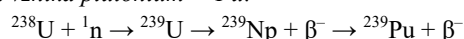


Od několika atomů k atomové pumě

Když byl v roce 1940 objeven první z transuranů, dostal název neptunium podle planety nacházející se ve sluneční soustavě za Uranem. Bylo proto nasnadě, že prvek s atomovým číslem 94 připravený v roce 1941 nezávisle dvěma vědeckými týmy v USA v Berkeley a ve Velké Británii v Cambridgi bude pojmenován podle další planety (tehdy ještě uznávané) jako plutonium. Plutonium bylo připraveno z uranu ^{238}U ozařováním neutrony, přičemž jádro ^{238}U reaguje s neutronem za vzniku isotopu uranu ^{239}U , který je značně nestabilní a rozpadem β^- se rychle přeměňuje na neptunium ^{239}Np , z něhož dalším β^- rozpadem vzniká plutonium ^{239}Pu :



První važitelné množství (2,77 μg) čistého PuO_2 bylo v Berkeley získáno o rok později. Vzhledem k tomuto sotva viditelnému vzorku je pozoruhodné, že již o tři roky později bylo v americkém Los Alamos k dispozici kovové plutonium v mnohakilogramovém množství. K takovému vědeckému a technologickému vzepětí musel přispět významný stimul. Tím bylo úsilí předstihnout hitlerovské Německo v konstrukci atomové zbraně.

I přes dřívější varování od řady významných vědců (včetně Alberta Einsteina) se rozhodl prezident USA Franklin D. Roosevelt účinně reagovat na hrozbu německého jaderného programu až v roce 1942, kdy USA již byly s Německem ve válečném stavu. Byly uvolněny velké finanční prostředky na projekt Manhattan, jehož cílem byla konstrukce atomové pumy. Centrem projektu se stal nově budovaný vědecký komplex v Los Alamos v Novém Mexiku, k němuž později přibýly technologické komplexy v Oak Ridge (ve státě Tennessee) a Hanfordu (ve státě Washington). Vědeckým šéfem projektu se stal Robert Oppenheimer. V Los Alamos se podařilo soustředit skupinu vynikajících fyziků, chemiků a matematiků své doby, včetně řady nositelů Nobelových cen, z nichž mnozí museli opustit Evropu po nástupu nacismu. Proto také vědci pracovali na bombě s mimořádným úsilím, aby dohnali předpokládaný náskok Německa. Byly oprávněné obavy, že tým Wernera Heisenberga se tomuto úkolu věnuje již dva roky. Přes splnění řady postupných cílů se však situace v Los Alamos nevyvíjela příznivě. Bylo známo, že pro štěpnou řetězovou reakci se hodí pouze isotope ^{235}U , přičemž v přírodním uranu pouze jeden ze 140 atomů je tento nuklid. Všechny metody jeho separace potřebovaly mnohonásobné opakování dělicího postupu, a proto se potřebný štěpný materiál získával nesmírně pomalu. V Oak Ridge kvůli tomu na ploše 230 km^2 vyrostl obrovitý tovární komplex. Oppenheimerovy výpočty ukázaly, že i tak bude materiál na jedinou uranovou bombu připraven až během několika let.

Slibnější se proto zdálo využití plutonia, protože už brzy po jeho objevu bylo známo, že podobnou řetězovou štěpnou reakci jako u jádra ^{235}U lze provést s jádrem ^{239}Pu .

Pro výrobu plutonia bylo potřeba mít jaderný reaktor jako zdroj neutronů. První pokusný Fermiho reaktor se podařilo spustit na podzim roku 1942 a už od roku 1943 v Hanfordu bylo postupně zprovozněno několik produkčních reaktorů. Stupeň konverze ^{238}U na ^{239}Pu byl velmi nízký a děj byl komplikován mnoha dalšími reakcemi, takže v získaném vysoce radioaktivním a toxickém materiálu bylo plutonium zastoupeno pouze v setinách procenta. Bylo nutno vyřešit chemické problémy jeho izolace a zkonstruovat soubor dálkově ovládaných separačních zařízení. Osvědčil se postup nazvaný „Bismuth Phosphate Process“, který využíval schopnost plutonia přecházet mezi oxidačními stavy Pu^{IV} a Pu^{VI} , přičemž pouze soli Pu^{IV} se srážejí s fosforečnanem bismutitým. Sledem mnohonásobného srážení prokládaného oxidačně-redukčními reakcemi bylo možno dosáhnout potřebného vysokého obohacení. Ovšem takto získané plutonium obsahovalo kromě isotopu ^{239}Pu i isotope ^{240}Pu , což působilo vážný problém, neboť pro tento materiál se nedala použít konstrukce bomby vyvinutá pro bombu uranovou. U jaderné nálože z isotopu ^{235}U bylo kritické množství rozděleno na dvě poloviny a ty musely být k sobě klasickou výbušninou „přistřeleny“, aby nedošlo vlivem vývoje tepla a tlaku uvolňovaných neutronů z počínající řetězové reakce k jejich předčasnému oddělení. Tento způsob z důvodu vysoce reaktivních jader ^{240}Pu pro plutoniovou bombu nestačil. Zdálo se, že tím se plutoniová část projektu dostala do slepé uličky. Až po angažování dalších vědců byl navržen princip implozní bomby, podle kterého se podkritické množství plutonia ve tvaru koule mělo stlačit do nadkritického stavu výbuchem přesně kulově symetricky uložených dvousložkových klasických náloží.

Implozní iniciaci bylo nutné vyzkoušet. Zkušební test byl nazván Trinity a byl spuštěn 16. července 1945 v Novém Mexiku. Bomba obsahovala plutoniovou kouli o váze přibližně 6 kg. Síla výbuchu, později odhadnutá na ekvivalent 20 kt TNT, předčila všechna očekávání a vojenské vedení projektu bylo nadšeno. Robert Oppenheimer byl účinky zdrcen a následně prohlásil, že svět už nikdy nebude jako dřív. Mohutné ničivé účinky bomby řadu vědců vyděsily a ti se snažili ovlivnit nového amerického prezidenta Harryho S. Trumana, aby bombu ve válce s Japonskem nepoužil a pouze demonstroval její obrovský ničivý efekt. Tento apel se však k Trumanovi nedostal. K vojenskému použití byly připraveny dvě bomby. Uranová bomba byla tzv. střelového typu a pro štíhlý tvar byla nazvána „Chlapeček“ (Little Boy), plutoniová bomba implozního typu měla pro své kulové jádro zavalitý vzhled a dostala název „Tlouštík“ (Fat Man). Japonské císařství nepřistoupilo na podmínky kapitulace navržené na postupimské konferenci, a tak byly o několik týdnů později bomby použity – „Chlapeček“ byl svržen 6. srpna 1945 na Hirošimu

a „Tloušťák“ 9. srpna 1945 na Nagasaki. Vojenský cíl bomby splnily – o měsíc později Japonsko kapitulovalo. Obě atomové pumy zabily okamžitě asi 130 000 lidí, ještě více jich pak umíralo na následky výbuchu v dalších letech a postiženy byly i další generace.

Získáním atomové zbraně si v roce 1945 Spojené státy zajistily rozhodnou vojenskou převahu. Prezident Truman ihned po úspěšném pokusném výbuchu Trinity „za tepla“ na postupimské konferenci informoval Stalina, že má k dispozici zbraň nesmírné ničivé síly. Ale netušil, že takřka ve stejné době Klaus Fuchs, původem Němec s britským občanstvím a s komunistickými názory, který se dostal mezi nejzasvěcenější vědce v programu Manhattan, předal podrobné plány atomové bomby sovětské straně. Americký atomový monopol proto netrval dlouho, již roku 1949 zís-

kal atomovou zbraň i Sovětský svaz a následně se rozpoutalo nesmírné jaderné zbrojení. V období studené války byl svět několikrát na prahu jaderného konfliktu. V současné době vlastní atomové zbraně oficiálně devět států (USA, Rusko, Velká Británie, Francie, Čína, Indie, Izrael, Pákistán a Severní Korea), přičemž jen prvních pět států patří mezi signatáře Smlouvy o nešíření jaderných zbraní. Řada dalších států hlavně třetího světa o jaderné zbraně usiluje a kontrola jejich jaderného průmyslu je stále problematictější. Ať považujeme za počátek atomového věku zkoušku Trinity, nebo první válečné použití atomové zbraně, obojí v létě 1945, znamená to, že náš svět se nachází v nebezpečí jaderné apokalypsy právě teď už dlouhých 75 let.

Petr Holý