

Prace IChTJ na rzecz energetyki konwencjonalnej i odnawialnych źródeł energii

W dniu 1 czerwca 2010 roku konsorcjum naukowo-przemysłowe stworzone przez Grupę Energa S.A. i Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku rozpoczęło realizację projektu pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”. Projekt ten jest jednym z czterech zadań badawczych strategicznego programu „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”. Całkowity koszt zadania badawczego wynosi 110 mln zł, z czego 40 mln zł stanowi wkład własny Grupy Energa S.A. Realizacja potrwa 5 lat.

Główne cele tego zadania są następujące:

- opracowanie i rozwój technologii wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepła z biomasy i odpadów metodami zgazowania i pirolizy, konwersji biologicznej (w tym przy wykorzystaniu ogniwi paliwowych);
- opracowanie efektywnych sposobów produkcji paliw płynnych z biomasy lub odpadów pochodzenia rolniczego (odpadów biomasowych).

Program daje duże możliwości wdrożenia projektów innowacyjnych nie tylko członkom konsorcjum, ale wszystkim ośrodkom badawczym, które z nim współpracują.

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (IChTJ) jest wykonawcą dwóch etapów badawczych powyższego zadania:

- badania wydajności degradacji materiałów lignocelulozowych pod wpływem promieniowania jonizującego,
- prac projektowo-konstrukcyjnych związanych z budową biogazowni zintegrowanej z układami kogeneracyjnymi.

Celem pierwszego z tych etapów badawczych jest sprawdzenie możliwości wykorzystania wiązki elektronów z akceleratora do wstępnej obróbki materiałów lignocelulozowych, co ma ułatwić ich hydrolizę i poprawić wydajność otrzymywania etanolu. Natomiast celem drugiego etapu jest opracowanie założeń i projektu wysokosprawnej instalacji do wytwarzania i zagospodarowania biogazu rolniczego. Będzie to kolejny projekt biogazowni przygotowywany przez IChTJ, gdyż do końca 2012 roku Instytut wraz z UNISERV Budownictwo Przemysłowe S.A.

opracują nową technologię otrzymywania biogazu w procesie fermentacji metanowej produktów roślinnych pozyskiwanych z upraw celowych oraz odpadów przemysłu spożywczego. W efekcie prac już na wiosnę 2011 r. zacznie pracować mała elektrownia biogazowa o mocy ok. 230 kW. Projekt został dofinansowany kwotą 4,65 mln zł przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) w ramach programu „IniTEch”.

Realizacja obu ww. projektów jest próbą dostosowania się do nowych przepisów prawnych i uwarunkowań zewnętrznych, które wymuszają zwiększenie w bilansach energetycznych udziałów energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz są przyczyną ukierunkowania badań na opracowanie i realizację techniczną wydajnych, kontrolowanych i stabilnych procesów produkcji energii, w tym produkcji biogazu.

Nie są to jedyne prace na rzecz energetyki, w których Instytut bierze udział. Od kilkunastu lat IChTJ, na podstawie dwustronnych umów z Kopalnią Węgla Brunatnego „Bełchatów”, prowadzi ciągły monitoring zagrożeń wodnych związanych z eksploatacją kopalni odkrywkowej oraz bada wpływ odwodniania złoża na środowisko naturalne w szeroko rozumianym otoczeniu kopalni. Wdrożono metody techniki jądrowej i radiometrii w celu rozwiązania zagadnień hydrogeologicznych występujących w trakcie eksploatacji kopalni, tj.:

- określenia kierunku i natężeń przepływu wód podziemnych (metody znacznikowe),
- określenia kontaktów hydrologicznych wód głębinowych i powierzchniowych (wykorzystano oznaczenia zawartości trytu i innych naturalnych izotopów promieniotwórczych w badanych próbkach wody).

Prowadzony jest ciągły monitoring zmian składu chemicznego wód w otoczeniu kopalni (ogółem 35 mikro- i makroskładników). Wyniki badań wykorzystywane są w przygotowywanych corocznie ocenach oddziaływania kopalni na środowisko naturalne oraz do uzyskiwania przez kopalnię zezwoleń wodno-środowiskowych na eksploatację złóż węgla brunatnego.

Dagmara Chmielewska-Śmietanko

Program konwersji paliwa jądrowego w reaktorze MARIA

Reaktor MARIA, eksploatowany od 1974 roku w Instytucie Energii Atomowej POLATOM (IEA) w Świerku, jest wysokostrumieniowym jądrowym reaktorem badawczym o nominalnej mocy 30 MW. Jest reaktorem typu basenowego z ciśnieniowymi kanałami paliwowymi. Pierwotna konstrukcja kasety paliwowej bazowała na rozwiązaniach zastosowanych w reaktorze MR eksploatowanym w Instytucie im. Kurczatowa w Moskwie. Kaseła miała 75 mm zewnętrznej średnicy i 1000 mm wysokości. Stanowiło ją 6 koncentrycznych rur z paliwem w postaci UO_2-Al o wzbogaceniu 80% w izotop ^{235}U . Od roku 1999 – po przeprowadzeniu modernizacji oraz niezbędnych badań i analiz – rozpoczęto eksploatację reaktora MARIA z nowym paliwem typu MR o obniżonym do 36% wzbogaceniu w ^{235}U .

W ostatnich latach podjęto działania, które za punkt wyjścia przyjęły zasady wynikające z układu o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej. Działania te, inspirowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (MAEA) przy silnym wsparciu amerykańskiego Departamentu Energii (DoE), zmierzały do przestawienia reaktorów badawczych na paliwo niskowzbogacone w ^{235}U (LEU – low enriched uranium). Konwersja z paliwa wysokowzbogaconego (HEU – highly enriched uranium) na paliwo niskowzbogacone, w tym program konwersji paliwa w reaktorze MARIA, jest ściśle związana z ogólnosiwiatowym programem redukcji poniżej 20% wzbogacenia w izotop ^{235}U paliwa reaktorów badawczych. We wrześniu 2004 roku rząd Polski podjął decyzję o przystąpieniu do programu „Global Threat Reduction Initiative” i wyrażeniu wspólnie z IEA gotowości do realizacji programu konwersji paliwa w reaktorze MARIA.

Wśród pierwszych działań znalazły się m.in. wybór typu paliwa oraz wyłonienie na drodze międzynarodowego przetargu producenta nowego paliwa dla reaktora MARIA. We wstępnych założeniach przyjęto, że będzie to paliwo na bazie U_3Si_2 o wzbogaceniu 19,75% w ^{235}U . Paliwo krzemowe o gęstości $4,8 g/cm^3$ pozwala na osiąganie względnie wysokiego poziomu wypalenia. Przeprowadzona przez MAEA przy udziale IEA oraz instytucji amerykańskich procedura przetargowa wyłoniła argentyńską firmę INVAP jako producenta nowego paliwa dla reaktora MARIA.

Szereg problemów natury technicznej, jakie pojawiły się we wstępnej fazie przygotowań sprawiły, że strona argentyńska odstąpiła od realizacji kon-

traktu. Analizy i obliczenia wykonane w IEA oraz w USA wykazały szereg zastrzeżeń do proponowanych przez firmę argentyńską rozwiązań. Były to istotne zastrzeżenia, gdyż dotyczyły problemów mających znaczący wpływ na bezpieczną eksploatację nowego paliwa w reaktorze. Działania i inicjatywy strony polskiej doprowadziły do wyboru nowego partnera, którym został działający w przemyśle nuklearnym francuski koncern AREVA CERCA.

Zgodnie z podpisaną umową firma AREVA w ścisłej współpracy z IEA skonstruowała i dostarczyła dwa prototypowe elementy. Elementy te poddano kompleksowym badaniom na specjalnym stanowisku badawczym poza reaktorem. Po okresie tzw. prób zimnych i pełnej weryfikacji obliczeniowej w sierpniu 2009 roku zainstalowano pierwszy element w rdzeniu reaktora. Rozpoczęcie normalnej eksploatacji reaktora z nowym elementem paliwowym typu MC we współpracy z dotychczas eksploatowanymi elementami typu MR poprzedziła procedura licencjonowania przez Dozór Jądrowy Państwowej Agencji Atomistyki. Z uwagi na prototypowy charakter nowego paliwa zakładano osiągnięcie stopnia wypalenia do 60%. Ze względu na mniejszą liczbę „rur paliwowych” w nowych kasetach i w konsekwencji zwiększoną gęstość wytwarzanej mocy niezbędne będzie zwiększenie przepływu chłodziwa w kanałach chłodzenia paliwa i wymiana zespołu pomp w obiegu chłodzenia rdzenia reaktora.

Obecnie oba elementy MC są w końcowej fazie testowania. Kolejnym krokiem przed włączeniem elementów paliwowych typu MC do eksploatacji będzie przeprowadzenie tzw. testów post-radiacyjnych. Element paliwowy po zdemontowaniu go z kanału paliwowego i przemieszczeniu do basenu przechowawczego reaktora zostanie poddany szczegółowym oględzinom przy użyciu podwodnej kamery. W zależności od technicznych możliwości zostanie przeprowadzony, między innymi, pomiar szczelin pomiędzy poszczególnymi rurami paliwowymi elementu. Pozytywne wyniki będą stanowić podstawę do wydania certyfikatu jakości dla producenta i tym samym będą podstawą do podpisania umowy na dostawę kolejnych już eksploatacyjnych elementów paliwowych. Rozpoczęcie konwersji rdzenia reaktora MARIA na nowe paliwo przewidywane jest w połowie 2012 roku.

Janusz Jaroszewicz

Sterylizacja radiacyjna podłoży do uprawy roślin

Systematycznie rosnący międzynarodowy obrót materiałami roślinnymi jest jednym z głównych powodów pojawienia się w Polsce nowych czynników chorobotwórczych, które w warunkach sprzyjających ich rozwojowi bardzo szybko się rozmnażają i rozprzestrzeniają. W minionych 15 latach przeniesiono

w ten sposób do Polski co najmniej 10 nowych, dla naszych warunków, gatunków *Phytophthora*, *Cylindrocladium scoparium*, formy sp. *Fusarium oxysporum*, nowe patotypy *Rhizocronia solani*. Z materiału roślinnego czynniki te dostają się do gleby oraz podłoży ogrodniczych, gdzie mogą przeżyć nawet kil-

kanaście lat w formie chlamydospor, oospor czy nibysklerocjów. Istnieje więc konieczność odkażania tych zakażonych gleb i podłoży, aby wymienione patogeny nie powodowały strat w uprawach, dochodzących niekiedy do 40%, i nie przedostawały się do cieków i zbiorników wodnych oraz drzewostanów leśnych.

Podłoża wszystkich rodzajów łatwo ulegają zakażeniu przez chorobotwórcze grzyby i bakterie, które mogą przenieść się na rośliny. Drastyczne ograniczenie liczby środków ochrony roślin na rynku, w tym do ochrony przed chorobami, znaczne koszty rejestracji nowych lub już istniejących środków, niezadowolająca skuteczność większości z nich jako dezynfektantów sprawia, że poza materiałem roślinnym do nasadzeń, podłoża mogą być głównym źródłem niektórych, bardzo groźnych patogenów glebowych.

Aby zapobiec rozpowszechnianiu się chorób, każde podłoże należy przed użyciem odkażić. Odkażanie jest najważniejszym zabiegiem profilaktycznym przy produkcji roślin. Do odkażania podłoży potrzebne są środki lub metody, które pozwalają na szybkie wyeliminowanie lub znaczne zmniejszenie liczebności określonych patogenów oraz nie wpływają negatywnie na wzrost i rozwój uprawianych roślin.

Z rynków krajów Unii Europejskiej (UE) wycofano około 60% substancji aktywnych środków ochrony roślin i prawdopodobnie eliminowane będą następne. Sytuacja ta może mieć drastyczny wpływ na polskie rolnictwo. Brak skutecznych środków

ochrony może doprowadzić do kilkudziesięcioprocentowego spadku plonów i jakości produktów rolniczych. Istnieje więc potrzeba poszukiwania nowych, bezpiecznych dla ludzi i środowiska metod odkażania podłoży ogrodniczych. Alternatywą dla metod chemicznych oraz fizycznych (metody: parowa i termiczna) może być metoda radiacyjna. Zarówno w Polsce, jak i w krajach UE radiacyjna technologia sterylizacji podłoży nie jest stosowana. Dotychczas brakuje danych o możliwości wykorzystania tej metody do odkażania zainfekowanych podłoży.

Obecnie promieniowanie jonizujące jest z powodzeniem wykorzystywane, między innymi, do sterylizacji utensyliów medycznych i wyrobów farmaceutycznych, higienizacji kosmetyków i artykułów żywnościowych.

Radiacyjna technologia sterylizacji podłoży do uprawy roślinnej jest technologią proekologiczną. Jej wdrożenie przyczyni się do wyeliminowania lub znacznego ograniczenia liczebności patogenów znajdujących się w podłożach, a także zlikwidowania wysypisk podłoży będących źródłami patogenów, które wypłukiwane z wodą opadową dostają się do zbiorników i cieków wodnych, a potem dalej.

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej we współpracy z Instytutem Sadownictwa i Kwiaciarstwa prowadzi badania nad zastosowaniem metody radiacyjnej do odkażania wybranych podłoży do produkcji ogrodniczej, których efektem ma być opracowanie technologii wykorzystywania wiązki wysokoenergetycznych elektronów do tego celu.

Wojciech Migdał

Instytut Energii Atomowej POLATOM jako producent izotopu ^{99}Mo i generatorów $^{99\text{m}}\text{Tc}$

Jednym z najbardziej rozpowszechnionych w diagnostyce medycznej radioaktywnych izotopów jest izotop technetu oznaczany symbolem $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Powszechność wykorzystania tego izotopu wynika z jego własności: emituje wyłącznie łatwo rejestrowane promieniowanie gamma o energii 140 keV oraz jego aktywność bardzo szybko zanika – półokres rozpadu tego izotopu wynosi 6,01 godziny, tzn. że po upływie 60 godzin jego aktywność praktycznie jest równa zero. Izotopem tym znakuje się odpowiednie diagnostyczne preparaty chemiczne wprowadzane następnie do organizmu pacjenta. Preparaty te gromadzą się w badanych organach, umożliwiając diagnostykę tych organów poprzez badanie za pomocą gamma kamery rozkładów promieniowania izotopu. O skali wykorzystania tego izotopu świadczy liczba około 30 milionów procedur wykonywanych rocznie na świecie, w tym aż 16 milionów w USA. Zastosowanie tego izotopu systematycznie wzrasta.

Izotop $^{99\text{m}}\text{Tc}$ jest wytwarzany podczas rozpadu tzw. macierzystego izotopu molibdenu-99 (^{99}Mo). Izotop ten uzyskuje się w wyniku napromieniania neutronami w reaktorze jądrowym stabilnego izotopu

molibdenu-98 (^{98}Mo). Jednym z ograniczeń tej technologii jest konieczność przygotowania wzbogaconych w izotop ^{98}Mo tarcz do napromieniania, gdyż zawartość tego izotopu w naturalnym molibdenie wynosi tylko 24%. Stosunkowo niska aktywność właściwa końcowego produktu dodatkowo wpływa na ograniczenie zastosowania tej technologii do celów medycznych. Inną, bardziej wydajną technologią otrzymywania ^{99}Mo jest jego ekstrakcja z produktów rozszczepienia uranu-235, napromieniowanego uprzednio neutronami w reaktorze jądrowym. Uzyskany w wyniku zastosowania jednej z ww. technologii ^{99}Mo jest następnie wykorzystywany w generatorach $^{99\text{m}}\text{Tc}$ dostarczanych ośrodkom diagnostyki medycznej. Obecne zapotrzebowanie na wyodrębniony i odpowiednio oczyszczony dla celów medycznych radioaktywny izotop ^{99}Mo wynosi ponad 600 kCi rocznie. Przewiduje się, że zapotrzebowanie na ten radioizotop wzrośnie dwukrotnie do 2020 roku.

Na świecie pracuje 5 reaktorów jądrowych wytwarzających 98% światowej produkcji izotopu ^{99}Mo . Dwa reaktory dostarczające znaczącą część tej pro-

dukcji – kanadyjski reaktor NRU i holenderski reaktor HFR – w ostatnich latach miały poważne kłopoty techniczne i obecnie są wyłączone z eksploatacji. Konsekwencją tego stanu są poważne braki ^{99}Mo na rynku światowym.

W tej sytuacji jeden ze znaczących producentów ^{99}Mo – firma Covidien – zaproponowała Instytutowi Energii Atomowej POLATOM (IEA) napromienianie w reaktorze MARIA własnych tarcz uranowych (HEU), które następnie są transportowane do Holandii, gdzie prowadzona jest ekstrakcja i oczyszczanie ^{98}Mo . IEA opracował technologię i instalacje napromieniania tarcz uranowych oraz technologię załadunku napromienionych, wysokoaktywnych tarcz do pojemników transportowych. Wykonano, wymagane przez Państwową Agencję Atomistyki, analizy bezpieczeństwa tych instalacji i procedur, a na ich podstawie uzyskano niezbędne zezwolenia. Otrzymane wyniki potwierdziły w pełni możliwości techniczne reaktora MARIA oraz możliwości organizacyjne do podjęcia tej działalności przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich warunków bezpieczeństwa, co było podstawą do podjęcia od marca 2010 roku regularnego, komercyjnego napromieniania tarcz uranowych.

Ośrodek Radioizotopów IEA opanował technologię wytwarzania generatorów $^{99\text{m}}\text{Tc}$ na bazie importowanego z Republiki Południowej Afryki izotopu ^{99}Mo . W sytuacji ciągłego wzrostu zapotrzebowania na izotop ^{99}Mo oraz niepewności co do podjęcia jego produkcji przez reaktory NRU i HFR jest wysoce opłacalne uruchomienie technologii ekstrakcji i oczyszczania ^{99}Mo z napromienionych w reaktorze MARIA tarcz uranowych, łączących opioną już technologię ich napromieniania z technologią wytwarzania generatorów $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Przedmiotem sprzedaży byłyby nie tylko generatory $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (niezbędna jest certyfikacja tych generatorów w kraju importującym), lecz również odpowiednio oczyszczony do zastosowań medycznych ^{99}Mo (sprzedawany licznym producentom generatorów ^{99}Tc). Instytut Energii Atomowej POLATOM przewiduje, że wielkość produkcji oczyszczonego tzw. 6-dniowego izotopu ^{99}Mo wyniesie 60 kCi rocznie (przy wykorzystaniu tarcz z wysokowzbogaconego uranu – do 90% ^{235}U). Przewiduje się też podjęcie prac nad wykorzystaniem tarcz z niskowzbogaconego uranu (do 20% ^{235}U).

Janusz Jaroszewicz, Stefan Chwaszczewski

Nagrody PTN 2009/2010

Po raz kolejny zostały przyznane nagrody Polskiego Towarzystwa Nukleonicznego w konkursie na najlepsze prace magisterskie związane tematycznie z atomistyką, zrealizowane w polskich uczelniach, tym razem w latach 2009/2010. Komisja Konkursowa w składzie: prof. dr hab. Krzysztof Wieteska (przewodniczący), prof. dr hab. Stefan Chwaszczewski, prof. dr hab. inż. Andrzej G. Chmielewski, dyrektor PGE EJ Marcin Ciepliński, doc. dr hab. inż. Grażyna Zakrzewska-Trznadel oraz dr inż. Janusz Adamski i dr inż. Mikołaj Uzunow (sekretarze) postanowiła nagrodzić:

- Tomasza Minkiewicza (Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki) za pracę *Analiza porównawcza współczesnych elektrowni jądrowych* (opiekun – dr hab. inż. Andrzej Reński, prof. PG);
- Annę Wójcik (Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej) za pracę

Badania wpływu dawki promieniowania X na częstość aberracji chromosomowych analizowanych w limfocytach osób zdrowych i pacjentów z rakiem jelita grubego z wykorzystaniem metod molekularnej (FISH) i klasycznej cytogenetyki (CA, SCE) (opiekun – prof. dr hab. Antonina Cebulska-Wasilewska);

- Monikę Korba (Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej) za pracę *Wychwył radiojodu I-131 jako wskaźnik czynności tarczycy* (opiekun – dr hab. Filip Gołkowski). Warto dodać, że sponsorem nagród pieniężnych jest od dwóch lat Polska Grupa Energetyczna. Więcej informacji na temat nagrodzonych prac oraz relacje z uroczystości wręczenia nagród zamieszczono w kwartalniku „Postępy Techniki Jądrowej”.

Wojciech Głuszewski



Wydawca: Polskie Towarzystwo Nukleoniczne
c/o Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa
tel. 22 504 12 88, fax: 22 811 15 32??, e-mail: ptn@ichtj.waw.pl, www.nuclear.pl

Kolegium redakcyjne: Edward T. Józefowicz, Wojciech Głuszewski, Andrzej Mikulski, Tadeusz Musiałowicz, Ryszard Siwicki, Zdzisław Stęgowski, Lech Waliś (przewodniczący)

Skład i korekta: Ewa Godlewska-Para

Materiały informacyjne: wykorzystano materiały własne, jak również z NucNet, Postępów Techniki Jądrowej, World Nuclear Association News Briefing.

Publikacja dofinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.