

Justyna MICHALAK*

WPLYW ELEKTROWNI JĄDROWYCH NA ŚRODOWISKO

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące wpływu elektrowni jądrowych na środowisko. Praca elektrowni jądrowej wywołuje wpływ na środowisko poprzez: wydzielanie produktów promieniotwórczych do środowiska, do wód zrzutowych oraz wydzielanie ciepła odpadowego do wody chłodzącej. Oprócz odpadów stałych, w trakcie eksploatacji elektrowni jądrowej powstają promieniotwórcze odpady gazowe i ciekłe. Wypalone paliwo jądrowe jest niebezpieczne dla człowieka, dlatego musi być trwale usunięte do przestrzeni, gdzie jego promieniowanie będzie niegroźne, bądź musi być długo przechowywane w sposób bezpieczny bądź też przerobione na produkty bezpieczne dla otoczenia. Istnieją różne sposoby przechowywania wypalonego paliwa np. w wyeksploatowanych, głębokich kopalniach soli lub w zbiornikach wodnych lub zbiornikach betonowych, chłodzonych powietrzem.

1. KLASYFIKACJA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

Odpady promieniotwórcze dzielą się ze względu na:

- postać fizyczną,
- aktywność,
- czas połowicznego rozpadu (czas po jakim poziom promieniowania emitowanego przez dany izotop zmniejszy się do połowy wartości pierwotnej).

Ze względu na postać fizyczną wyróżniamy odpady:

- stałe,
- ciekłe,
- gazowe.

Uwzględniając aktywność odpadów promieniotwórczych wyróżniamy odpady:

- nisko aktywne,
- średnio aktywne,
- wysoko aktywne.

Pod względem czasu połowicznego rozpadu odpady promieniotwórcze dzielą się na:

- krótkożyciowe o okresie połowicznego rozpadu nie dłuższym niż 30 lat,
- długożyciowe, które pozostają promieniotwórcze przez setki, a nawet tysiące lat.

* Politechnika Poznańska.

W różnych krajach różnie wygląda podział odpadów promieniotwórczych. W Polsce wyróżniamy trzy kategorie odpadów:

I kategoria to odpady beta- i gamma- promieniotwórcze, należą do nich:

- odpady niskoaktywne, czyli odpady o poziomie promieniowania nie przekraczającym 1000 razy poziomu dopuszczalnego w środowisku; stanowią 80% odpadów,
- odpady średnioaktywne, czyli odpady o poziomie promieniowania przekraczającym dopuszczalny poziom w środowisku od 1000 do 1000000 razy; stanowią 15% odpadów,
- odpady wysokoaktywne, czyli odpady o poziomie promieniowania przekraczającym dopuszczalny poziom w środowisku ponad 1000000 razy; stanowią 5% odpadów,

II kategoria to odpady alfa-promieniotwórcze,

III kategoria to zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze.

2. SPOSOBY ODDZIAŁYWANIA ENERGETYKI JĄDROWEJ NA ŚRODOWISKO

Istnieją dwie drogi oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko. Pierwsza z nich to poprzez uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia. Druga poprzez upusty podgrzanej wody używanej jako woda chłodząca skraplacze pary (ciepłne zanieczyszczenie środowiska wodnego).

W przypadku normalnej pracy elektrowni jądrowej z reaktorem PWR dochodzi do uwalniania substancji radioaktywnych w postaci gazowej i ciekłej. Nie wszystkie pręty paliwowe, które znajdują się w rdzeniu (do kilkudziesięciu tysięcy) są w pełni szczelne, stąd część gazowych produktów rozszczepienia dostaje się do wody chłodzącej reaktora. Są to głównie izotopy gazów szlachetnych (krypton, ksenon) oraz lotne izotopy jodu. Gazy te po wydostaniu się z wody zbiera się i magazynuje przez jakiś czas, aby krótkożyciowe produkty rozszczepienia uległy rozpadowi, następnie przez komin i filtry (zatrzymujące izotopy jodu) wypuszcza się stopniowo do atmosfery tak, aby uległy rozcieńczeniu w otaczającym powietrzu i nie stanowiły zagrożenia dla środowiska.

Woda chłodząca może zawierać również produkty aktywacji neutronami cząstek powstających wskutek korozji i erozji materiałów konstrukcyjnych obiegu pierwotnego. Na skutek nieszczelności pomp, zaworów itp. W obiegu pierwotnym powstają wycieki wody z zawartością izotopów promieniotwórczych, które przez pewien czas magazynuje się, a następnie rozcieńcza i uwalnia do otoczenia lub zatęża i przygotowuje do usunięcia jako odpady promieniotwórcze [1].

Wielkość uwolnień produktów rozszczepienia z elektrowni jądrowych zależy między innymi od:

- poziomu mocy reaktora,

- liczby nieszczelnych prętów paliwowych,
 - stopnia usunięcia substancji promieniotwórczych z uwalnianych gazów i cieczy.
- Nie ma problemu z utrzymywaniem ilości uwolnień substancji promieniotwórczych na poziomie zdecydowanie niższym niż poziom dopuszczalny.

Gazowe produkty rozszczepienia mogą się dostać do organizmu ludzkiego kilkoma drogami: drogą oddechową i pokarmową.

Ciepłne zanieczyszczenia środowiska wodnego są uzależnione od ilości i temperatury wody odprowadzanej z elektrowni. W otwartych obiegach chłodzenia zanieczyszczenie ciepłe wód nie ma zwykle większego znaczenia, ponieważ podgrzana przez skraplacz woda chłodząca jest wypuszczana do mórz, jezior i dużych rzek, a więc akwenów wodnych o dużej objętości. Daje to podgrzanie wody o około 2°C. Może to jednak wywołać pewne zmiany w ekosystemie wodnym [1].

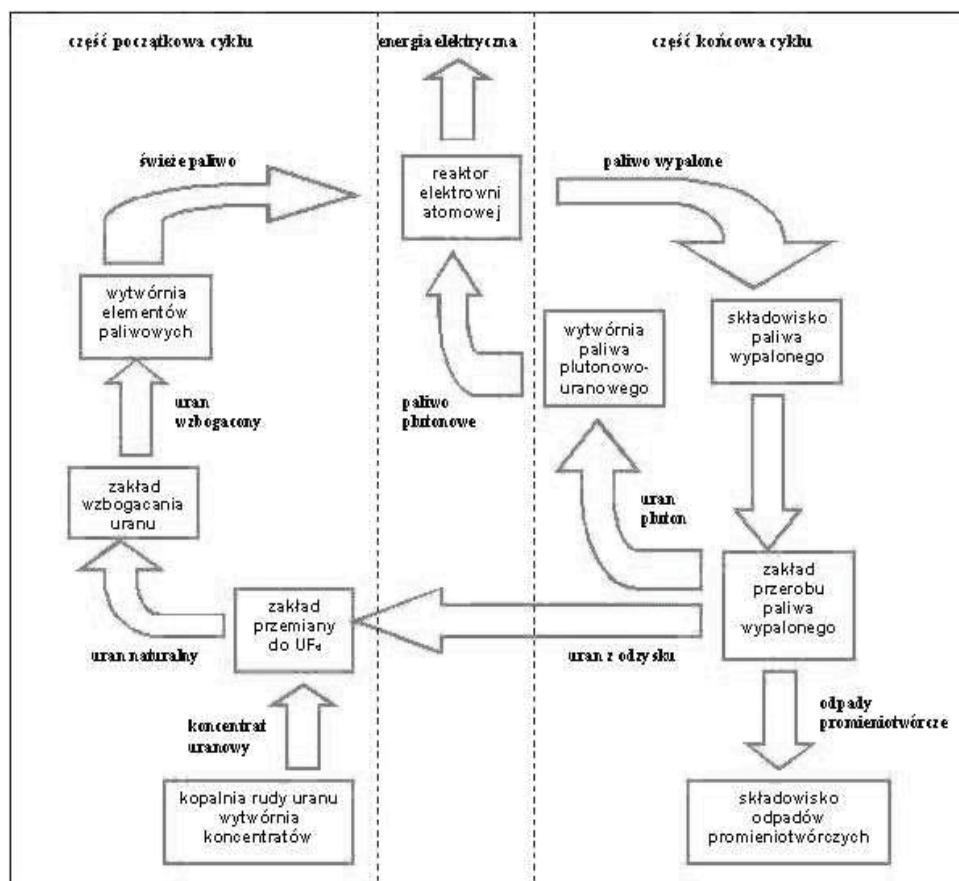
3. CYKL PALIWOWY ELEKTROWNI JĄDROWEJ

Cykl paliwowy elektrowni jądrowej to zamknięty lub otwarty cykl procesów technologicznych obejmujących:

- wydobycie rud uranowych zawierających materiały rozszczepialne,
- ich transport,
- przerabianie rud w celu uzyskania koncentratu o zawartości ok. 75% U_3O_8 , z którego wytwarzany jest związek lotny UF_6 ,
- wzbogacanie sześćofluorku uranu w celu uzyskania uranu zawierającego ponad 3% izotopu ^{235}U ,
- przerabianie lotnego wzbogaconego UF_6 na dwutlenek uranu UO_2 z którego wyrabiane są pastylki paliwowe,
- produkcję elementów paliwowych,
- wytwarzanie paliwa jądrowego i wypalenie w reaktorze jądrowym,
- przerób paliwa wypalonego, przerób odpadów promieniotwórczych, składowanie odpadów promieniotwórczych [2].

Cykl paliwowy elektrowni jądrowej można podzielić na dwie części:

- początkowa część cyklu poczynając od wydobycia uranu do wyprodukowania zestawów paliwowych – są to procesy prowadzone przy niskim poziomie promieniowania,
- końcowa część cyklu obejmuje operacje z wypalonym paliwem począwszy od wyładowania paliwa z rdzenia reaktora do usunięcia odpadów promieniotwórczych na składowiska – są to procesy prowadzone przy wysokim poziomie promieniowania jądrowego
[<http://www.atomistyka.pl/energetyka/cykl.html>].



Rys. 1. Cykl paliwowy elektrowni jądrowej [<http://www.atomistyka.pl/energetyka/cykl.html>]

Źródłem zanieczyszczenia środowiska substancjami radioaktywnymi są kopalnie uranu i zakłady wzbogacania uranu. Radioaktywne są odpady powstające podczas produkcji paliwa jądrowego.

Reakcja rozszczepienia jądra uranu, plutonu lub toru następuje gdy po zderzeniu neutronu z jądrem pierwiastka następuje pochłonięcie neutronu. Powstają dwa jądra pierwiastków lżejszych, wydzielając energię cieplną i wyzwalaając 0-8 neutronów. Część pozostałej energii wydziela się w postaci promieniowania gamma, dalsza część jako promieniowanie beta i gamma produktów rozszczepienia [2].

Wypalone paliwo jądrowe stanowi zagrożenie dla człowieka z racji swej promieniotwórczości i dlatego musi być ono albo:

- trwale usunięte do przestrzeni, gdzie jego promieniowanie jest niegroźne (gromadzenie wypalonego paliwa w głębokich, nieużytkowanych kopalniach soli lub pod dnem mórz), albo
- długo przechowywane w sposób bezpieczny (w zbiornikach wodnych lub zbiornikach betonowych, chłodzonych powietrzem),
- przerobione na produkty bezpieczne dla otoczenia (ma to na celu usunięcie produktów rozszczepienia i odzyskanie niewypalonego uranu i plutonu, pozostałego w paliwie).

Możliwym źródłem skażenia środowiska może być transport materiałów promieniotwórczych, tj. wypalone elementy paliwowe i koncentraty uranu. Wypalone paliwo jądrowe musi być przewożone w stalowych pojemnikach, które uniemożliwiają promieniowanie na zewnątrz pojemników i zapewniają szczelność nawet w przypadku pożaru czy też bardzo ciężkich wypadków drogowych [2].

Ważny element w przypadku oddziaływania elektrowni jądrowych na środowisko stanowi kwestia wycofania elektrowni jądrowej z eksploatacji. W takiej sytuacji reaktor i obieg pierwotny elektrowni pozostają źródłem promieniowania, które musi zostać izolowane i wyłączone z użytkowania.

4. KONTROLA DOZYMETRYCZNA

Promieniowanie jonizujące nie jest wykrywalne (odczuwalne) zmysłami ludzkimi. W celu wykrywania skażeń promieniotwórczych i do pomiaru dawek stosuje się przyrządy dozymetryczne. Wśród nich wyróżniamy: wskaźniki promieniowania, monitory i dawkomierze.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. dotyczy granicznych dawek promieniowania.

5. PODSUMOWANIE

Odpady promieniotwórcze można całkowicie usunąć z biosfery. Ich toksyczność zmniejsza się szybko z czasem. Bardzo istotną kwestią jest możliwość prostej i ciągłej kontroli ich toksyczności, są one wykrywalne bardzo łatwo i to w niezwykle małych ilościach.

LITERATURA

- [1] Celiński Z., Energetyka jądrowa a społeczeństwo, PWN, Warszawa, 1992.
- [2] Kucowski J., Laudyn D., Przekwas M., Energetyka a ochrona środowiska, WNT, Warszawa, 1997.
- [3] Chmielniak T. J., Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.

THE INFLUENCE OF NUCLEAR POWER PLANTS ON ENVIRONMENT

Problems concerning influence of nuclear power plants on environment are presented in the article. The work of nuclear power plants influences on environment through emitting of radioactive products to environment and to waste water, and by release heat to cooling water. Aside from solid wastes, nuclear power plant emits during exploitation radioactive gaseous and liquid wastes. Burned nuclear fuel is dangerous for people, and for this reason it has to be safely stored for a long time or to be processed to products safe to environment. There exists various methods of storage of burned fuel, for example in deep, exhausted salt mines or in water tanks or concrete air cooled tanks.