



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY

A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214 036

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 23 04 80
(21) PV 2831-80

(51) Int. Cl.³ G 21 C 3/06
// G 21 C 3/12
// G 21 C 5/08
// G 21 C 15/08

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 01 06 84

(75)

Autor vynálezu HEJPLÍK KAREL ing., TŘEMOŠNÁ

(54) Jádru reaktoru se šestihrannými pouzdry palivových svazků

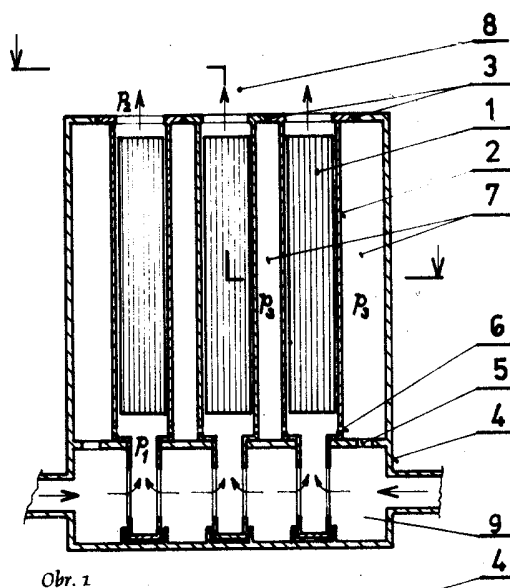
214 036

Snížení napjatosti od vnitřního přetlaku ve stěnách pouzder palivových svazků jaderných reaktorů.

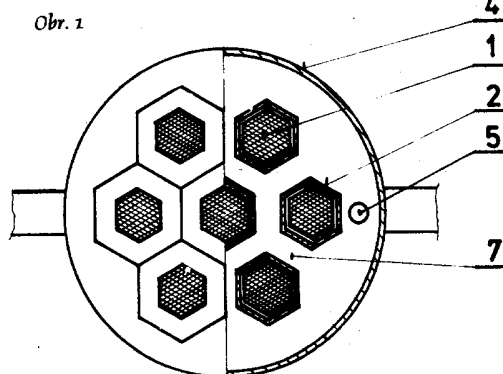
Vynález se týká jaderné techniky, se zvláštním zřetelem k rychlým reaktorům. Vynálezem se řeší problematika zvýšení životnosti palivových svazků rychlých reaktorů. Podstatou vynálezu je nové uspořádání tlakových poměrů v jádře reaktoru za jeho provozu. Vně pouzder palivových svazků se vyvozuje takový tlak, aby potlačil nepříznivé působení vnitřního přetlaku chladiva ve svazcích palivových článků na jejich pouzdru.

Vynálezu může být využito u všech typů rychlých reaktorů, u kterých jsou pouzdra palivových svazků víceúhelníkového průřezu, popř. i u reaktorů tepelných, pokud u nich vzniká podobná problematika.

V přiloženém vyobrazení je vynález charakterizován zejména obr. 1.



Obr. 1



Obr. 2

Vynález se týká problematiky, související s přetlakovým namáháním pouzder palivových svazků jaderných reaktorů.

Až dosud jsou ustavovány tlakové poměry v jaderných reaktorech, zejména pak v rychlých plodivých reaktorech tak, že pouzdra palivových svazků jsou za provozu namáhána, mimo jiné vnitřním přetlakem chladiva. Tento přetlak je proměnlivý v mezích tlakových ztrát, vznikajících průtokem chladiva palivovými svazky. Nejvyšší přetlak na stěny pouzder působí v oblasti před vstupem chladiva do palivových svazků, nejnižší přetlak působí za výstupem chladiva z palivových svazků.

Nevýhodou dosavadního ustavování tlakových poměrů v jádrech reaktorů, zejména v jádrech rychlých reaktorů je, že prostor vně pouzder palivových svazků se spojuje s nízkotlakým prostředím, zpravidla s prostředím na výstupu chladiva z palivových svazků. V plochých stěnách a v rozích pouzder palivových svazků víceúhelníkových - nejčastěji šestiúhelníkových průřezů - pak vznikají nepříznivě vysoká napětí, která v součinnosti s bobtnáním a tečením z ozáření materiálu pouzder způsobují trvalá zvětšení rozměrů pouzder palivových svazků. Dříve, než dojde ke styku stěn sousedících pouzder, musí se taková pouzdra se svými palivovými svazky vyjmout z reaktoru a nahradit novými, i když vlastní palivové články by umožňovaly pokračování v jejich provozu.

Z uvedeného je zřejmé, že pouzdra palivových svazků jsou zpravidla kritickými součástmi, vymezujícími svou životností lhůtu, po kterou lze ponechávat palivo v reaktoru. Hospodárnost provozu reaktoru si žádá co nejdelší prodlevu paliva v činném reaktoru. To však vyžaduje zesilování stěn pouzder palivových svazků a zvětšování mezer mezi sousedícími pouzdry. Tím se ale zvětšuje v jádře reaktoru podíl nežádoucích nepalivových materiálů, projevující se u rychlých plodivých reaktorů poklesem poměru plození nového paliva. Poměr plození je jedním z rozhodujících hledisek pro posuzování provozní užitečnosti rychlých plodivých reaktorů a žádá se, aby byl co nejvyšší.

Tyto nevýhody odstraňuje podstata vynálezu, jež spočívá v tom, že jádro reaktoru se šestihrannými pouzdry palivových svazků, jimiž nuceně protéká chladicí medium, vyznačené tím, že prostor mezi šestihrannými pouzdry palivových svazků a nádobou jádra reaktoru je spojen se zdrojem odlehčovacího tlaku, a dále tím, že zdrojem odlehčovacího tlaku je přívod chladicího media.

Výhody, které tento vynález přináší, spočívají zejména u rychlých plodivých reaktorů v tom, že tlakovým odlehčením stěn pouzder palivových svazků od namáhání jich vnitřním přetlakem je dána možnost používat zmíněná pouzdra s tenčími stěnami. Působením vnějšího tlaku na pouzdra se jim brání ve zvětšování příčných rozměrů vlivem provozních podmínek, což umožňuje zmenšit mezery mezi sousedícími pouzdry. Prostor, získaný ztenčením stěn pouzder a zmenšením mezer mezi pouzdry, je možno zaplnit dalším palivem a tím docílit vyššího energetického výkonu z téhož objemu jádra reaktoru bez zvětšování měrného tepelného zatížení palivových článků. Potlačením namáhání a tím i potlačením deformací pouzder se omezí či odstraní dosavadní charakter pouzder jakožto součástí kritických pro celkovou životnost úplných svazků palivových článků. Pak je možno ponechávat palivo po delší dobu v reaktoru, tím oddálit operace výměny paliva, docílit vyššího vyhoření štěpného paliva a

tak, s přispěním většího nahromadění paliva, zvýšit celkovou hospodárnost palivového cyklu reaktoru. Záměnou nejaderného materiálu v jádře rychlého reaktoru plodivého materiálem štěpným či plodivým zlepši se jaderně-fyzikální charakteristiky takového reaktoru, poskytující pak vyšší poměr plození nového paliva a tím i zkrácení doby zdvojení paliva. Dosud používaná bezešvá šestihránná pouzdra palivových svazků mohou být nahrazena tenkostěnnými pouzdry z plechu, podélně svařovanými.

Výkres představuje zjednodušené vyobrazení skupiny palivových svazků, naznačující jádro rychlého reaktoru, kde prostor vně pouzder palivových svazků je utěsněn vzhledem k prostoru na výstupu chladiwa z palivových svazků. Obr. 1 představuje zmíněné jádro v podélném řezu, obr. 2 - v příčném řezu.

Jak je z obr. 1 a z obr. 2 patrné, sestává jádro reaktoru z jaderně-energetických článků - obvykle ve tvaru prutů - obsahujících jaderné palivo. Uvedené články jsou seskupovány do svazků 1, opatřených pouzdry 2. Úplný svazek palivových článků - úplný palivový svazek - sestává tedy z vlastního svazku palivových článků 1 - z vlastního palivového svazku 1 - a z pouzdra 2 s nátrubky. U rychlých plodivých reaktorů pak jádro sestává z vnitřní, štěpné části, v níž články obsahují štěpné palivo a z vnější, plodivé části, v níž články obsahují plodivé palivo. Plodivá část jádra obklopuje zpravidla ze všech stran štěpnou část jádra, charakterem paliva stejnorodou, nebo tuto štěpnou část jádra svými plodivými svazky prostupuje - u promíšeného jádra rychlého plodivého reaktoru. Úplné palivové svazky 1 v pouzdrech 2 jsou opatřeny těsněním 3 a ustaveny v nádobě 4 jádra reaktoru.

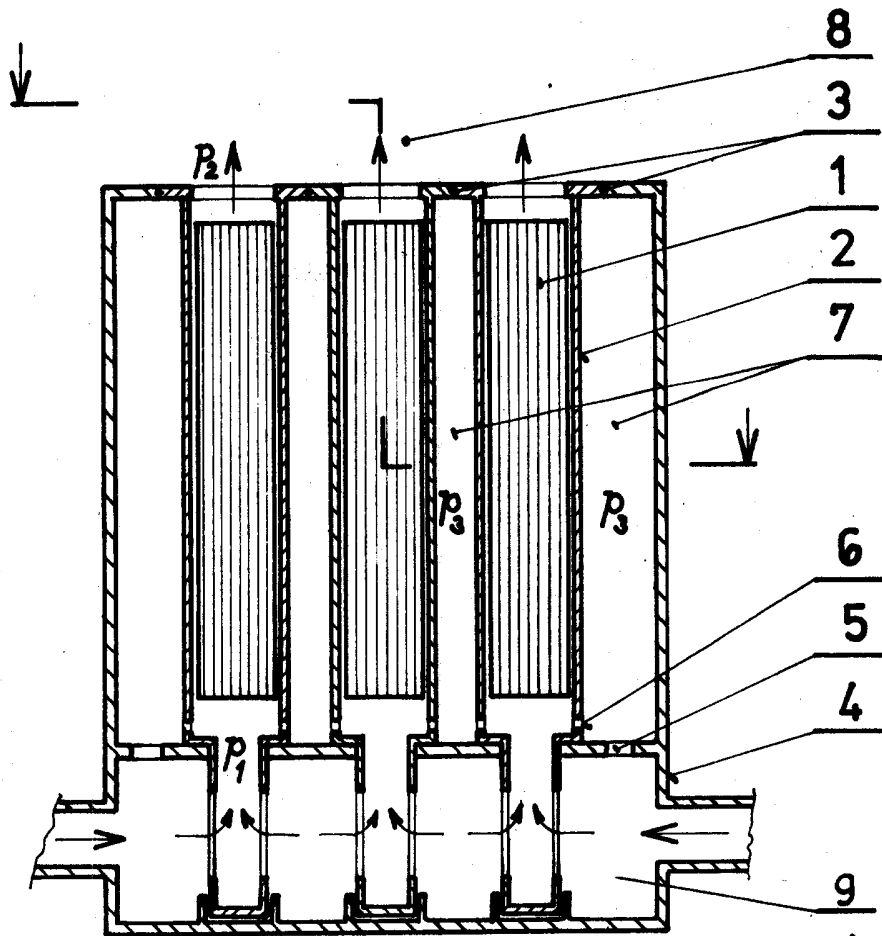
Funkční princip zařízení: Pouzdra 2 palivových svazků 1 slouží k ochraně těchto svazků 1 před poškozením a k zamezení neúčelného obtékání chladiwa tepelně zatížených míst palivových článků. K usměrnění vtoku chladiwa do palivových svazků 1, jsou pouzdra 2 opatřena vtokovými nátrubky, k usměrnění výtoku - nátrubky výstupními. Provozní podmínky rychlých reaktorů nutí, aby byly palivové články seskupovány do svazků 1 šestihránných obrysů. Tím se vyžaduje, aby i jejich pouzdra 2 byla šestihránná. V příkladu možného konstrukčního uspořádání jádra reaktoru podle obr. 1 a obr. 2, vtéká chladiwo pod tlakem p_1 do svazků 1 a vytéká z nich pod tlakem p_2 . Tlak od p_1 k p_2 působí na stěny pouzder 2 a vyvolává v nich nežádoucí napětí. K potlačení takových napětí se podle smyslu tohoto vynálezu přivádí tlak p_3 do prostoru 7 vně pouzder 2, ale uvnitř nádoby 4 jádra reaktoru, aby potlačoval nepříznivé účinky tlaku p_1 až p_2 na pouzdra 2. Tlakovou látkou k vyvozování tlaku p_3 slouží v naznačeném případě samotné chladiwo, vpouštěné do prostoru 7 z přívodu chladiwa 9 pod tlakem p_3 kupř. otvory 5 nebo 6. K udržení potřebného tlaku p_3 je nádoba 4 jádra reaktoru těsná a přiměřeně odolná. Pouzdra 2 jsou opatřena těsněními 3, těsnícími prostor 7 od prostoru 8 a jsou učiněna opatření, aby nemohla změnit svou pracovní polohu působením tlaku p_3 .

Předkládaného vynálezu je možno využít u všech známých typů rychlých plodivých reaktorů chlazených tekutými kovy, přičemž vynálezem řešená problematika je u nich naléhavá. Další využití vynálezu je možné i u jiných typů jaderných reaktorů, u kterých je třeba řešit problém namáhání a životnosti pouzder palivových svazků, zejména jsou-li nekruhových, víceúhelníkových průřezů.

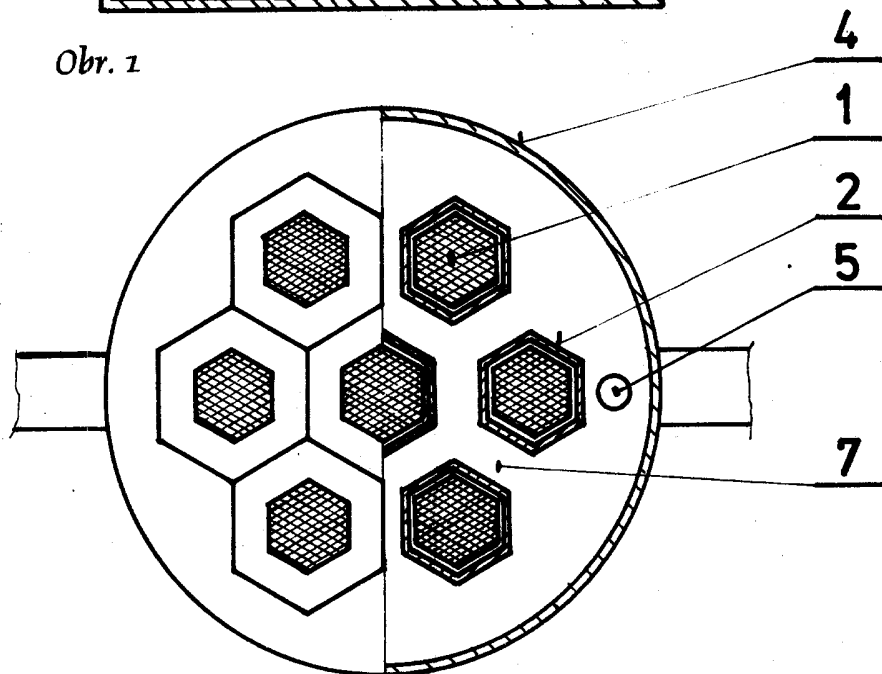
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Jádro reaktoru se šestihrannými pouzdry palivových svazků, jimiž nuceně protéká chladičí medium, vyznačené tím, že prostor (7) mezi šestihrannými pouzdry palivových svazků (2) a nádobou (4) je spojen se zdrojem odlehčovacího tlaku (p_3).
2. Jádro reaktoru podle bodu 1, vyznačené tím, že zdrojem odlehčovacího tlaku je přívod (9) chladičího media.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2