

Korištenje atomske energije za pogon brodova

Ivo Šlaus - Zagreb

Prošlo je prilično vremena od onog historijskog trenutka, kada je američka podmornica »Nautilus« porinuta u more i kada je signalizirala da plovi poristeći atomsku energiju. Danas ona nije jedina atomska podmornica. U Sjedinjenim Američkim državama izgrađen je i njen brat »Sea Wolf« — Morski vuk. Američke pomorske snage predvidele su izgradnju još pet do šest takih »atomskih« podmornica. I Velika Britanija, a vjerojatno i SSSR izgrađuju svoje atomske podmornice.

Korištenje atomske, točnije nuklearne energije, za pogon raznih prevoznih sredstava: brodova, podmornica, aviona, lokomotiva i t. d., od ogromnog je značaja. Poznato je, naime, da jedan kilogram urana daje upravo toliko energije koliko i 2500 tona ugljena. Kakav je to proces prilikom kojega se oslobađa tako velika energija?

Tridesetih godina našega stoljeća talijanski fizičar Enrico Fermi bombardirajući uran sporim neutronima opazio je niz radioaktivnih raspadanja. U prvi mah on je pomislio da je otkrio transura-

ne, t. j. kemijske elemente sa rednim brojem većim od onog urana. Radovi Hahna, Strassmanna, Irene i Fredericka Curie-Joliot, te Lise Meitner i O. Frischa utvrdili su, da Fermi nije otkrio transurane, već da je sporim neutronima izazvao cijepanje uranove jezgre na dva podjednaka dijela. Fizičari ovakav proces nazivaju fisija jezgre. Teoretsko objašnjenje ovog fenomena dali su Bohr, Wheeler i ruski fizičar Frenkel. Fermi, koji je baš u to doba dobio Nobelovu nagradu za svoja istraživanja sa neutronima, napustio je Italiju gdje se raširio fašistički teror i otišao je u SAD. Tu je on nastavio svoj rad na fisiji i utvrdio je da se prilikom cijepanja jezgre oslobađa pored velike energije i nekoliko sporih neutrona. On je prvi došao na ideju, da tu činjenicu iskoristi kao osnov jedne lančane reakcije. Cim se neki određeni broj uranovih jezgri izvrgne bombardiranju sa sporim neutronima, one će se rascijepiti, ali će istodobno dati i mnoštvo neutrona, koji dalje mogu poslužiti zato da se i druge jezgre rascijepu. Da bi se ovakva lančana reakcija sama od sebe održavala između ostalog je nužno da raspoložemo sa dovoljno velikim komadom urana, jer je inače omjer onih neutrona, koji beskorisno odlaze u slobodni prostor, prema broju ukupno oslobođenih neutrona tokom fisije premalen i lančana reakcija trne. Zašto je potrebna lančana reakcija? Odgovor je vrlo jednostavan. Premda se prilikom cijepanja jedne uranove jezgre oslobađa energija koja je za pojave u mikrokozmu ogromna, ta energija je jako malena, ako je mjerimo našim običnim mjerilom, n. pr. ako je izrazimo u ergima. Ta energija iznosi svega nešto više od deset tisućeg dijela jednog erga. Tek kada se raspadnu sve jezgre jednog grama ili čak jednog kilograma urana, ima $6 \cdot 10^{20}$ (t. j. broj sa dvadeset i šest ništica) atomskih jezgara, onda dobijamo ogromnu energiju od 23 miliona kilovat sata.

Još je jedno pitanje zanimljivo! Da li i brzi i spori neutroni podjednako efikasno cijepaju jezgre? Odgovor nije tako jednostavan. Najprije se moramo sjetiti činjenice da se obični, prirodni uran sastoji od nekoliko izotopa, od kojih su najvažniji uran — 235 i uran — 238. Uran — 235 mogu rascijepiti i spori i brzi neutroni, ni izazvati fisiju urana — 235 mnogo je veća od vjerovatnosti da će brzi neutroni to isto učiniti. Naprotiv, cijepanje urana — 238 mogu izazvati samo brzi neutroni. Nažalost u prirodnom uranu ima jako malo urana — 235, manje od 1%. Stoga je bilo neobično važno otkriće da se uran — 238 može u specijalnim uređajima t. zv. reaktorima-odgajivačima ili breederima pretvoriti u plutonij — 239, koji se isto kao i uran — 235 može cijepati pod utjecajem sporim neutrona. Uran — 238 zove se zato plodonosni materijal. Slična svojstva ima i izotop torijuma — 232, koji se konačno pretvara u Uran — 233, koji opet može poslužiti kao »nuklearno gorivo«.

Mnogi su se fizičari bojali da će jednom započeta lančana reakcija nastaviti da se neobuzdano širi, drugim riječima, bojali su se da će proces oslobađanja energije poslati nekontroliran. Nuklearna fisija dozvoljava vrlo prikladan način

kontrole. Smanjujući pomoću materijala pogodnih za apsorpciju, omjer broja neutrona, koji mogu izazvati fisiju prema ukupnom broju neutrona oslobođenih u toku jedne generacije, može se lančana reakcija posve zaustaviti. Danas znamo za nekontrolirano oslobođenje atomske energije — atomsku bombu i za kontrolirano, a ono se vrši u uređajima poznatim pod nazivom reaktori. Osnovni princip reaktora je vrlo dobro poznat. Onjemu se tako mnogo piše u našoj dnevnoj i stručnoj štampi, pa ću se ja ograničiti samo na neke napomene. U suštini je nuklearni reaktor neka vrsta peći, u kojoj se stvara toplina iz energije koja se oslobađa u toku fisije. Ova toplina može poslužiti za zagrijavanje neke tekućine ili nekog plina, a oni se upotrebe za proizvodnju snage uz pomoć neke mašine, n. pr. turbine. Kroz sam reaktor cirkulira neko sredstvo za hlađenje, koje uklanja toplinu »nuklearnog goriva«, a onda odlazi u neki apsorber topline, gdje svoju toplinu prenosi na neku lakše isparljivu tekućinu, n. pr. vodu.

Premda je princip reaktora jako jednostavan u praksi se javljaju mnogi problemi. N. pr. kakvo sredstvo uzeti za hlađenje. Voda nije zgodna, jer vodik lako apsorbera neutrone, a osim toga bi se morala upotrebljavati pod jako visokim pritiskom. Organske tekućine uopće nisu pogodno, a živa koja na prvi pogled izgleda odlična ne odgovara radi velike apsorpcije neutrona. Nije, međutim, potrebno da se na ovome zadržavamo. Spomenimo jedino da su ovaj i niz drugih problema u vezi sa radom reaktora stručnjaci uspješno riješili.

Treba uvijek imati na umu da su neutroni gamma-zrake i ostalo radioaktivno zračenje, koje prati oslobađanje energije u reaktoru, vrlo opasno za osoblje, koje tu radi. Od alfa-zraka koje su najmanje prodorne možemo se zaštititi običnim gumenim rukavicama. Naša odjeća je potpuno dovoljna da nas od njih očuva, samo moramo paziti da hranom ili disanjem ne unesemo u svoje tijelo kakvu afila-radioaktivnu tvar. Od beta-zraka može nas lako obraniti zastor od aluminijuma. Na put gama zraka najbolje je staviti olovne ploče. Da bi se zaštitili od neutrona moramo se poslužiti betonskim zaklonima i to moramo koristiti specijalnu vrst betona, gdje su običnom betonu dodane znatne količine gvozdene rudače n. pr. limonit ili magnetit. Često se ubacuju mali komadići čelika. Ovo služi zato da bi se apsorbirale gama zrake, koje prate zarobljavanje neutrona.

Ovi zakloni su ujedno i najveći problem za inženjere i konstruktore, koji prilaze gradnji prevoznih sredstava na atomski pogon. To je za sada skoro nerješivi problem, kada se radi o malim prevoznim sredstvima, kao što je automobil.

Mnogo jednostavnije je riješiti problem primjene atomske energije za pogon brodova i podmornica.

Od kakvog je značaja korištenje energije atomske jezgre za pogon brodova i drugih prevoznih sredstava?

U prvom redu ne smijemo zaboraviti da su rezerve ugljena i nafte u svijetu ograničene, da

neke zámle, n. pr. Engleska sa tim rezervama jako loše stoje i da se moraju pobrinuti za neke nove izvore energije, koji će im omogućiti da imaju jaku mornaricu i da se i dalje nesmetano odvijaju njihov privredni život i napredak.

Osim toga od sada je trebalo prilikom dugih putovanja voditi računa o tome može li se negdje usput brod ili avion ili podmornica snabdjeti gorivom. Danas, bar za ne jako duga putovanja, taj problem više ne postoji. Relativno malena količina urana potpuno je dovoljna da omogućí vanredno duga putovanja. Akcioni radius se primjenom nuklearne energije upravo fantastično povećao.

Led je probijen. Prevozno sredstvo, koje upotrebljava novo »gorivo« uran, danas je stvarnost. Nažalost, prvi korak napravljen u tom smjeru bio je namijenjen u ratne svrhe.

Nedavno je predsjednik Eisenhower istaknuo da će SAD u okviru korištenja atomske energije u miroljubive svrhe, započeti izgradnju trgovačkih brodova na atomski pogon. Reator za taj brod napraviti će Westinghouse kompanija. Unatoč vrlo intenzivnom radu američkih stručnjaka i inženjera, nema nade da će taj prvi američki atomski brod biti završen tokom ove ili slijedeće godine. Stručnjaci vjeruju da će koncem 1957. g. ovaj brod biti porinut u more. Inženjeri iz Westinghouse kompanije izražavaju bojazan da će

troškovi za gradnju ovih atomskih brodova biti za sada znatno veći od onih za gradnju običnih brodova. Predviđa se da će se atomska prevozna sredstva što se čisto komercijalnog efekta tiče, moći takmičiti sa »starim« brodovima tek za nekih deset do petnaest godina.

Amerikanci se bave mislju da izgrade i putnički »atomski« brod. Konstruktori su već završili planove i predviđaju da će brzina ovog broda biti tri puta veća od one kojom plove preko-oceanski brodovi. Ovaj podatak moramo uzeti sa rezervom, jer je poznato da se očekivalo da će »Nautilus« ploviti sa ogromnom brzinom, a ide, bar koliko mi znamo, svega deset čvorova brže od obične podmornice. Ta brzina je bez sumnje velika, ali nije ni izdaleka jednaka dvostrukoj »neatomskoj« brzini.

Poseban problem, pred kojim se sada nalaze ministarstva pomorstva i razne trgovačko-pomorske kompanije, je naobrazba kadra, koji će rukovoditi brodovima i podmornicama na atomski pogon.

Norveška je oduvijek igrala važnu ulogu u pomorstvu. I ovooga puta su njeni stručnjaci među prvima prišli izgradnji »atomskih« brodova. Istaknuti fizičar Gunnar Randers radi na reatoru, koji će služiti kao prototip reaktora za pogon brodova. Vjeruje se da će norveški brod na atomski pogon biti porinut u more tokom 1957. g.