej *lag phase* nie pojawi się nagły wzrost aktywności. Dlatego konieczność ciągłego napowietrzania próbki oraz regularne odczytywanie danych wymusza wykonywanie analiz także w weekendy. Głównym problemem OxiTop, podobnie jak SAPROMATU, jest brak możliwości zakupu całej aparatury w kraju. Wprawdzie dostępne są podobne urządzenia do oznaczania BZT5 metodą analizy podciśnienia, ale niedostępne są naczynia o wymaganej pojemności dla AT-4 (2 l). W czasie analizy należy bacznie sprawdzać szczelność naczyń. Przyczyną nieszczelności może być złe nałożenie uszczelek czy nieprawidłowe zamknięcie naczynia. Zwłaszcza, że naczynia są często otwierane i zamykane podczas napowietrzania. Dodatkowym utrudnieniem jest ciągłe odczytywanie danych oraz kontrola przebiegu procesu, w celu ustalenia częstotliwości napowietrzania. Próbkę bardzo aktywne należy napowietrzać częściej (kilka razy dziennie), próbki mniej aktywne można napowietrzać rzadziej. Przy zbyt szybkim przebiegu procesu istnieje groźba niedostatecznego natlenienia

próbki. Skutkuje to заниzeniem wyniku. Analityk przed przystąpieniem do badań powinien posiadać pełną wiedzę na temat pochodzenia badanego materiału, w celu wstępnego oszacowania jego aktywności. W innym wypadku może popełnić błędy podczas ustalania naważki, czasu trwania *lag phase* czy częstotliwości napowietrzania. Najważniejszym czynnikiem prawidłowo przeprowadzonej analizy jest zatem doświadczenie analityka.



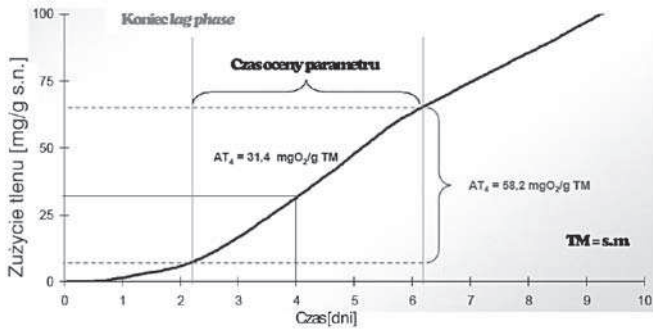
Fot. 1. Schemat działania oraz zdjęcie analizatorów SAPROMAT



Fot. 2. Naczynia OxiTop zawierające próbki, absorbent oraz sensory podciśnienia. Sczytywanie danych przy użyciu kontrolera

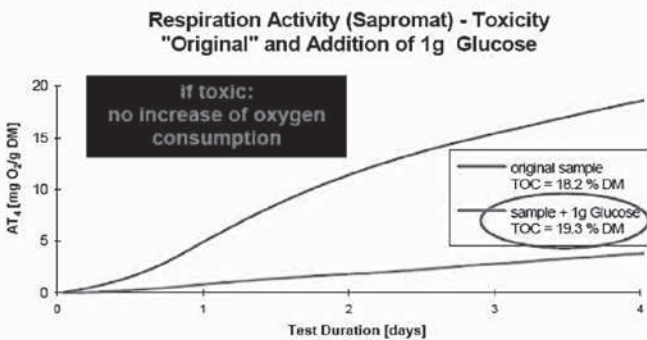
Analiza z wykorzystaniem OxiTOP

Zwykle odważa się 40 g zwilżonej próbki, z dokładnością do 0,1g. W przypadku próbek bardzo aktywnych naważkę można zmniejszyć i uwzględnić w obliczeniach. Przed analizą analityk musi posiadać informacje na temat pochodzenia odpadów dla oszacowania ich reaktywności i ustalenia naważki. Próbkę analityczną umieszcza się w naczyniu reakcyjnym zawierającym absorbent CO₂. Absorbentem jest zwykle wodorotlenek sodu, potasu lub wapnia. Zaleca się stosowanie związków absorbujących ze wskaźnikiem, w celu wizualnej oceny zużycia absorbentu. W innym przypadku wyeksploatowany absorbent nie będzie pochłaniał CO₂, zmniejszy podciśnienie i w konsekwencji zaburzy wynik końcowy. Po połączeniu całego zestawu wykonuje się pomiary podciśnienia tworzącego się z zaadsorbowanego CO₂. Wartość AT-4 określa się w ciągu 96 godz. od momentu zakończenia fazy przygotowawczej (*lag phase*). Zgodnie z normą austriacką, faza przygotowawcza (*lag phase*) kończy się, gdy średnia dla 3-godz. pomiaru osiąga 25% wartości maksymalnego zapotrzebowania tlenu. Oblicza się ją dopiero po uzyskaniu danych z 5-7 dni trwania procesu. Wówczas określa się także rzeczywisty czas analizy (4 doby). Odczytane wartości przenoszone są do odpowiedniego programu komputerowego, który przelicza je na średnie 3-godzinne i sporządza wykres zależności sumy zużycia tlenu od czasu trwania procesu. Na Rysunku 1 przedstawiono przykładowy wykres zużycia tlenu w czasie, z zaznaczeniem fazy przygotowawczej (*lag phase*) oraz wyznaczeniem wartości parametru AT-4. Wynik podaje się w mg O₂ na gram suchej masy, z dokładnością do co najmniej dwóch cyfr znaczących. Oceny faktycznego czasu trwania *lag phase* oraz odczytu AT-4 dokonuje analityk. Ostatecznie to on decyduje o wartości wyniku.

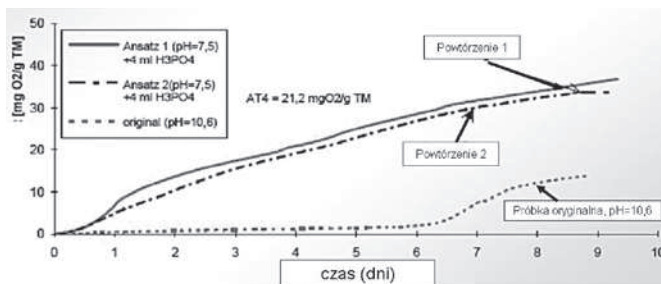


Rys. 1. Przykładowy wykres zużycia tlenu w czasie, z zaznaczeniem fazy przygotowawczej (*lag phase*) oraz wyznaczeniem parametru AT-4; T.M.=s.m.=sucha masa. Zródło pochodzenia: materiały szkoleniowe, BinnerE., Wiedeń 2011 [10]

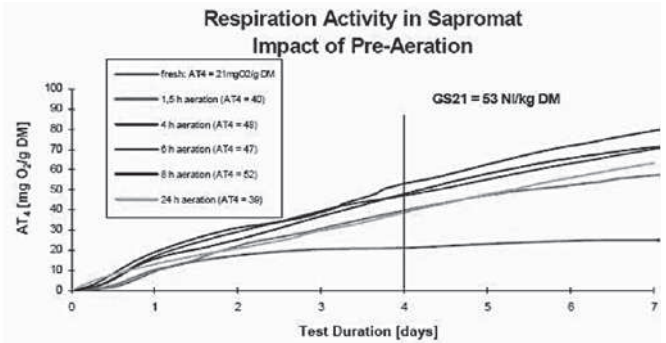
Poza problemami analitycznymi, oznaczanie parametru AT-4 mogą zaburzyć także inne czynniki. Na przykład próbka może zawierać substancje toksyczne. Należą do nich metale ciężkie, detergenty czy rozpuszczalniki organiczne, które spowalniają rozwój mikroorganizmów i zaniżają wynik końcowy. W Austrii próbki charakteryzujące się wysokim udziałem toksyn lub bardzo niską wartością AT-4, zadaje się dodatkowo glukozą. Wówczas duży wzrost aktywności może wskazywać na obecność toksyn w materiale badanym (Rys. 2). Poza tym zbyt niski lub wysoki odczyn próbki wpływa na zaniżenie wyniku. W Austrii doprowadza się materiał do pH ok. 7, w celu ujednoczenia warunków analizy. Próbki o zbyt wysokim lub niskim pH charakteryzują się bardzo niską wartością AT-4 ($< 7 \text{ mg O}_2/\text{g s.m.}$), a *lag phase* może trwać nawet kilka dni (Rys. 3). Po zneutralizowaniu próbki proces przebiega bez zastrzeżeń. Negatywny wpływ na wynik ma także niedotlenienie próbek przed analizą. W Austrii próbki zagniwające poddawane są wstępnemu przewietrzaniu (*preaeracji*), dla ułatwienia rozwoju mikroorganizmów tlenowych. Niedostateczne przewietrzenie próbki przed analizą powoduje zaniżenie wyniku (Rys. 4). W końcowym etapie analizy może okazać się, że rozrzut wyników z dwóch powtórzeń jest zbyt duży. Wówczas pozostaje wykonanie powtórnego badania z próbek archiwalnych i ponowne porównanie wyników.



Rys. 2. Wpływ toksyn na aktywność respiracji (AT_4) próbki odpadu bez dodatku i po podaniu pożywki (glukozy). Zródło pochodzenia: materiały szkoleniowe, BinnerE., Wiedeń 2011 [10]



Rys. 3. Wpływ pH próbki na aktywność respiracji (AT_4). Próbka „oryginalna” posiadała pH=10,6, po neutralizacji H₃PO₄ doprowadzono do pH=7,5. Lag phase dla próbki oryginalnej trwał 6 dni, natomiast po neutralizacji I dobę. Zródło pochodzenia: materiały szkoleniowe, BinnerE., Wiedeń 2011 [10]



Rys. 4. Wpływ wstępnego przewietrzania próbki na aktywność respiracji (AT_4). Próbkę „oryginalną” zaznaczono kolorem czerwonym. Charakteryzowała się najniższą wartością AT-4. Kolejne wykresy przedstawiają przebieg reakcji dla tej samej próbki poddanej wstępnemu przewietrzaniu w różnym czasie. Zródło pochodzenia: materiały szkoleniowe, BinnerE., Wiedeń 2011 [10]

Podsumowanie

Do najczęściej pojawiających się problemów, wpływających bezpośrednio na wynik końcowy należą:

- nieprawidłowe pobranie próbek, brak przeszkolenia pobierających
- brak przerzucania pryzm, nieprzesianie odpadów, zbyt duże gabaryty
- niewłaściwe rozdrabnianie próbek przed analizą ($< 20 \text{ mm}$), możliwość podgrzania próbek podczas rozdrabniania
- niedostarczenie próbki w ciągu 48h do laboratorium
- niewłaściwe zamrażanie i rozmrażanie próbek lub brak próbek archiwalnych
- niewłaściwe uwodnienie próbki przed analizą
- nieprzewietrzenie przed analizą próbek zagniwających
- niewłaściwa eksploatacja aparatury, brak kontroli szczelności, zużycia odczynników i innych
- niedostateczne napowietrzanie próbki w czasie analizy, z uwagi na konieczność ręcznego napowietrzania i szczytowania wyników (OxiTop)
- zbyt krótki czas prowadzenia doświadczenia i zbierania danych, w konsekwencji złe określenie *lag phase*
- brak informacji o pochodzeniu próbki oraz niewłaściwa ocena wizualna materiału przez analityka, w konsekwencji niewłaściwe oszacowanie reaktywności materiału
- niewłaściwy odczyn próbki, wpływ toksyn, w konsekwencji złe oszacowanie *lag phase* i zaniżenie wyniku
- niewłaściwe uśrednienie wyników charakteryzujących się dużym rozrzutem między powtórzeniami.

Możliwość wystąpienia licznych problemów analitycznych podczas oznaczania parametru AT-4 niesie za sobą zagrożenie uzyskania niemiarodajnych wyników. Wciąż brakuje polskiej normy. Sugeruje się wprowadzenie w Polsce wytycznych z normy austriackiej. Jednak sami Austriacy wciąż weryfikują zapisy normy i wprowadzają zmiany w obowiązującej metodyce. Poza tym na rynku brakuje firm sprzedających aparaturę badawczą i pomocniczą, na przykład młynki rozdrabniające odpowiednich parametrach. Koszt zakupu i sprowadzenia urządzeń z zagranicy jest bardzo wysoki. Innym problemem może być brak doświadczonych kadry szkolej. Należy zwrócić uwagę, że parametr AT-4 powinien być badany przez akredytowane laboratoria. Laboratoria krajowe nie są przygotowane do akredytacji tej metody z powodu braku aparatury i braku w Polsce certyfikowanych materiałów odniesienia czy możliwości wykonania porównań międzylaboratoryjnych. Wysyłanie próbek za granicę w celu wykonania oznaczenia parametru AT-4 także wydaje się niewłaściwe. Dlatego warto opracować alternatywny sposób oceny podatności składowanych odpadów na rozkład biologiczny. Cossu i Raga [13] sugerują, że parametr ChZT-Cr i BZT-5 w wyciągach wodnych jest skorelowany z AT-4 i wystarcza do określenia podatności odpadów na rozkład.

Obecnie trudno jest jednoznacznie ocenić, co stanie się po wprowadzeniu konieczności badania parametru AT-4 w Polsce. Wszystko jednak zależy od ustawodawcy. Ważne, żeby w projektowaniu nowego prawa wzięto pod uwagę polskie realia.

Literatura

1. Dyrektywa Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy, Dz. Urz. WE, L 312/3 z 22.11.2008 r.
3. Bożym M.: *Wykorzystanie testów do oceny stopnia stabilizacji odpadów*. Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych 2011, **7**, 79-88.
4. Jędrzak A.: *Biologiczne przetwarzanie odpadów*. PWN, Warszawa 2008.
5. Wytoczne dotyczące wymagań dla procesów kompostowania, fermentacji i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (według stanu prawnego na dzień 15 grudnia 2008 r.), Ministerstwo Środowiska, Departament Gospodarki Odpadami, Warszawa 2008.
6. Bundesministerium für Land- Und Forstwirtschaft, Umwelt Und Wasserwirtschaft. Wien, 1. März 2002.
7. Projekt Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 marca 2012 r. w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych.

8. Bożym M.: *Parametr AT-4 w mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu odpadów*. Monografia pod red. G. Siemiątkowskiego *Kompostowanie i mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów*. Wyd. Instytut Śląski, Opole 2011, 43-50.
9. Bożym M., Kilian E., Macedowska-Capiga A.: *Określanie stopnia stabilizacji odpadów po mechaniczno-biologicznym przetworzeniu*. *Materiały Budowlane* 2011, **12**, 25-26.
10. Binner E.: *Materiały szkoleniowe oznaczania parametru AT-4 w odpadach*, Wiedeń 2011, s. 250.
11. Richtlinie für die MBA (2002) BMLFUW Richtlinie für die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen, EU-Notice number 2001/423/A, Vienna 2002.
12. Abfallablagereverordnung – AbfAbIV. Einleitung zur Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen, 20 February 2001.
13. Cossu R., Raga R.: *Test methods for assessing the biological stability of biodegradable waste*. *Waste Management* 2008, **28**, 381-388.

Dr inż. Marta BOŻYM – Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Środowiska.
45-271 Opole, ul. Mikołajczyka 5
tel. 77 449 84 74
e-mail: m.bozym@po.opole.pl

VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna

MATERIAŁY WĘGLOWE i KOMPOZYTY POLIMEROWE postępy w otrzymywaniu, badaniu i zastosowaniu

13 - 16 listopada 2012, USTRÓŃ – Jaszowiec, POLSKA
Pensjonat Jawor, ul. Wczasowa 5 I



Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń • Polskie Towarzystwo Węglowe • Sekcja Węglowa Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna

**MATERIAŁY WĘGLOWE
i KOMPOZYTY POLIMEROWE**
postępy w otrzymywaniu, badaniu i zastosowaniu



KOMITET ORGANIZACYJNY

dr inż. Lidia Kurzeja, Przewodnicząca

kom: 507 046 734; fax (32) 231 26 74

e-mail: lidia.kurzeja@interia.pl; www.impib.pl

mgr inż. Grażyna Król

kom: 664 421 349; e-mail: sitpchem.gliwice@wp.pl

CEL KONFERENCJI

Celem konferencji jest prezentacja aktualnych wyników badań i tendencji dalszego rozwoju w zakresie otrzymywania, badania i zastosowania materiałów węglowych i ich kompozytów polimerowych. Zamierzeniem organizatorów jest stworzenie forum do wymiany poglądów i doświadczeń, oraz zwiększenie integracji środowiska naukowego i przemysłowego. Prezentowane prace będzie można opublikować w czasopismach polskich: *Przetwórstwo Tworzyw, Chemik, Kompozyty (Composites), Przemysł Chemiczny, Polimery* lub w czasopiśmie zagranicznym. Wybór czasopisma do uzgodnienia z Komitetem Organizacyjnym.

OPLATA KONFERENCYJNA:

1200 zł + 23% VAT; 800 zł + 23% VAT – doktoranci

Oплата obejmuje: materiały konferencyjne, noclegi, wyżywienie, imprezy towarzyszące. Dopłata do pokoju 1-osobowego 100 zł. Oplatę należy przekazać na konto:

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników

87-100 Toruń, ul. M. Skłodowskiej-Curie 55

Bank: BZ WBK SA I/ O w Toruniu

15 1090 1506 0000 0000 5002 0189