

Jaderná energetika (JE)

Pavel Zácha

2014-04

Netradiční jaderné aplikace

Pohony

- tanky
- letadla
- ponorky
- ledoborce, letadlové lodě a raketové křižníky

Mírové využití

- odsolování mořské vody
- mobilní elektrárny
- těžba ropy

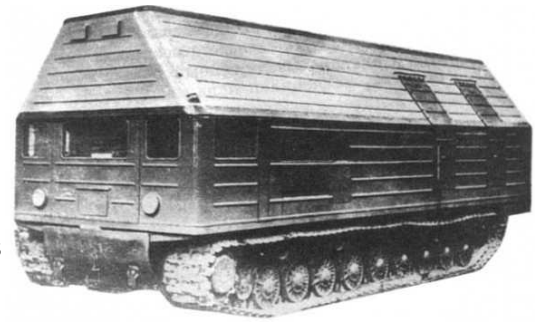
Jaderné tanky...?

USA:

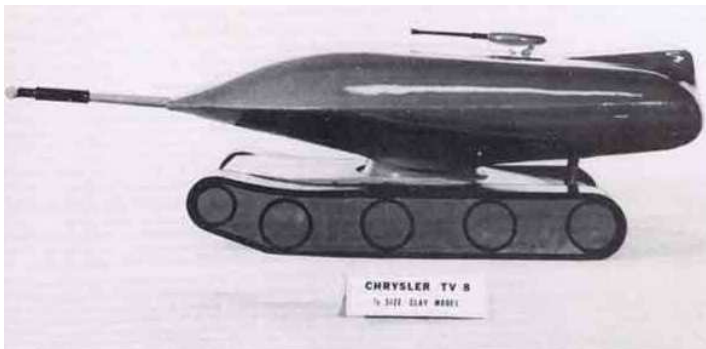
1954 - první působivý model tanku s označením TV-1;
chlazení vzduchem, dvouokruhový
1955 - koncept tanku Chrysler TV-8; PWR

SSSR:

50. léta - malé pojízdné elektrárny TES-3, 1,5MWe; pokus
umístit na podvozky tanků T-10



Tank TES-3



Koncept tanku Chrysler TV-8

Letadla na jaderný pohon

USA:

v 50 letech měly balistické střely stále krátký dolet
- projekt Pluto (USA) – cíl: vyvinout letadlo s doletem týdnů až měsíců
- vyrobeny 2 (částečně funkční) vzduchově chlazené reaktory/letecké motory
- vývoj ukončen 1963

SSSR:

- upravený Tupolev Tu-95M , nazvaný Tu119



Convair X-6 (NB-36H)



Jaderné ponorky

USA:

1954: 1. jaderná ponorka - Nautilus

- 1. plavidlo, jež dokončilo podmořskou plavbu pod Severním pólem (3.8. 1958)
- poprvé využito Zirkonu jako povlakového materiálu
- zirkon později nahradil u PWR austenitickou nerezovou ocel se špatnou odolností proti korozi



SSSR:

1958: K-3 – 1. sovětská jaderná ponorka



Vzhled surového zirkonia (převzato z Wikipedie)

Jaderné ponorky

Původní diesel-elektrická konstrukce ponorek

- těžké akumulátory
- dobíjení akumulátoru pístovými spalovacími motory (nutnost vynoření pro přívod vzduchu, později šnorkl)
- malý výkon a menší akční rádius (desítky tisíc km)

Výhody jaderného pohonu

- odstranila většinu nevýhod ponorky dieslo-elektrické konstrukce
- bez nutnosti vynořování – takřka neomezeně dlouhé setrvání pod hladinou
- velký výkon k dosažení vysoké rychlosti pod vodou (max. až 80km/h)
- vsázka paliva na několik let provozu – obrovský akční rádius (stovky tisíc km)
- => s výzbrojí balistických raket se ponorky staly hlavním článkem jaderného odstrašování
- => 1 ponorka dokáže zničit desítky strategických cílů kdekoli na Zemi
- => vylučuje možnost úspěšného preventivního úderu

Jaderné ponorky

Popis jaderného reaktoru

- tlakovodní reaktory (typ VVER/PWR)

- oproti grafitovým reaktorům mají malé rozměry a váhu, vysoká mobilita;
- tlak I.O. ~ 20 MPa, teplota I.O. $\sim 300^\circ\text{C}$, II.O. $\sim 250^\circ\text{C}$,
- na základě zkušeností z provozu zahájena výstavba i energetických bloků

- reaktory chlazené tekutým kovem

- nosičem je směs Pb-Bi
- zkušenosti 70 reaktorů (10 let provozu)
- výrazně nižší tlak v I.O. (~ 2 MPa)
- vyšší kompaktnost
- vyšší tlak v II.O. zvyšuje bezpečnost
- nutnost udržovat směs v tekutém stavu
- vyšší jaderná bezpečnost



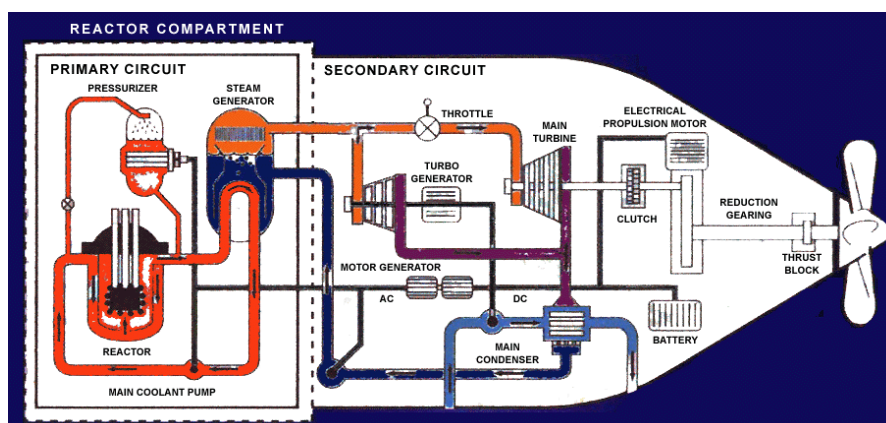
Jaderné ponorky

Vývoj jaderných bloků

- shodují se s generacemi ponorek – jejich vývoj šel společně s ponorkami

- s generacemi ponorek se vylepšovaly i jaderné bloky:

- snižování prostorové a váhové náročnosti (zkracování potrubí, zmenšování komponent)
- zvyšování jaderné bezpečnosti spolehlivosti zařízení a odolnosti bezp. bariér
- vylepšování i v reakci na vzniklé havárie spojené s únikem radioaktivity
- zvyšování výkonu, účinnosti
- snaha o integrální provedení (nemožnost výměny – nutná vysoká spolehlivost)



Jaderné ponorky

Konstrukce

- dvouplášťové provedení

- vnější ocelový plášť tvarován pro dosažení vysoké podhladinové rychlosti
- vnitřní tlakový ocelový trup zajišťuje bezpečný ponor do vysokých hloubek

- dělení ponorky do úseků (typické pro sovětské ponorky):

- úsek s torpédometry, torpédy a lůžky posádky
- akumulátorovna, prostory posádky a jídelna
- řídicí centrum
- úsek zahrnující pomocné systémy a diesel-generátor
- reaktor
- turbíny
- elektrotechnické a řídicí centrum reaktorů
- pomocné vybavení
- systémy řízení a prostory posádky



Jaderné ponorky



Jaderné lodě

Letadlové lodě (USA), ledoborce a raketové křižníky (Rusko)

- konstrukce jaderného zařízení téměř shodná s řešením v jad. Ponorkách
 - + větší rozměrové a váhové možnosti (menší kompaktnost)
- 1961: USS Enterprise nejstarší letadlová loď s jad. pohonem
 - pohon 8 reaktorů, 200 MW
 - použita při útoku na Viet Cong



*Těžký raketový křižník
"Petr Veliký"*

Ledoborec „Lenin“



Mírové využití

Reaktory z ponorek pro mírovou energetiku

- zkušenosti s provozem JEZ na jad. ponorkách a ledoborcích (6000 reaktorroků)
- vznik jaderných zdrojů v odlehlých oblastech (Severodvinsk – Bílé moře, 2010?)
- výkon 200-800MWe
- automatický a bezúdržbový systém
- výměna paliva ve spec. závodě (kampaň 5-6 let)

Těžba surovin

- projekt elektrárny se 2 těžkovodními reaktory (Kanada, 2016?)
- kombinovaná výroba el. energie a těžby surovin uložených v dehtových píscích

Odsolování mořské vody

- rychlý jad. reaktor BN350, 150 MWe (Kaspické moře)
- produkce 120.000t destilované vody/den
- v provozu 1973-1999



Netradiční jaderné aplikace

výstupy z kapitoly

Jaderné pohony

- které se uplatnily v praxi a které ne?
- kam sahá historie jaderných ponorek, výhody oproti dřívější koncepci ponorek
- základní parametry pohonů ponorek a lodí

Mírové využití

- již aplikované systémy
- možnosti blízké budoucnosti