

Energia jądrowa, budowa reaktora, bomby atomowej oraz wodorowej.

Energia jądrowa

Energia jądrowa wydziela się podczas przemian jądrowych i związana jest z różnicami w energii wiązania poszczególnych jąder atomowych. Podstawowym nośnikiem tej energii są obecnie zasoby uranu, a produkowana jest w wyniku kontrolowanej reakcji rozpadu jąder atomowych uranu. Jako pierwszy w 1934 r. włoski fizyk – Enrico Fermi zauważył, że podczas bombardowania atomów uranu neutronami jądra tego atomu rozpadają się na dwie prawie równe części. Zaczęto badać to zjawisko bliżej, zwłaszcza w okresie drugiej wojny światowej w celu wykorzystania go do produkcji bomby. Początki energetyki jądrowej datuje się od chwili uruchomienia (1951 r.) w USA pierwszej instalacji produkującej energię elektryczną. W reaktorze jądrowym następuje rozpad jąder uranu (U-235) i wydzielenie się olbrzymiej ilości energii. Energia ta wykorzystywana jest w elektrowniach jądrowych do produkcji prądu elektrycznego. Elektrownia jądrowa działa na takiej samej zasadzie jak normalna elektrownia – wydzielone ciepło wykorzystuje się do produkcji pary wodnej napędzającej turbinę parową, która połączona jest z prądnicą. Świeże paliwo jądrowe jest stosunkowo mało radioaktywne, natomiast zużyte jest już silnie radioaktywne. Zużyte paliwo musi być przechowywane w specjalnych basenach wypełnionych wodą lub specjalnie zaprojektowanych suchych pojemnikach betonowych. Z zużytego paliwa odzyskuje się pluton oraz nieznacznie wzbogacony uran, który można wykorzystywać ponownie jako paliwo w reaktorach nie wymagających uranu wzbogaconego.

Wykorzystanie energii jądrowej

Reakcja rozszczepienia ciężkich jąder może być kontrolowana i jest to wykorzystywane w reaktorach jądrowych (znajdujących się w elektrowniach jądrowych). Najczęściej stosowanym surowcem jest uran-235. Wytwarzana w ten sposób energia wewnętrzna jest używana do napędzania turbin generatorów elektrycznych. W 2013 około 4,5% energii zużywanej przez ludzkość, w tym prawie 11,5% energii elektrycznej było produkowanej z energii jąder atomowych. W 2014 we Francji około 75% energii elektrycznej dostarczała energetyka jądrowa (w Stanach Zjednoczonych było to około 19%).

Energia jądrowa stosowana jest również do napędzania okrętów podwodnych i lotniskowców. Służy ona też do zasilania aparatury pomiarowej sond kosmicznych (szczególnie tych, które penetrują peryferyjne obszary Układu Słonecznego).

Od lat pięćdziesiątych XX wieku trwają prace nad kontrolowanym prowadzeniem reakcji fuzji lekkich jąder atomowych. Mimo wielu prób do tej pory nie udało się zbudować instalacji pozwalającej uzyskiwać użyteczną energię w sposób ciągły i stabilny.

Zalety energetyki jądrowe:

- skoncentrowane źródło energii,

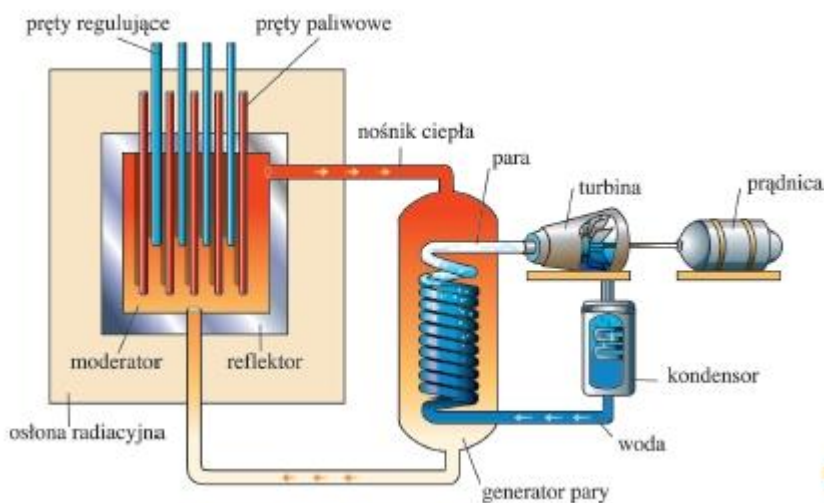
- nie produkuje dwutlenku węgla,
- nie zależy od warunków atmosferycznych,
- ilość energii produkowanej można łatwo regulować i dostosować do potrzeb,
- ilość potrzebnego paliwa uranowego jest stosunkowo nieduża, co wpływa na zmniejszenie kosztów transportu i magazynowania,
- długi okres eksploatacji elektrowni jądrowej,
- wystarczające zasoby uranu, aby pokryć zapotrzebowanie energetyczne ludzkości.

Wady energetyki jądrowej:

- wytwarzanie wysokoradioaktywnych i niskoradioaktywnych opadów (duże koszty utylizacji odpadów, możliwość skażenia wód, powietrza i gleb znajdujących się w rejonie składowania odpadów),
- wysokie koszty budowy i zamknięcia elektrowni jądrowych,
- bezpieczeństwo pracy elektrowni jądrowych (możliwość wystąpienia awarii i wycieku radioaktywnych strumieni wody i gazu podczas pracy reaktorów),
- konieczność prowadzenia monitoringu radiologicznego,
- możliwość skażenia radioaktywnego w przypadku awarii reaktora.

Reaktor jądrowy i jego budowa

Reaktor jądrowy – urządzenie, w którym przeprowadza się z kontrolowaną szybkością reakcje jądrowe; na obecnym etapie rozwoju nauki i techniki są to przede wszystkim reakcje rozszczepienia jąder atomowych.



Typowy reaktor jądrowy zbudowany jest z trzech podstawowych elementów – rdzenia, reflektora neutronów i osłon biologicznych. W rdzeniu znajdują się pręty – paliwowe, regulacyjne i bezpieczeństwa. Oprócz tego wewnątrz jest moderator, kanały chłodzenia i kanały badawcze. Źródło energii dla reaktora stanowią wspomniane wcześniej pręty paliwowe, które zawierają paliwo jądrowe w postaci fizykochemicznej, wzbogacone w stopniu dostosowanym do konstrukcji danego reaktora jądrowego. Zadaniem moderatora jest zmniejszanie energii neutronów, produkowanych podczas rozszczepiania. Zbudowany jest z materiałów, które mają wysoką liczbę atomów i małą liczbę porządkową. Pręty regulacyjne oraz bezpieczeństwa są wykonane z substancji pochłaniających neutrony, takich jak kadm lub bor. Te pierwsze służą do

precyzyjnej zmiany strumienia neutronów, natomiast zadaniem drugich jest całkowite przerwanie reakcji łańcuchowej, gdy wystąpi sytuacja awaryjna. Oba typy prętów są stopniowo wysuwane i wsuwane do rdzenia w zależności od potrzeb. Kanały chłodzące, jak sama nazwa wskazuje, służą jako droga dla chłodziwa, którym może być woda, azot, ciekły sód, a nawet zwyczajne powietrze. Substancje te określamy chłodziwem pierwszego obiegu. Kanały badawcze są niezbędne do kontroli wykonywania naświetlań oraz kontroli poziomu strumienia neutronów.

Bomba Jądrowa

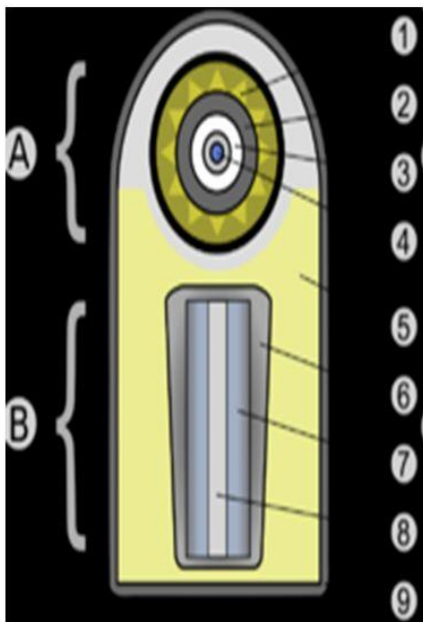
Bomba jądrowa czerpie swoją energię z reakcji rozszczepienia ciężkich jąder atomowych (np. uranu lub plutonu) na lżejsze pod wpływem bombardowania neutronami. Rozpadające się jądra emitują kolejne neutrony, które bombardują inne jądra, wywołując reakcję łańcuchową. Zasada działania bomby atomowej polega na wytworzeniu/przekroczeniu w jak najkrótszym czasie masy krytycznej ładunku jądrowego. Przekroczenie masy krytycznej zazwyczaj uzyskuje się na jeden z dwóch sposobów: poprzez połączenie kilku porcji materiału rozszczepialnego (tzw. *metoda działa*) lub zapadnięcie materiału uformowanego w powłokę (tzw. *metoda implozyjna*). Wytworzenie masy krytycznej musi odbyć się szybko, by reakcja nie została przerwana już w początkowej fazie w wyniku przedwczesnego rozproszenia materiału rozszczepialnego, dlatego do ww. połączenia w metodzie działa lub „zgniatania” w metodzie implozyjnej używa się konwencjonalnego materiału wybuchowego. Reakcja łańcuchowa wydziela ogromną ilość energii. Wysoka temperatura i energia produktów rozpadu powodują błyskawiczne rozproszenie pozostałej, „nieprzereagowanej” części materiału rozszczepialnego i przerwanie reakcji łańcuchowej. Jako ładunku nuklearnego przy *metodzie działa* używa się uranu-235, zaś przy *metodzie implozyjnej* – plutonu-239.

Bomba Wodorowa

Zasada działania **bomby wodorowej** opiera się na wykorzystaniu reakcji termojądrowej, czyli łączenia się lekkich jąder atomowych (np. wodoru lub helu) w cięższe, czemu towarzyszy wydzielanie ogromnej ilości energii.

Ponieważ rozpoczęcie i utrzymanie fuzji wymaga bardzo wysokiej temperatury, bomba wodorowa zawiera ładunek rozszczepialny (pierwszy stopień), którego detonacja inicjuje fuzję w ładunku drugiego stopnia. Ciśnienie uzyskane z pierwszego stopnia kompresuje drugi stopień, otoczony płaszczem ze zubożonego uranu. Jednocześnie zawarty wewnątrz rdzeń ze wzbogaconego uranu w wyniku implozji osiąga masę krytyczną i staje się bardzo silnym źródłem neutronów. W tych warunkach w wodorowo-helowym paliwie rozpoczyna się niezwykle szybki i gwałtowny proces fuzji jąder, dzięki czemu w bardzo krótkim czasie emitowana jest energia wielokrotnie przekraczająca tę uzyskaną z pierwszego stopnia.

BUDOWA BOMBY WODOROWEJ



Schemat budowy ładunku termojądrowego

A - Stopień rozszczepienia (ładunek pierwotny)

B - Stopień fuzji (ładunek właściwy (wtórny))

1 - chemiczny materiał wybuchowy

2 - osłona z uranu-238

3 - próżnia

4 - pluton lub uran zawierający tryt w stanie gazowym

5 - styropian

6 - osłona uranu-238

7 - [deuterok litu-6](#) (paliwo fuzji)

8 - pluton

9 - reflektor