ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260515

(11) (B1)

(51) Int. Cl.[4]
G 21 F 1/12

(22) Přihlášeno 13 11 86
(21) PV 8215-86.L

(40) Zveřejněno 16 05 88
(45) Vydáno 14 04 89

(75)
Autor vynálezu BROULÍK JAN ing., PRAHA, PIPOTA JIŘÍ ing., KRALUPY nad Vltavou

(54) Moderační a absorpční deska pro neutrony

Vrstvená deska pro zpomalení a záchyt neutronů je vytvořena laminací pryskyřice, naplněné absorbátorem neutronů a skleněnou či kovovou tkaninou. Pro zvýšení odolnosti je možné ji plášťovat korozivzdornou fólií, pro zvýšení zpomalujícího účinku ji lze potahovat neutrony zpomalujícími materiály. Deska má stejný účinek jako ocelové desky s příměsí boru při zmenšené tloušťce a několikrát nižší měrné hmotnosti.

Vynález se týká desky tvořící rozhraní mezi 2 prostředími, ve kterých se vyskytují neutrony, přičemž deska zamezuje nebo snižuje průchod neutronů tímto rozhraním.

V dosud známých a používaných typech těchto desek je využito faktu, že neutrony jsou po zpomalení srážkami s jádry lehkých prvků, jako např. H nebo C, absorbovány jádry některých prvků (např. B nebo Cd). Na tomto principu jsou založeny stínící bloky z polyetylénu s příměsí B, široce využívané ke stínění neutronového záření. Takovéto desky však nemohou být použity např. v prostředí se zvýšenou teplotou.

Známé jsou i způsoby, kdy neutrony absorbující prvek, např. B, je obsažen jako příměs v oceli, ze které se válcují desky. Výroba takovýchto desek je však technologicky náročná a finančně nákladná, navíc jejich účinnost je relativně nízká, neboť množství B, které může ocel obsahovat, se pohybuje maximálně okolo 1 % hmotnostního.

V jiných typech absorpčních desek je absorbátor neutronů nanesen na povrch ocelových desek např. difuzním boridováním v zásypu nebo galvanicky. Nevýhodou těchto desek je rovněž relativně nízký podíl absorbátoru a obtížnost zajistit homogenitu povrchové absorpční vrstvy. Další nevýhodou může být nestálost této povrchové vrstvy při použití desky v korozním prostředí.

Je známo i řešení, kdy je absorbátor neutronů aplikován jako příměs adheziv (na bázi tepelně tvrzených pryskyřic), které slepují dvě ocelové desky. Nevýhodou tohoto řešení je to, že po destrukci adhezní vrstvy zářením (ke které nutně dochází velmi brzo při vysokých dávkových příkonech) se silně naruší homogenita rozložení absorbátoru v ploše.

Výše uvedené nedostatky a nevýhody odstraňuje moderační a absorpční deska podle vynálezu, jehož podstatou je to, že absorpční vrstva je tvořena polymerní matricí s vysokým obsahem inertní sloučeniny absorbátoru, který je v ní homogenně rozptýlen. Absorpční vrstva je ztužena vrstvou nebo vrstvami skleněné tkaniny a celý systém je plášťován např. tenkou nerezavějící fólií. Pryskyřice tvořící polymerní matrici je radiačně tvrditelná a po destrukci gama zářením během provozního užívání z ní zůstane v systému 60 až 65 % hmotnostních původní hmoty. Plášť chrání absorpční vrstvu před mechanickým poškozením a před rozpadem systému po rozkladu adhezní polymerní matrice. Plášť nesmí být hermeticky uzavřen, protože produkty destrukce pryskyřice jsou plynné a musí mít možnost úniku ze systému, jinak dojde k deformaci pláště. Skleněná tkanina pak zajistí nezměněné homogenní rozložení zrn absorbátoru ve vrstvě. K nutnému zpomalování neutronů může docházet v jednom, popř. v obou prostředcích oddělovaných popisovanou deskou, navíc může být deska potažena z jedné nebo z obou stran materiálem, který účinně zpomaluje neutrony a dostatečně odolává gama záření.

Výhodou tohoto řešení je to, že moderační a absorpční deska podle vynálezu může při stejných nebo menších tloušťkách obsahovat větší množství absorbátoru neutronů než dosud známé desky, čímž se dosáhne vyšší účinnosti při současném snížení měrné hmotnosti. Další výhodou je to, že takovouto desku lze použít i v korozních prostředích i v prostředí s vysokou úrovní záření gama, neboť vhodnou volbou a počtem vrstev skleněné tkaniny se zamezí změnám prostorové koncentrace absorbujícího materiálu i při totální radiační destrukci základní pryskyřice.

Moderační a absorpční deska podle vynálezu je ilustrována následujícími dvěma příklady:

P ř í k l a d 1

Polymerní matrici tvoří epoxyakrylát-novolaková pryskyřice A s obsahem 10 až 50 % hmotnostních novolaku, zředěná 10 až 40 % 2-etylhexylakrylátu. Absorbátorem je karbid čtyřboru B_4C o zrnění 0,05 až 0,22 mm. Skleněná tkanina má tloušťku 0,05 mm a hustotu 0,15 mm, její plošná hmotnost je 0,7 g/100 cm^2. Nerezavějící fólii tvoří ocelový nerezový tažený plech o tloušťce 0,15 mm.

Moderační a absorpční deska je vytvořena takto:

15 g pryskyřice A
15 g karbidu čtyřboru

se homogenně smíchá a postupně nanáší na skleněnou tkaninu (130 cm^2 v jedné vrstvě), celkem na šest vrstev. Pak je surový laminát položen na ocelový plech a přikryt druhým kusem plechu a celek je slisován na tloušťku 2,2 mm. Po slisování je deska ozářena ionizujícím zářením dávkou 50 kGy, čímž je polymerní matrice vytvrzena a vytvořena adhezní síla k plášťujícím plechům. Poté jsou okraje pláště zbodovány elektrickým obloukem a tak zajištěny proti deformaci, přičemž mezi místy spojů jsou štěrbiny pro únik plynů z destruované pryskyřice. Takto je získána moderační a absorpční deka o tloušťce 2,25 mm, která je svou absorpční schopností ekvivalentní 8 mm ocelové desky s příměsí boru 1 % hmotnostní a její plošná hmotnost je 3,9 kg/m^2. Desku lze použít ve všech prostředích včetně vodných roztoků kyselin nebo zásad a její vlastnosti nezávisí na teplotě okolí.

P ř í k l a d 2

Polymerní matrici tvoří epoxyakrylát-novolaková pryskyřice A jako v příkladě 1. Absorbátorem je jemně mletý oxid boritý B_2O_3 o zrnění 0,1 až 0,2 mm. Vyztužující skelná tkanina je stejná jako v příkladě 1. Moderační a absorpční deska je vytvořena takto:

70 g pryskyřice A
30 g B_2O_3

se zhomogenizuje a laminováním se vytvoří devítivrstvý laminát o tloušťce 6,5 až 7 mm. Laminát se vytvrdí ozářením urychlenými elektrony o energii 4 MeV dávkou 80 kGy. Získaná vrstva je mírně plastická a odolává teplotám do 125 °C. Vrstva je poté potažena z obou stran parafinem o tloušťce 2 mm. Takto připravená deska je svou absorpční schopností ekvivalentní 3 mm silné ocelové desce s příměsí boru 1 % hmotnostní, její měrná hmotnost je 2,05 g/cm^3. Může být použita v suchém prostředí do teploty 80 °C, nejlépe v tvarujícím obalu (např. jako vložka v kontejneru apod.).

Moderační a absorpční desku podle vynálezu lze použít ke konstrukci obálek palivových kazet jaderných energetických nebo experimentálních reaktorů při jejich tzv. kompaktním skladování nebo k výrobě transportních kontejnerů těchto palivových kazet. Možné je i použití jako filtru k regulaci intenzity neutronových zdrojů.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Moderační a absorpční deska pro zpomalení a záchyt neutronů, vyznačená tím, že je tvořena homogenní směsí syntetické pryskyřice a absorbátoru neutronů a je ztužena vrstvami skleněné nebo kovové tkaniny nebo voštinovými prvky.

2. Moderační a absorpční deska podle bodu 1, vyznačená tím, že její povrch je chráněn korozivzdornou fólií nebo plechem.

3. Moderační a absorpční deska podle bodu 1 nebo 2, vyznačená tím, že její povrch je opatřen vrstvou materiálu zpomalujícího neutrony.

4. Moderační a absorpční deska podle bodů 1 až 3, vyznačená tím, že pryskyřice je vytvrzena ionizujícím zářením.