

# Energetyka jądrowa – nowe możliwości

8 czerwca 2009 odbyło się kolejne spotkanie w ramach „Kawiarni Naukowej” Polskiej Akademii Umiejętności i *Dziennika Polskiego*. Wsłuchaliśmy odczytu dr hab. Ludwika Pieńkowskiego z Uniwersytetu Warszawskiego na temat wymieniony w tytule. Z uwagi na szczególne znaczenie problemu zużycia i dostępności energii w XXI wieku, spotkanie to miało szczególnie charakter. Oprócz normalnej publiczności „Kawiarni”, na spotkanie przybyli, zaproszeni specjalnie, profesorowie z Akademii Górniczo-Hutniczej, Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego. Byli również obecni profesorowie Michał Waligórski i Jerzy Niewodniczański, prezesi – obecny i były – Państwowej Agencji Atomistyki. Po odczycie, wygłoszonym w dużej auli PAU, zaproszeni profesorowie przeszli do gabinetu Sekretarza Generalnego Akademii, aby przedyskutować poruszone przez dr hab. Ludwika Pieńkowskiego problemy. Dyskusja trwała ponad półtorej godziny, odbyła się w bardzo gorącej atmosferze i poruszano w niej szereg problemów.



fol. Anna Kaczmaz

Dr hab. Ludwik Pieńkowski podczas wykładu w PAU

Rosnąca populacja naszego globu, oraz rosnące potrzeby rozwijających się społeczeństw powodują gwałtowny wzrost zużycia energii. Jej źródłem są na razie głównie: spalanie węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego. Ma to szczególne znaczenie dla Polski. Wprawdzie dysponujemy znacznymi złożami węgla, ale konieczność importu gazu ziemnego i ropy naftowej uzależnia nas od Rosji i innych krajów i kreuje szereg narastających problemów. Spalanie tych surowców, szczególnie węgla, powoduje zanieczyszczenie atmosfery i niebawem będziemy z tego tytułu płacić Unii Europejskiej wysokie kary. Warto zauważyć, że np. węgiel jest ważnym, często jedynym wyjściowym surowcem dla przemysłu chemicznego i jego, wywołany spalaniem, niedostatek będzie źródłem poważnych problemów dla przyszłych pokoleń.

Korzystanie z tzw. odnawialnych źródeł energii jest wprawdzie lansowane w różnych krajach świata, ale nie można stąd liczyć na więcej niż kilku procentowe zaopatrzenie w energię.

Obecna sytuacja narzuca oczywiste rozwiązanie: przejście na energetykę jądrową, dla której źródłem jest energia rozszczepienia jąder uranu, rozszczepienia wywołanego przez zaabsorbowanie neutronu. Trafione przez neutron jądro rozpada się na dwa fragmenty, plus dwa lub trzy neutrony, które kolejno mogą wywołać dalsze rozszczepienia. Prowadzi to do samo podtrzymującej się kaskady rozszczepień (reakcji łańcuchowej). Energia kinetyczna tych fragmentów jest głównym źródłem wyzwalanego ciepła, które może być użyte do zamiany wody w parę wodną, która napędza turbinę, połączoną z generatorem prądu elektrycznego. Tak – w dużym uproszczeniu – działa elektrownia jądrowa.

Jądra uranu występują w różnych odmianach izotopowych. Wszystkie składają się z tej samej liczby 92 protonów, ale różnią się nieco liczbą neutronów. Najczęściej występuje tzw. uran-238 –  $^{238}\text{U}$  (92 protony i 146 neutronów), oraz uran-235 (92 protony i 143 neutrony). Niestety w rudzie uranowej występuje zaledwie 0,7 procenta uranu-235. Niestety, bo tylko ten izotop nadaje się do naszych celów. Tylko on podlega rozszczepieniu powolnymi, małej energii neutronami, a dla takich powolnych neutronów prawdopodobieństwo trafienia w jądro uranu jest duże. Uran-238 też może podlegać rozszczepieniu, ale tylko przez odpowiednio szybkie neutrony, a dla nich prawdopodobieństwo trafienia w jądro atomowe jest małe. W prętach paliwowych reaktorów atomowych używa się zazwyczaj naturalnego uranu, lekko wzbogaconego w uran-235, właściwe źródło energii. Ten naturalny uran zawiera głównie izotop, uran-238, którego jądra atomowe, w wyniku wielu lat pracy reaktora, również pochłaniają neutrony, ale nie prowadzi to do reakcji rozszczepienia. Natomiast na tej drodze powstają jądra atomowe izotopu, uran-239, które w wyniku podwójnego rozpadu beta zamieniają się w jądra atomowe plutonu-239, który, podobnie jak uran-235, jest doskonałym paliwem jądrowym. Jego wydzielenie ze zużytych uranowych prętów wymaga jednak specjalnych procesów. Podobnie paliwem jądrowym może być w zasadzie tor, bardziej powszechny w przyrodzie niż uran, zawierający tylko jeden izotop – tor-232. Aby uczynić z niego paliwo jądrowe należy go naświetlać neutronami, co w rezultacie prowadzi do powstania izotopu, toru-233 i po podwójnym rozpadzie beta powstanie paliwa jądrowego, uranu-233. Tak pracujący i wytwarzający energię reaktor może produkować „mimoходом” paliwo dla swych następców. Wszystko to wyjaśnia, dlaczego uważamy, że reaktory jądrowe stanowią przyszłość energetyki światowej, z perspektywą znacznie dalej sięgającą niż tradycyjna energetyka, wykorzystująca spalanie węgla, ropy naftowej i gazu. Współczesna energetyka jądrowa wypracowała efektywny i bezpieczny system składowania odpadów promieniotwórczych i jest znacznie bardziej przyjazna środowisku niż tradycyjna energetyka.

Znaczną część swego wystąpienia dr hab. Ludwik Pieńkowski poświęcił tzw. reaktorom wysokotemperaturowym, HTR (High Temperature Reactors). Charakteryzują się one wyjątkowo korzystnymi parametrami, również tymi dotyczącymi stopnia bezpieczeństwa. Ich ewentualne zainstalowanie w Polsce będzie miało szczególne znaczenie dla polskiego przemysłu chemicznego, który zużywa