



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

216 108

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 19/00

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 26 11 80
(21) (PV 8174-80)

(40) Zveřejněno 30 11 81
(45) Vydáno 15 08 84

(75)

Autor vynálezu

LANDSPERSKÝ HANUŠ ing.,
MEDEK JIŘÍ RNDr. CSc., PRAHA

(54)

Způsob stanovení objemové hmotnosti ozářených nebo vyhořelých
jaderných palivových materiálů

Vynález řeší rychlé, jednoduché a přístrojově nenáročné stanovení objemové hmotnosti jaderných palivových materiálů po jejich ozáření nebo po vyhoření tak, aby je bylo možno provádět dálkově ovládaným způsobem a současně zkrácením pracovní doby nutné pro stanovení snížit riziko z ozáření vysoce radioaktivními palivovými materiály. Uvedeného účinku se dosáhne tím, že ozářený nebo vyhořelý jaderný palivový materiál ve formě úlomků, drti nebo jednotlivých částic libovolných rozměrů a tvaru se lisuje ve formě směsi s měkkým práškovým plastem v matrici do tvaru válce. Tlak se volí takový, aby nepřekročil tlak odpovídající mezi pružností zkoušeného materiálu, avšak zároveň takový, aby převýšil transformační tlak plastu, který se takto vtlačí mezi jednotlivé měřené částice zkoumaného vzorku, obklopí je, avšak nevniká do jejich porů a dutin. Z váhy zkoumaného vzorku, určené předem, a z rozměrů a váhy výsledku se určí výpočtem objemová hmotnost zkoumaného vzorku. Navržený postup nalezne uplatnění při výzkumu radiačního chování palivových materiálů zkoumání jejich radiační stability, při studiu bezpečnosti a spolehlivosti palivových materiálů a při diagnostice poruch palivových článků jaderných energetických zařízení.

Vynález se týká stanovení objemové hmotnosti jaderných palivových materiálů, které má význam při sledování změn v palivových článcích, a to jednak v provozní diagnostice, jednak při výzkumných pracích.

Objemová hmotnost ozářených nebo vyhořelých jaderných palivových materiálů je jednou z důležitých veličin, používaných při hodnocení palivových článků buď během radiačního výzkumu nebo přímo při hodnocení vyhořelého paliva. Stanovení této veličiny je velmi problematické, neboť při ozařování, případně při provozu palivového článku v reaktoru dochází k objemovým změnám, které jsou doprovázeny vznikem trhlin v palivovém materiálu a porušením celistvosti palivové náplně elementů. Ve většině případů pak při vyjmutí materiálu z obalu se získá drť větších či menších úlomků nebo částic, u nichž je třeba stanovit jejich objemovou hmotnost jako celků, tj. střední objemovou hmotnost materiálu včetně pórů, dutin, jemných trhlin apod.

Dosavadní praxe stanovení objemové hmotnosti těchto materiálů spočívala v použití klasických metod stanovení hustoty, tj. různých modifikací založených na Archimedově zákoně či metod pyknometrických a kapalinou nebo plynem jako měřicím médiem. Tímto způsobem se vždy vyloučil větší nebo menší podíl porozity a volného objemu v jemných trhlinách a výsledná hodnota hustoty byla vyšší než skutečná účinná objemová hmotnost, vyplývající z pouhých rozměrů částic. Pro exaktní stanovení by sice bylo možno použít stereometrické techniky, avšak měření je velmi pracné a časově náročné.

Použití výše uvedených technik založených na stanovení objemu vytlačené tekutiny je navíc relativně dosti komplikované při práci v horkých komorách s distančním ovládním a je proto vesměs hledána jednoduchá nenáročná metodika, vhodná pro tento způsob práce.

Nedostatky dosavadních metod jsou odstraněny způsobem stanovení objemové hmotnosti ozářených nebo vyhořelých jaderných materiálů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že ozářený nebo vyhořelý jaderný materiál ve formě úlomků drti nebo jednotlivých částic libovolných rozměrů a tvaru se lisuje ve formě směsi s měkkým práškovým plastem tlakem 150 až 500 MPa, načež se ve výlisku tvaru válce stanoví výška a průměr a z těchto hodnot a z váhy výlisku a váhy měřeného vzorku se určí výpočtem objemová hmotnost.

Při lisování za těchto podmínek nastává u "tvrdé" látky pouze pružná deformace, zatímco "měkká" látka při svém plastickém přetvoření se zatlačí do prostorů mezi částicemi "tvrdé" látky a při určitém tlaku tyto prostory prakticky vyplní. Po odlehčení dojde k vypružení obou látek, spojenému se zvětšováním jejich objemu. "Měkká" látka působením adhezních sil lpí na částicích "tvrdé" látky a objem tablety zůstává spojitě vyplněn. Poněvadž pyknometrická látka plní současně funkci pojidla, představuje tableta po vyjmutí z lisovací formy kompaktní těleso, jehož rozměry se dají spolehlivě a přesně proměřit. Jako pyknometrické látky je nejlépe použít středně měkkého plastu, u něhož nastává plastické tečení při tlacích 200 až 300 MPa.

Při stanovení objemové hmotnosti ozářeného palivového materiálu se užívá následujícího postupu. Pyknometrická látka se v práškovém stavu smísí s drtí nebo částicemi ozářeného nebo vyhořelého paliva o známé hmotnosti a vloží do lisovací matrice vhodného průměru. Tlak na píst se vyvine hydraulickým nebo mechanickým lisem. Jako dostupné, komerčně vyráběné a velmi

snadno dálkově ovladatelné lisovací zařízení se osvědčil malý vřetenový lis na přípravu tablet pro spalovací kalorimetrie.

U vylisované látky se ihned stanoví výška a průměr, například jednoduchým metrologickým zařízením, které je základní součástí každé linky, v níž se provádí poradiační výzkum paliv. Po přípravě potřebného množství tablet, ať jednoho nebo více vzorků ozářeného paliva, se tablety zváží a z rozměrů a váhy jednotlivých tablet se stanoví objemová hmotnost palivového materiálu podle vzorce:

$$\bar{d}_v = \frac{m_v \cdot d_s}{V_t \cdot d_s - m_t + m_v},$$

kde m_v je hmotnost vzorku, m_t hmotnost tablety,
 $\bar{d}_v$ a d_s je hustota vzorku a pyknometrické látky a
 V_t je objem tablety.

Popsaná technika vedle jednoduchosti, přístrojové nenáročnosti a rychlosti stanovení má i jiné výhody. Stanovení je možno provést i s relativně malými objemy zkoumané látky okolo 15 až 20 mm³, což představuje např. u kysličníku uraničitého navážku 150 až 200 mg. Proměřovat lze i samotné částice jednotlivě. Po skončení měření je možno palivový materiál z výlisku vypreparovat a podrobit dalšímu výzkumu. Metodu je možno použít i u velmi silně radioaktivních materiálů, až do takových hodnot, kdy ještě nedochází k samovolnému ohřevu materiálu, a k zvýšení teploty nad 30 °C. Radiační stabilita plastu není rozhodující, neboť doba potřebná k vylisování a stanovení rozměrů jednotlivé tablety není delší než 2 až 3 min. i při distančním ovládání. Poté je možno vzorky dostatečně dlouho skladovat, než se zváží.

Příklad 1

Odvážené množství drti ozářeného slinutého kysličníku uraničitého získané rozdrcením tablet kysličníku uraničitého slinutého na hustotu $10,60 \pm 0,05 \text{ Mg/m}^3$ bylo smíšeno s polymerovaným trimetylglycerátem K-3, vsypáno do válcové lisovací matrice o průřezu 2 cm² a slisováno tlakem 350 MPa. Tableta byla ihned vyjmuta z matrice a změřena na 3 různých místech axiálně a na dvou vzájemně kolmých místech radiálně. Po nalisování 5 tablet z téhož zkoumaného vzorku byly tablety zváženy a vypočtena objemová hmotnost, která činila pro jednotlivé stanovení: 10,64, 10,52, 10,57, 10,64, 10,50 Mg/m³, tj. průměrná objemová hmotnost činila $10,57 \pm 0,07 \text{ Mg/m}^3$.

Příklad 2

Jednotlivé zvážené částice ozářeného slinutého kysličníku uraničitého o objemu cca 12 až 20 mm³, připravené rozdrcením ozářených slinutých tablet kysličníku uraničitého o uvedené objemové hmotnosti byly po jedné lisovány s polymerovaným trimetylglycerátem K-3, v matrici o průměru 8 mm. Vylisované tablety byly změřeny mikrometrickým šroubem a zváženy. Stanovovaná objemová hmotnost jednotlivých částic činila: 10,12, 9,92, 9,99, 10,22 10,14 Mg/m³, což je vzhledem k rozměrům částic a rozměrům výlisku ve výborné shodě s hodnotou objemové hmotnosti výchozích tablet. Naproti tomu střední hodnota hustoty drti, stanovená pomocí kapalné pykno-

metrické látky, například xylenu, klasickým postupem trojího vážení s 1/2 hodinovým varem činila $10,44 \text{ Mg/m}^3$ a na tato 3 měření bylo nutno použít celkem asi 30 g vzorku. Hustota určená pomocí vzduchu Beckmanovým pyknometrem činila $10,64 \text{ Mg/m}^3$. Poslední dvě hodnoty hustot svědčí o tom, že tekuté pyknometrické médium proniklo více či méně do otevřeného porézního systému.

Způsob stanovení objemové hmotnosti ozářených nebo vyhořelých jaderných palivových materiálů nalezne uplatnění při výzkumu radiačního chování palivových materiálů, zkoumání jejich radiační odolnosti, při studiu bezpečnosti a spolehlivosti palivových článků a při diagnostice jejich poruch.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob stanovení objemové hmotnosti ozářených nebo vyhořelých palivových materiálů, vyznačený tím, že ozářený nebo vyhořelý jaderný materiál ve formě úlomků, drti nebo jednotlivých částic libovolných rozměrů a tvaru se lisuje ve válcové matici ve směsi s měkkým plastem, např. polymerovaným trimetylglycerátem tlakem 150 až 500 MPa, načež se ve výlisku tvaru válce stanoví výška a průměr a z těchto hodnot a z váhy výlisku a váhy měřeného vzorku se určí výpočtem objemová hmotnost.

O P R A V A

popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 216 108

Int. Cl.³ G 01 N 19/00

V popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 216 108 je chyba
v názvu.

Správně : Způsob stanovení objemové hmotnosti ozářených nebo
vyhořelých jaderných palivových materiálů

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY