

Kalejdoskop energetyczno-ekologiczny



Wykorzystanie glonów do zmniejszania emisji zanieczyszczeń gazowych

Algi czyli glony – organizmy roślinne żyjące powszechnie w wilgotnym środowisku lub w wodzie – znalazły już szerokie zastosowanie w niektórych dziedzinach działalności ludzkiej, w szczególności w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. Wiadomo też, że odznaczają się cenną własnością pochłaniania tlenków azotu i węgla z wydzielaniem czystego powietrza. Proces ten przebiega w sposób podobny do fotosyntezy stanowiącej podstawę metabolizmu roślin.

Od kilkudziesięciu lat naukowcy przypuszczają, że szkodliwe zanieczyszczenia gazowe spalin kotłowych można będzie skutecznie usuwać za pomocą wspomnianych alg. Amerykański Departament Energetyki przeprowadził w ostatnich latach zakrojone na szeroką skalę badania, które potwierdziły przydatność ponad 300 gatunków tych organizmów dla powyższego celu. Jednak realizacja takiego przedsięwzięcia na skalę przemysłową od początku napotykała poważne przeszkody logistyczne i ekonomiczne.

Ponieważ wydajność fotosyntezy u alg jest silnie uzależniona od właściwej ekspozycji na światło słoneczne, dotychczas testowane układy oczyszczania na bazie tych organizmów były z konieczności zbyt złożone i kosztowne dla większych aplikacji. W praktyce układy te przybierały kształt dużych płytkich stawów wyposażonych w rozbudowane instalacje pompowe lub też były zamkniętymi bioreaktorami o skomplikowanej budowie i wysokich kosztach eksploatacji.

Znaczącym etapem na drodze do opanowania technologii oczyszczania spalin za pomocą alg okazało się w Stanach Zjednoczonych uruchomienie instalacji w elektrociepłowni w Cambridge (na terenie Instytutu Technologicznego Massachusetts). Według twórców układu – firmy *GreenFuel Technologies* – wynalazek ten stanowi rozwiązanie przejściowe między poprzednimi systemami a nowymi, ekonomicznie opłacalnymi projektami dla energetyki.

Według założeń układ ma zapewnić usuwanie do 45% CO₂ i do 90% NO_x ze spalin kotła opalanego węglem, olejem, gazem ziemnym czy innym paliwem.

Dodatkową zaletą układu okazała się zdolność wytwarzania cennego produktu ubocznego tworzącego swoistą biomasę, którą następnie można wykorzystać do produkcji plastików i paliw organicznych. Wynalazek firmy *GreenFuel* nie wytwarza szkodliwych substancji i może zużywać nieuzdatnioną wodę przemysłową.

Koszt układu jest o 20 do 40% niższy od kosztu instalacji selektywnego katalitycznego odazotowania spalin o porównywalnej sprawności. Firma ocenia, że ponad 70% istniejących elektrowni posiada teren niezbędny do zabudowy nowego układu. Głównym jego elementem jest zespół bioreaktorów w kształcie trójkąta prostokątnego o wysokości około 2,5 m. Bokami trójkąta są rury z poliwęglanu, w których nieustannie odbywa się cyrkulacja wody i alg. Przeciwnie jest na bieżąco ustawiana w kierunku Słońca w celu zintensyfikowania procesu fotosyntezy; przyprostokątne zarówno pionowa jak i pozioma mogą znajdować się okresowo w cieniu przeciwprostokątnej.

Automatycznie sterowana szybkość cyrkulacji wodnej mieszaniny alg w poszczególnych bokach trójkąta zapewnia optymalne nasłonecznienie rosnących glonów. Spaliny są doprowadzane do podstawy trójkąta, po czym algi usuwają CO₂ i NO_x ze strumienia gazów przemieszczających się w rurociągach bioreaktora. Po przepłynięciu przez boki jednego trójkąta oczyszczone spaliny opuszczają instalację.

Opisana prototypowa instalacja została zabudowana na dachu elektrociepłowni Cambridge, gdzie ma pracować przez 12 do 18 miesięcy. Elektrociepłownia o mocy 20 MW już posiada palniki gazowe o niskiej emisyjności tlenków azotu; dodatkowa instalacja firmy *GreenFuel* obniży w jeszcze większym stopniu obecny poziom emisji. Ponieważ wiązanie CO₂ zachodzi przy udziale światła, to proces ten przebiega jedynie w porze dziennej w odróżnieniu od redukcji NO_x odbywającej się praktycznie przez całą dobę.

Opracował Piotr Olszowiec

na podstawie materiałów firmy *GreenFuel Technologies*

O „cudownych wiatrakach” w Ontario pisze z Kanady nasz Czytelnik

O tym, jak wprowadzane są elektrownie wiatrowe w niektórych obszarach Kanady dowiedzieliśmy się z listu skierowanego do nas przez Pana dr inż. Eugeniusza Kałwę. A oto jeden z fragmentów tego listu „Za moich szkolnych czasów krążyły po Polsce kawały na temat szczytów. Szczytem nieufności, czy też podejrzliwości, było: wywiercić dziurkę w Rurociągu Przyjaźni i sprawdzić, w którym kierunku płynie ropa.

Okazuje się, że realia w Ontario, prowincji Kanady, są takie, iż szczytem naiwności jest nie sprawdzić, w którym kierunku płynie energia elektryczna: od czy do wiatraka?”

Poniższy list od dr inż. Eugeniusza Kałwy do stacji telewizyjnej City TV w Toronto, Ontario, Kanada, został opublikowany w polskojęzycznym tygodniku GONIEC – Polish Messenger (<http://www.goniec.net>), wychodzącym w południowym Ontario, w Nr 36, dział Trybuna Czytelników.

„Do: Mr. Mark Dailey, Reporter, City TV, Toronto, Ontario, Kanada.

11 grudnia 2003 r.

Szanowny Panie Dailey:

W odniesieniu do Pana reportażu w City TV „Pulse at six”, z generatorem na wiatr na terenach torontońskiej *Canadian National Exhibition (CNE)* w tle, nadanego 4 grudnia 2003 r., chciałbym zwrócić Pana uwagę na oszustwo, którego *Ontario Power Generation (OPG)* dokonuje już od dwóch i pół roku.

Załączam kopię moich ostatnich pism skierowanych do posłanki z mojego regionu Scarborough-East do Prowincjonalnego Parlamentu (MPP), Pani Mary Anne Chambers (z 3 i 17 XI i 3 XII 2003 r.), a także kopię pisma z 8 XII 2003 r., które wysłałem do Pana Dwighta Duncana – Ministra Energii prowincji Ontario. Pisma te zawierają przytłaczające dowody na to, że generator na wiatr w Pickering (w pobliżu Toronto), zamiast produkowania elektryczności, jak *OPG* twierdzi, tak naprawdę jest napędzany przez czerpanie energii z sieci elektrycznej. Właściciele/operatorzy wiatraka w CNE zostali „przekonani”, by popełnić podobne oszustwo od końca stycznia 2003 r.

Przyczyną zakupienia i wzniesienia w sierpniu 2001 roku monstrualnych rozmiarów wiatraka w Pickering (największy w Północnej Ameryce) było tworzenie propagandy, że *OPG* użytkuje „zieloną” energię wiatru, głównie, by wesprzeć przetarg Kanady (praktycznie firmy *OPG*) na budowę tutaj projektu ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) i otrzymać na to miliardy dolarów z zagranicy.

Kilka tygodni po zainstalowaniu wiatraka operatorzy przekonali się, że wiatry w tym regionie są daleko za słabe, by być w stanie obracać śmigło, ogromną przekładnię zębatą (która ma zwiększać obroty 114,6 razy) i by napędzać potężny generator elektryczności (na zamówienie *OPG* model o mocy 1,8 MW został przebudowany przez firmę Vestas na moc 2,4 MW). Zamiast przyznać się do błędu, zarząd *OPG* zdecydował, by zmodyfikować wiatrak tak, aby był obracany energią z ontaryjskiej sieci elektrycznej.

Dla rządów *OPG* wyglądało to jak idealne rozwiązanie z wielu powodów:

1. Wina za to, że wiatrak zawiódł w czasie oficjalnego (prasy i TV) otwarcia, została wygodnie zrzucona na „zacięcie się komputera”.

2. Nie trzeba było wzamian instalować mniejszego generatora (naprawdę napędzanego wiatrem), a ogromna sylwetka obecnego wiatraka jest widoczna z dużej odległości, nawet dla setek tysięcy osób podróżujących codziennie autostradą 401, co jest bardzo przydatne zamierzonemu głównemu celowi: propagandzie.

3. Wiatrak postawiony jest wewnątrz silnie strzeżonej strefy należącej do Elektrowni Atomowej w Pickering i dziwnie duże zużycie energii elektrycznej przez wiatrak może być łatwo maskowane własnym zużyciem energii w elektrowni.

4. Wizualna produktywność wiatraka (czas obracania się śmigła), wynosząca około 90%, kwalifikuje go do wpisania do Księgi Guinnessa Światowych Rekordów, jako że jest najlepsza w całym świecie: lepsza niż „farm wiatracznych” w Pincher Creek w prowincji Alberta (50%), czy nawet wiatraków na Morzu Północnym. Ledwie przekroczenie kontaktu wystarczy, by śmigło wiatraka obracało się nawet przy tak słabych wiatrach (około 3 km/h), że żaglówki na jeziorze Ontario muszą zapalać silniki, by być w stanie wrócić do portu.

5. Kręcenie wiatrakami przy tak spokojnej, prawie bezwietrznej pogodzie ogromnie poprawiło propagandowe oddziaływanie na społeczność prowincji Ontario: umożliwiło wielu stacjom telewizyjnym filmowanie wiatraka z pokładu łodzi pływających po jeziorze. Im spokojniejszy był wiatr, tym bardziej spektakularne zdjęcia stacje TV nadawały nie podejrzewającej niczego publice.

6. Liczne telewizyjne zdjęcia obracającego się wiatraka, na które firma OPG zezwoliła, by mogły być zrobione z helikoptera (hojnie używane w telewizyjnej propagandzie), nie byłyby możliwe do nakręcenia, gdyby wiatrak był napędzany wiatrem. Przy prędkości wiatru ok. 55 km/h, co jest minimum, by ta monstrualna maszyna zaczęła produkować jakąkolwiek energię elektryczną, Elektrownia Atomowa nie zezwoliłaby żadnemu helikopterowi zbliżyć się na odległość kilku kilometrów, nawet gdyby helikopter był w stanie wznieść się w powietrze, i nawet gdyby mógł być wystarczająco stabilną platformą do robienia zdjęć kamerą telewizyjną.

7. Chociaż obroty wiatraka musiały być zwiększone do 17 na minutę, gdy jest napędzany prądem z sieci (z 15,7 na min, jeśli generator jest napędzany wiatrem i zsynchronizowany z siecią tutejszego prądu naprzemiennego o częstotliwości 60 Herców), ta niewielka różnica jest niezauważalna dla postronnego obserwatora (nieeksperta). Oczywiście, przy 17 obrotach śmigła na minutę generator nie może być zsynchronizowany z siecią, by przekazywać do niej energię, ale ujawnienie tej informacji społeczeństwu było, i wciąż jest, pod ścisłą kontrolą rządców OPG.

8. Stosując dodatkowe triki, które są możliwe, gdy takie urządzenie jest napędzane energią z sieci, firma OPG czasem (gdy wiatry są bardzo słabe) obraca śmigło wolniej niż 17 obr./min, prawdopodobnie by nie przesadzić z oszustwem i nie eksploatować zanadto naiwności społeczeństwa. Inne firmy używające generatorów na wiatr utrzymują śmigło nieruchomo, gdy wiatr jest za słaby, by generować użyteczną energię elektryczną. Przyczyną jest to, że nawet gdyby łopatki śmigła mogły przenieść energię wiatru, by obracać nieco generator, to i tak byłoby to za mało, by umożliwić synchronizację z siecią, więc po co niepotrzebnie zużywać maszynię?

9. Sterowanie takim napędzanym z sieci wiatrakami jest urtudnione, gdy prędkość wiatru osiąga 40–50 km/h, ale rząd OPG znalazł na to rozwiązanie i nakazał operatorom wstrzymać obroty wiatraka przy tak wietrznej pogodzie. Statystycznie, takie warunki występują tylko ok. 5% czasu w roku,

więc to nie psuło znacznie i tak już rekordowej wizualnej „produktywności” wiatraka. Łopatki śmigła były ustawiane pod takim kątem, że ich płaszczyzna była równoległa do kierunku wiatru, piasta śmigła była odłączona od reszty wału przez wyciągnięcie kołka kontrolnego, i w ten sposób urządzenie kupione za wiele milionów dolarów mogło „przetwać” wiatry, które produkują energię elektryczną w innych generatorach na wiatr. Taka była standardowa procedura aż do 13 listopada 2003 r.

10. Mimo tego, że OPG jako (podobno) firma społeczna, prowadzi tę fałszywą propagandę i oszustwo wbrew interesowi społeczeństwa, to rządcy OPG pilnie zważają na to, by pozostawać w bardzo bliskim kontakcie z oficjalnymi przedstawicielami tego społeczeństwa. Po tym jak kopia mojego pisma z 3 listopada 2003 r. do Pani Poseł M.A. Chambers została przekazana do ontaryjskiego Ministerstwa Energii, i dalej do zarządu OPG, operatorom wiatraka w Pickering nakazano wykorzystać moją ekspertyzę z tego listu (jednak bez żadnej kompensaty dla mnie) i zmodyfikować sterowanie wiatrakami przy owych silniejszych wiatrach. Już 13 listopada 2003 r., gdy prędkość wiatru przekraczała 50 km/h, firma OPG obracała śmigło wiatraka, chociaż, dla uważnego obserwatora/eksperta wciąż było widoczne, że żadna energia elektryczna nie była przekazywana do ontaryjskiej sieci. Potwierdza to tylko fakt, że gdy mechanizm wiatraka jest zmieniony, by stosować napęd z sieci, generator nie może jednocześnie przekazywać energii elektrycznej do sieci. Po 13 listopada 2003 r. śmigło wiatraka jest wciąż obracane energią pobieraną z sieci i wciąż śmigło obracane jest nawet przy słabych wiatrach, pomimo ostatnich zmian wśród szyszek zarządu firmy.

Wiatrak w CNE wykazuje większość objawów zmodyfikowania i sterowania nim, tak jak to jest robione w Pickering, po to by kontynuować fałszywą propagandę. To prawie tak, jakby zainstalować na Don River (małej rzeczki w Toronto) jeden z ogromnych wodnych generatorów wziętych z Elektrowni w Niagara Falls, i mieć ludzi, że się użytkuje „zieloną” energię tej rzeczki.

Realne szkody wyrządzane ontaryjskiemu społeczeństwu są bardzo duże. Jak wspominałem w liście z 17 listopada 2003 roku do Pani Poseł M.A. Chambers, dzieci w szkołach w regionie Toronto są ogłupiane przez uczenie ich błędnych informacji, jak działają generatory na wiatr. Pomimo niedawnego zobowiązania się ze strony ontaryjskiego Ministra Energii, że użycie energii słonecznej i wiatru do produkcji energii elektryczności wzrosnie o 5% w ciągu najbliższych kilku lat, negatywne skutki oszustwa dokonywanego przez OPG mogą trwać dziesiątki lat.

5 grudnia 2003 r. prowincja Ontario odniosła podwójną stratę w sprawie przetargu o projekt ITER. Dwa lata temu szanse Kanady, by wygrać przetarg i gościć u siebie ten projekt, były szacowane na ponad 90%. Teraz, nie czekając na upokorzenie podania przyczyn odrzucenia naszej oferty, przedstawiciele Kanady wycofali ofertę przetargu, jako że większość oszukańczych i popełnianych ponad prawem praktyk zarządu *Ontario Hydro* (stara nazwa firmy)/OPG nie może ująć uwagi bacznych oczu wielu ekspertów, i muszą być one dobrze znane na międzynarodowym forum energii atomowej. Nasi federalni reprezentanci wycofali także w ten sposób udział Kanady w samym projekcie ITER, zdając

sobie sprawę, że głównie „eksperci” spośród rządców OPG zarządzaliby (marnotrawili) wstępną sumą \$2,3 miliarda, która musiałaby być włożona w projekt, i wieloma przyszłymi ogromnymi wydatkami na ten projekt.

Doceniam Pana Reportera emocjonalną prośbę/sugestię w reportażu, by przestać marnować miliardy dolarów na nieskończone naprawy stacji atomowych, i by inwestować w źródła „zielonej” energii. Jednakże, zakupienie kilku tysięcy wiatraków typu używanego w CNE, jak Pan sugerował, i stosowanie ich sposobem OPG nie jest właściwym rozwiązaniem. Ani generator wietrzny w CNE, ani też ten w Pickering nie wyprodukowały do tej pory nawet jednej kilowatogodziny!

Pozostaję, wraz z moją dokumentacją w tej sprawie, do dyspozycji Pana lub kogoś innego z Waszej Stacji.

Dr inż. Eugeniusz Katwa
Toronto, ekatwa@poltel.com

Od autora: Do tej pory nie otrzymałem żadnej odpowiedzi od Redaktora Daileya czy od Stacji City TV.”

Perspektywy rozwoju gospodarki wodorowej

U progu XXI wieku systematycznie wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem wodoru w wielu gałęziach gospodarki. Przy spalaniu wodoru zamienia się w najbardziej ekologiczny produkt – wodę, która wraca do naturalnego obiegu materii w przyrodzie. W porównaniu z na przykład benzyną wodor odznacza się 2,8 razy większą wartością energetyczną (28, 63 Gcal/kg), przy czym do jego zapłonu wymagana jest 15-krotnie mniejsza ilość ciepła. Wprawdzie gaz ten wykazuje względem paliw węglowodorowych także pewne niedogodności, do jakich zaliczyć można niską gęstość i pojemność cieplną oraz wybuchowość w szerokich granicach temperatur i ciśnienia, lecz z powodzeniem kompensują je zalety ekologiczne i ekonomiczne.

Warunkiem szerszego wykorzystania wodoru do celów energetycznych jest wdrożenie tańszych technologii jego pozyskiwania. Chociaż jest on pierwiastkiem najpowszechniej występującym we Wszechświecie (jego zasoby ocenia się na 10^{13} ton), to w wolnej postaci na Ziemi jest go jednak bardzo niewiele, gdyż z łatwością reaguje z innymi pierwiastkami tworząc wodę, biomasę, paliwa organiczne i inne związki. W celu uzyskania czystego wodoru należy go wydzielić z wymienionych substancji, lecz proces ten wymaga doprowadzenia znacznej energii. Wynaleziono kilka sposobów otrzymywania wodoru, ale praktyczne znaczenie w skali przemysłowej zyskały tylko dwie metody: elektrolizy wody oraz reformingu metanu i innych paliw węglowodorowych.

Elektroliza wody czyli jej rozkład pod wpływem prądu elektrycznego na wodor i tlen została wykonana po raz pierwszy w 1839 r. przez angielskiego fizyka W. Grove, który także wynalazł ogniwo paliwowe. Od tej pory proces ten jest najprostszym sposobem przemysłowego otrzymywania tych gazów

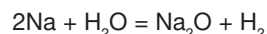
o bardzo wysokiej czystości. Jednak zasadniczą wadą tej metody jest jej niska sprawność (24–35%) powodująca wysokie zapotrzebowanie energii elektrycznej sięgające 50 kWh/kg wodoru.

Obecnie rocznie na świecie wytwarza się ponad 500 mld m³ tego gazu. Większość pochodzi z gazu ziemnego. Proces reformingu z udziałem metanu i pary wodnej przebiega w temperaturze 1100°C w obecności katalizatora, a jego produktami są wodor i dwutlenek węgla. Te same produkty gazowe uzyskuje się także w reakcji węgla (koks) i pary wodnej. Podczas gdy reforming metanu jest najbardziej ekonomiczną ze stosowanych metod, wykazuje jednak istotne wady:

- opłacalność wyraźnie zależy od cen gazu ziemnego,
- wyprodukowanie 1 tony wodoru wywołuje emisję 7 ton CO₂ do atmosfery, co w ogromnym stopniu niweczy zalety i sens wprowadzania nowego paliwa.

Najlepszym sposobem taniego i ekologicznego wytwarzania wodoru jest, zdaniem naukowców, wdrożenie tzw. wysokotemperaturowej elektrolizy parowej, będącej odmianą tradycyjnej elektrolizy wody. W nowej metodzie do rozkładu wody używa się ciepła zamiast elektryczności, co podnosi sprawność procesu do ponad 50%. Przewiduje się, że technologia ta stanie się osiągalna dzięki wykorzystaniu nadwyżki energii cieplnej z reaktorów jądrowych IV generacji działających w temperaturach rzędu 1000°C. Obecnie w Stanach Zjednoczonych trwają badania sponsorowane przez Departament Energetyki nad trzema perspektywicznymi typami reaktorów: reaktorami o bardzo wysokiej temperaturze, zaawansowanymi reaktorami chłodzonymi gazem i reaktorami chłodzonymi ciekłym metalem. Wdrożenie tych nowych urządzeń pozwoli także na opanowanie technologii materiałów niezbędnych do budowy przyszłych instalacji termo-chemicznej elektrolizy wody. Przedstawiona koncepcja „nuklearno-wodorowej integracji” stanowi według naukowców amerykańskich jedyną realną drogę zapewnienia wielkich ilości „czystej” energii niezbędnej do wytwarzania wodoru. Nie mniej prowadzone są badania również nad innymi metodami przyjaznego dla środowiska otrzymywania tego gazu.

Jedną z idei jest koncepcja gospodarki wodorowej z wykorzystaniem tzw. odtwarzalnych nośników energii, dzięki którym jest ona pozbawiona podstawowej wady paliw węglowodorowych, czyli nieodwracalnego zużycia ich ograniczonych zasobów. Od dawna stosowane są cykle przemian chemicznych, w których wspomniane media wielokrotnie na przemian wiążą i oddają energię nie zmieniając przy tym swoich własności. Klasycznym przykładem takiego procesu jest otrzymywanie wodoru z użyciem sodu, w reakcji:

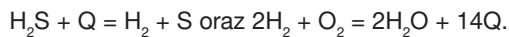


Powyższą reakcję można realizować bezpośrednio w miejscu wykorzystania wodoru, dzięki czemu unika się kłopotliwego transportu tego paliwa. Natomiast sól można odzyskać z jego tlenku dostarczając określoną energię. Sprawdzone, a przy tym łatwo dostępnym rodzajem odtwarzalnego nośnika energii jest także krzem. Jego wykorzystanie w tej roli opisują następujące reakcje chemiczne:

- 1) otrzymywanie krzemu z krzemionki $\text{SiO}_2 + \text{Q} = \text{Si} + \text{O}_2$,
- 2) otrzymywanie wodoru $\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2 + \text{Q}$ (reakcja ta przebiega w specjalnych warunkach w reaktorze w obecności katalizatorów),
- 3) spalanie wodoru w tlenie $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$.

Pierwsze dwa etapy można realizować w instalacji zlokalizowanej w pobliżu złóż piasku, trzeci zaś w miejscu utylizacji wodoru. W ten sposób w zamkniętym cyklu przeróbki piasku można generować w ekologiczny sposób wielkie ilości wodoru z paliwa niskiej nawet jakości (wymagane dla rozkładu krzemionki).

Inne lokalne źródło wytwarzania wodoru z jednoczesnym uwalnianiem energii cieplnej zaproponowali naukowcy rosyjscy. W przybrzeżnych wodach Morza Czarnego rozpuszczone są bogate zasoby siarkowodoru w ilości około 1 miliarda ton. Jego energetyczna utylizacja obejmowałaby następujące reakcje:



Najważniejszą cechą tego cyklu jest fakt, że przy spalaniu wodoru wydziela się aż 14 razy więcej ciepła niż potrzeba go do rozkładu siarkowodoru. Przetestowano już sposób wydobywania siarkowodoru z wody morskiej z głębokości kilkudziesięciu metrów za pomocą odpowiedniej rury. Zassany z morskiej głębi wodny roztwór H_2S rozpręża się na powierzchni obficie wydzielając poszukiwany gaz. Technologia ta pozwoliłaby nie tylko wykorzystać ogromne zasoby energetyczne Morza Czarnego, lecz także obniżyć nadmierne zanieczyszczenie wód tego akwenu.

Opracował Piotr Olszowiec

na podstawie artykułu S. Price „Nuclear shows the way to a hydrogen future”,
Power Engineering International 4/2004

Rozwój brytyjskich elektrowni pływowych

Wielka Brytania była jednym z prekursorów badań nad wykorzystaniem energii fal i pływów morskich. Ta przodująca pozycja ciągle się wzmacnia w miarę rozwoju zlokalizowanej w Szkocji bazy naukowo-badawczej oraz produkcyjnej. Dwie firmy brytyjskie opracowały przeznaczone do prób prototypy siłowni przetwarzających energię fal morskich. *Ocean Power Delivery Ltd.* przetestowała w pobliżu Edynburga własną instalację o nazwie „Wąż morski”, zaś obecnie planuje budowę większych modułów o mocy 750 kW. Jednostki takie, tworzące elektrownię o mocy 2 MW, eksploatuje już grupa *BC Hydro* w Kanadzie. Natomiast brytyjska firma *Wavegen* kontynuuje próby własnej instalacji o nazwie LIMPET, dla której uzyskała pomoc rządową w wysokości 3,5 mln euro. Bardziej zaawansowana jest natomiast eksploracja ogromnych zasobów energii pływów morskich – kilka siłowni wykorzystujących to cykliczne zjawisko pracuje od wielu lat u wybrzeży Francji, Wielkiej Brytanii i Ameryki Północnej.

Jednak dopiero w 2003 roku udało się zbudować i uruchomić pierwszą instalację tego rodzaju na otwartym morzu. W odległości 3 km od Lynmouth w hrabstwie Devon brytyjska spółka *Marine Current Turbines* zainstalowała turbogenerator własnej konstrukcji o mocy 300 kW. Osiągnięcie to okazało się kulminacyjnym etapem realizowanego nakładem 3,5 mln funtów programu „Seaflo”, który zyskał sobie poparcie rządów Wielkiej Brytanii i Niemiec oraz licznych firm z tych krajów. Montaż konstrukcji i samych urządzeń wykonała firma *Seacore* w miejscu występowania silnych prądów morskich.

Przedsięwzięcie „Seaflo” stanowi pierwszą fazą kompleksowego programu badawczo-rozwojowego, którego celem jest opracowanie pionierskiej technologii wykorzystania energii prądów morskich. W technologii tej stosuje się turbiny zainstalowane na stalowych słupach osadzonych w głębokich fundamentach w dnie morza. Wirniki tych turbin są obracane przez przepływ wody w podobny sposób, jak wiatr napędza turbogeneratory wiatrowe. Zasadnicza różnica polega na gęstości czynnika napędowego: woda jest przecież ponad 800 razy gęstsza od powietrza. Dzięki temu powolny przepływ strugi wody generuje bardzo dużą moc. W elektrowni koło Lynmouth „podwodny wiatrak” wytwarza moc 300 kW przy średniej prędkości morskiego prądu 2,7 m/s.

W odróżnieniu od elektrowni wiatrowych ich morskie odpowiedniki posiadają istotną zaletę, a mianowicie ich produkcja nie podlega większym wahaniom i jest w pełni przewidywalna. Wytwarzana moc elektryczna, wystarczająca dla potrzeb 200 przeciętnych gospodarstw domowych, jest przesyłana na ląd podwodną linią kablową. Poważnym problemem eksploatacji przyszłych elektrowni morskich jest możliwość wykonywania przeglądów i napraw podwodnych urządzeń. W tym celu w prototypowej elektrowni Lynmouth zainstalowano opatentowaną konstrukcję nośną, która pozwala na wynoszenie całego turbozespołu (tj. turbiny, przekładni mechanicznej i generatora) na powierzchnię morza. Naprawy będzie wykonywał personel z nadwodnej części konstrukcji z wykorzystaniem zacumowanego specjalistycznego statku.

Opracował Piotr Olszowiec

na podstawie biuletynu firmy *Marine Current Turbines*

Ograniczanie emisji dwutlenku węgla w elektrowniach

Wykorzystanie węgla jako głównego nośnika energii na świecie pozostaje największym źródłem emisji dwutlenku węgla odpowiedzialnego za tzw. efekt cieplarniany. Perspektywy rosnącego zużycia tego surowca w energetyce zmuszają do poszukiwań skutecznych i ekonomicznie akceptowalnych metod redukcji emisji CO_2 . Proponowane rozwiązania można ogólnie podzielić na trzy grupy:

- wybór optymalnego paliwa,
- wzrost sprawności przetwarzania energii i
- usuwanie dwutlenku węgla z procesów technologicznych.

Zamiana węgla na inny rodzaj paliwa węglowodorowego (zwłaszcza gaz ziemny) lub przejście na energię jądrową bądź odnawialną ma wciąż ograniczony zakres i w większości krajów z trudem toruje sobie drogę. Podnoszenie sprawności procesów energetycznych przynosi wymierne korzyści ekonomiczne i ekologiczne, jednak wymaga wdrażania nowych, kosztownych technologii. Bloki na parametry nad- i ultranadkrytyczne oraz kotły fluidalne pozwalają obecnie na zmniejszenie jednostkowej emisji CO₂ nawet o 20%. Oprócz wymienionych sposobów pojawiły się ponadto realne możliwości wychwytywania (sekwestracji) tego gazu w samych źródłach jego wytwarzania, czyli kotłach energetycznych. Przebadane metody sekwestracji odznaczają się obiecującą sprawnością powyżej 90%, lecz niestety są wciąż zbyt drogie i energochłonne.

Duże nadzieje wiąże się z wprowadzeniem spalania węgla w tlenie, a nie jak dotychczas w powietrzu. Zawartość azotu rzędu 80% w spalinach wylotowych z tradycyjnych kotłów uniemożliwia – jak na razie – efektywne usuwanie dwutlenku węgla z powodu jego nadmiernego rozrzedzenia. Natomiast spalanie paliw w czystym tlenie powoduje, że w spalinach występuje praktycznie tylko dwutlenek węgla, co znakomicie ułatwia jego wychwytywanie, oczyszczanie i dalsze zagospodarowanie.

Niezbędny w tym procesie tlen można czerpać z układów kriogenicznej separacji powietrza, układów separacji gazów na bazie membran lub z chemicznych nośników tlenu. Metody te są nadal testowane przez niektóre koncerny i instytucje energetyczne w USA i Unii Europejskiej. W ramach programu ograniczania emisji gazów cieplarnianych realizowanego przez Departament Energetyki USA opracowano koncepcję bloku opalanego węglem w tlenie o mocy 210 MW. Obecnie koncern Alstom wznosi pilotową instalację kotła fluidalnego wykorzystującego różne gatunki węgla i koksu naftowego spalanych w atmosferze zawierającej do 70% tlenu.

Następnym etapem ma być budowa bloku na skalę przemysłową. Wytwarzany w nim dwutlenek węgla będzie kierowany do wyłaczania ropy naftowej ze złóż, co przyczyni się do ich efektywniejszej eksploatacji. W przyszłych przemysłowych instalacjach spalania paliw w tlenie zostanie prawdopodobnie zastosowana metoda wytwarzania tlenu z użyciem chemicznego nośnika jako najbardziej efektywna ekonomicznie. Sposób ten polega na pośrednim spalaniu węgla z wykorzystaniem nośnika tlenu np. siarczanu wapnia, w wyniku czego powstaje para wodna i dwutlenek węgla. Rozdzielenie tych związków następuje po skropleniu pary wodnej.

Usuwanie CO₂ ze strumienia spalin wylotowych z kotła lub turbiny gazowej obejmuje kilka sposobów, takich jak użycie różnych aminów do przemywania gazów, zestalanie dwutlenku węgla lub obrotowy eliminator przypominający regeneracyjny podgrzewacz powietrza. Pierwsza z technologii jest sprawdzonym w praktyce przemysłowej procesem absorpcji z użyciem monoetanolaminy. Wadą jej jest jednak nadmierna energochłonność przekraczająca 30% generowanej mocy bloku. Metoda zestalania dwutlenku węgla pozwala na jego wychwytywanie ze strumienia spalin przez ich kriogeniczne oziębianie za pomocą ciekłego CO₂. Proces ten opracowano

we Francji z udziałem koncernu Alstom. Natomiast obrotowy eliminator CO₂ za pomocą stałego sorbentu to oryginalna technologia testowana wspólnie przez koncerny Toshiba i Alstom. Sposób ten odznacza się niższymi nakładami, jednak nie zapewnia skuteczności wiązania dwutlenku węgla wyższej od 60%.

W odróżnieniu od tej ostatniej grupy metod, które służą do usuwania dwutlenku węgla z produktów spalania paliw węglowodorowych, wdrażane są także technologie określane jako „dekarbonizacja” polegające na wiązaniu węgla w trakcie procesów chemicznych. Należą do nich zintegrowane cykle zgazowania (znane pod skrótową nazwą IGCC), cykle regeneracji węglanów i cykle chemicznego zgazowania. Technologia IGCC to coraz powszechniej stosowany proces zgazowania węgla i innych paliw w obecności powietrza i pary wodnej. Produktem tej reakcji jest tzw. syngaz (składający się głównie z tlenku węgla i wodoru), który wykorzystuje się zarówno w energetyce jak i innych gałęziach gospodarki, zwłaszcza w petrochemii. Cykl regeneracji węglanów polega na użyciu sorbentu (np. wapna) do wiązania CO₂ w postaci węglanu wapnia. Następnie węglan ten zostaje rozłożony w odpowiednich piecach na tlenek wapnia i dwutlenek węgla. Pierwszy z tych związków jest ponownie wykorzystany w pierwszej fazie procesu, zaś drugi jest kierowany do dalszego zagospodarowania. Wreszcie cykle chemicznego zgazowania obejmują procesy wchodzące w skład obu wspomnianych technologii. Zgazowanie paliwa dostarcza gazu syntezowego, przy czym zawarty w nim tlenek węgla jest utleniany do dwutlenku podlegającemu sekwestracji. Tlen do zgazowania jest dostarczany przez ciągle regenerowany jego nośnik. Z kolei drugi nośnik chemiczny na przemian wiąże i uwalnia CO₂. Obie technologie również są przedmiotem badań koncernu Alstom.

Opracował Piotr Olszowiec
na podstawie artykułu A. Pfeffer „Capturing carbon”,
Power Engineering International 5/2004



ERRATA

Z przykrością informujemy o dostrzeżonych błędach w artykule Józefa Szymczyka pt. „O fenomenie Politechniki Lwowskiej – matki polskich politechnik w 160-lecie jej powstania”, zamieszczonym w *Energetyce* 2004, nr 12 na stronach 762–769.

W artykule tym niewłaściwie podano brzmienie dwóch nazwisk: *Daszewskiego* zamiast *Idaszewskiego* oraz *Plewki* zamiast *Plewaki*.

Serdecznie przepraszamy

Redakcja