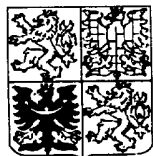


(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **378-94**

(22) Přihlášeno: **21. 02. 94**

(30) Právo přednosti:
20. 02. 93 GB 93/9303452

(40) Zveřejněno: **14. 09. 94**
(Věstník č. 9/94)

(47) Uděleno: **06. 02. 98**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **15. 04. 98**
(Věstník č. 4/98)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:

G 21 C 3/352

G 21 C 3/34

(73) Majitel patentu:

British Nuclear Fuels plc, Warrington, GB;

(72) Původce vynálezu:

Giddins Paul Gerard, Preston, GB;

Turner Paul, Preston, GB;

Ferris Peter John, Preston, GB;

(74) Zástupce:

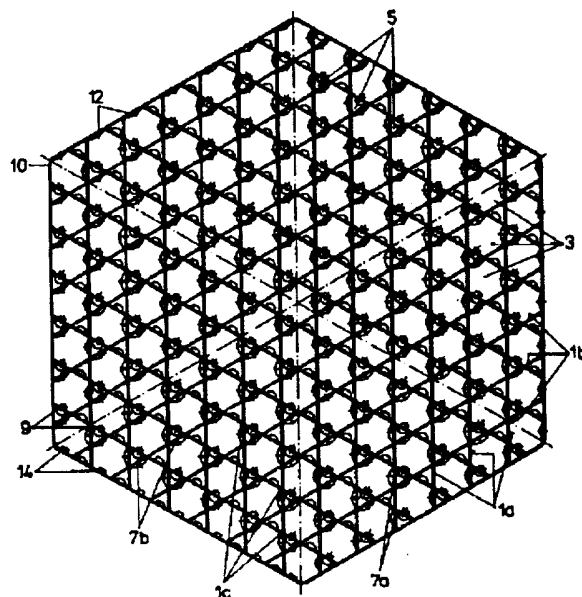
Čermák Karel JUDr. advokát, Národní 32,
Praha 1, 11000;

(54) Název vynálezu:

**Distanční mříž pro jaderné palivové
elementy**

(57) Anotace:

Distanční mříž pro jaderné palivové elementy, jako jsou palivové tyče nebo kolíky, sestávající ze vzájemně se protínajících a do sebe zapadajících sad rovnoběžných pásů (1a, 1b, 1c). Pásky (1a, 1b, 1c) jsou uspořádány ve třech sadách a prostory mezi pásy (1a, 1b, 1c) mají v příčném průřezu tvar v podstatě pravidelných šestiúhelníků, oddělených v podstatě rovnostrannými trojúhelníky.



Distanční mříž pro jaderné palivové elementy

Oblast techniky

5

Vynález se týká distanční mříže pro jaderné palivové elementy, jako jsou palivové tyče, sestávající ze vzájemně se protínajících a do sebe zapadajících sad rovnoběžných pásů.

10 Dosavadní stav techniky

Takové distanční mříže se používají v jaderných reaktorech pro přidržování a upevňování svazků jaderných palivových tyčí v odstupu od sebe pro vytvoření palivového systému pro jaderný reaktor. Palivo samotné je obvykle obsaženo ve vnějším plášti palivové tyče.

15

Je známo mnoho typů distančních mříží, avšak jejich výroba a kontrola je velmi často komplikovaná. Například jednotlivé buňky tvořící distanční mříž jsou v některých případech svařovány k sobě podél svých délek a svařování není proto možno provádět jednoduše, což je časově náročné, a proto i drahé.

20

Patent US 4 775 509 popisuje uspořádání distanční mříže, v níž jsou palivové tyče přidržovány mezi rovnoběžnými deskami, probíhajícími v různých směrech a v různých vzdálenostech nebo úrovních podél osy celého uspořádání, přičemž vždy část požadovaných kontaktních míst na každé palivové tyči je vytvořena v každé úrovni podél osy uspořádání sadou desek v této úrovni, což přispívá k celkové kompaktnosti provedení. Takové uspořádání je však výrobně a montážně komplikované a rozmístění míst kontaktů palivových tyčí s deskami není ideální.

25

GB 2 081 961 A popisuje uspořádání distanční mříže, v níž je čtvercová mříž tvořena dvěma sadami vzájemně do sebe zapadajících desek. Řady souvisle odděleně sestavených jednotlivých pásů tvořících pružiny probíhají v určitém úhlu k dvěma sadám desek jsou pro usnadnění přidržování palivových tyčí upevněny mezi důlky vytvořenými na vnitřních čelech desek distanční mříže. Jednotlivé pásy tvořící pružiny jsou však komplikovaně vyrobitelné a jejich sestavení je drahé. Tyto pásy obsahují velké množství volných částí před sestavením. Tyto pružiny obsahují typy spojů, které je nutno provést relativně velkým odtlačovacím pohybem, a vzhledem k tomu nejsou přidržovací síly působící na palivové tyče a tudíž jejich upevnění ideální.

30

35

Podstata vynálezu

40

Výše uvedené nedostatky odstraňuje distanční mříž pro jaderné palivové elementy, jako jsou palivové tyče, sestávající ze vzájemně se protínajících a do sebe zapadajících sad rovnoběžných pásů podle vynálezu, jehož podstatou je, že pásy jsou uspořádány ve třech sadách a prostory mezi pásy mají v příčném průřezu tvar v podstatě pravidelných šestiúhelníků, oddělených v podstatě rovnostrannými trojúhelníky.

45

V této distanční mříži jsou palivové elementy, jako palivové tyče, umístěny v šestiúhelníkových prostorech mezi pásy. Pro přidržování svazku palivových elementů v různých polohách jsou podél palivových elementů uspořádány dvě nebo více distančních mříží. Každý palivový element může být tvořen palivovou tyčí, která má podle potřeby tvar dlouhého pravidelného válce. Šestiúhelníkové prostory distanční mříže mohou být takové, že každá palivová tyč je přidržována v dané poloze třecím dotykem s šesti vnitřními plochami pásů, které tvoří tento šestiúhelník.

50

- Pásky mohou být s výhodou na svých vnitřních plochách nebo zvolených oblastech těchto ploch, tvořících každý šestiúhelník, například na třech ze šesti vnitřních ploch, ohraničujících každý šestiúhelník, opatřeny útvary, které napomáhají k přidržování palivové tyče. Podle potřeby jsou tyto útvary vytvořeny v podstatě ve stejné úrovni. Když je distanční mříž sestavena a přidržuje palivové tyče, mohou určité plochy, například každá druhá, to jest 1., 3. a 5., při jejich postupném očíslování, obsahovat důlek, důlek a pružinu, přičemž palivová tyč v daném šestiúhelníkovém prostoru je tlačena pružinou proti oběma důlkům, a přičemž osa palivové tyče leží s výhodou ve středu šestiúhelníku.
- 10 Vzájemně se protínající pásy tvoří s výhodou prostoru, které mají tvar pravidelného šestiúhelníku, přičemž geometrické uspořádání distanční mříže je takové, že každá strana šestiúhelníku je vždy součástí jednoho rovnostranného trojúhelníku, takže rovnostranné trojúhelníky vždy oddělují od sebe pravidelné šestiúhelníky. Každý trojúhelník má plochu, která je (nebo je přibližně) jednou šestinou plochy šestiúhelníku. Výsledný obalový tvar kolem šesti rovnostranných trojúhelníků, vytvořený tímto způsobem kolem šestiúhelníku, tvoří šesticípou hvězdu. V trojúhelníkových prostorech může s výhodou proudit chladivo ve směru rovnoběžném s palivovými tyčemi, po sestavení distanční mříže a palivových tyčí.
- 20 Tvar vnějšího pláště a tím tvar sestavy palivových tyčí, přidržovaných distanční mříží, je stanoven tvarem dutiny v aktivní zóně reaktoru, v níž má být celá sestava (to jest distanční mříž s palivovými tyčemi, které přidržuje) vložena známým způsobem. Distanční mříž může být obklopena vnějším plášťovým pásem, který sám má tvar šestiúhelníku nebo alternativně tvar čtverce.
- 25 Pásky, tvořící šestiúhelníkové prostory distanční mříže, mohou být na jednom nebo obou svých vzájemně se protínajících okrajích (to jest okrajích kolmých k osám šestiúhelníkových prostorů) opatřeny koncovými výstupky, které usnadňují svařování pásů. Další koncové výstupky mohou být upraveny na počátečním pásu, tvořícím stupeň pro umožnění promíchávání chladiva při činnosti jaderného reaktoru. Pro toto použití mohou uvedené výstupky tvořit promíchávací lopatky na výstupní straně z distanční mříže (to jest straně opačné ke vstupu proudu chladiva). Tyto lopatky mohou vytvářet zvýšenou turbulenci proudu chladiva, když chladivo prochází distanční mříží, což zlepšuje přenos tepla chladivem.
- 30 Uvedené pásy zapadnou do sebe stejným způsobem jako lepenkové mřížky, používané ve Spojeném království pro balení vajíček do krabic. Pásky podle vynálezu jsou opatřeny řadou pravidelně rozmístěných zářezů, které umožňují vzájemné zapadnutí pásů do sebe a jejich překřížení. Zářezy mohou být upraveny například střídavě na horním a dolním okraji pásů jedné sady a na pouze jednom okraji pásů ostatních dvou sad. Alternativně mohou být pásy všech tří sad provedeny identicky, přičemž jsou opatřeny zářezy na svých obou okrajích. V každém případě zářezy zasahují směrem dovnitř ke středu pásu kolmo k jeho podélné ose. Zářezy mohou mít délku mírně větší, než je $0,5 W$, kde W je průměrná šířka pásu, přičemž tato šířka nezahrnuje žádné boční výstupky, vyčnívající z okrajů pásů. Taková délka zářezů zajišťuje vhodné zasahování zářezů do sebe při jejich sestavení. Zářezy mohou procházet uvedenými výstupky. Zářezy mohou mít šířku nepatrně větší, než je tloušťka pásů, pro zajištění uložení pásů v zářezech s vůlí. Pásky mohou být podle potřeby opatřeny dalšími zářezy, které nezasahují k okrajům pásů, přičemž tyto další zářezy jsou určeny pro usnadnění průchodu chladiva. Tyto další zářezy mohou být provedeny rovnoběžně s dříve uvedenými zářezy. Výše uvedené pružiny jsou vytvořeny prolisováním pásů mezi uvedenými dalšími zářezy.
- 45 Distanční mříže podle vynálezu jsou s výhodou výrobně jednodušší, než doposud známé distanční mříže, a jejich konstrukce je pevnější, přičemž vytvářejí lepší kontakt s přidržovanými palivovými tyčemi. Protože pásy zůstávají vždy neohnuté, je zachována jejich maximální pevnost. Tím jsou odstraněny všechny problémy spojené s ohýbáním materiálu pásů. Pásky zapadající po sestavení do sebe jsou k sobě pevně drženy pomocí vzájemných třecích sil.
- 50

V bočních okrajích pásů v místech, kde se tyto okraje protínají, mohou být provedeny svarové spoje vzhledem k dobré přístupnosti míst určených pro jejich provedení, takže svarové spoje jsou proveditelné jednoduše a spotřebuje se na ně pouze malé množství svařovacího materiálu, protože nemusí být provedeny podél celé délky průsečnic mezi jednotlivými pásy. Pro další
 5 zvýšení pevnosti mohou být provedeny přídavné svary v některých nebo ve všech průsečnicích pásů, a to na horním nebo dolním okraji. Pásy podle vynálezu nevyžadují použití velkého množství komponent, které mají být sestaveny, jako je tomu u známých provedení.

V jaderném reaktoru se chladivo pohybuje ode dna sestavy palivových tyčí s distančními
 10 mřížemi k horní části této sestavy a ven do výměníků tepla. Sestava palivových tyčí s distančními mřížemi způsobuje jen malý pokles tlaku chladiva, takže tlak chladiva procházejícího aktivní zónou reaktoru může být minimalizován. Vždy, když chladivo přijde do kontaktu s distanční mříží, přidržující palivové elementy, jeho tlak se o určitou hodnotu sníží. Distanční mříž podle vynálezu představuje pro chladivo překážku pouze o tloušťce jediného
 15 pásu, a proto způsobí minimální pokles tlaku, což umožňuje minimalizovat výkonnost reaktoru.

Velikost nežádoucí absorpce neutronů je rovněž minimalizována a tato skutečnost spolu s minimálním poklesem tlaku snižují náklady na palivový cyklus reaktoru.

Výhody distanční mříže podle vynálezu jsou následující. Distanční mříž má velmi pevnou a tuhou konstrukci vytvořenou z jednoduché do sebe zapadající sestavy. Provedení zářezů usnadňuje jejich výrobu. Počet a umístění svarových míst je minimalizován, čímž se sníží výrobní náklady. Distanční mříž může být vyrobena (například ze slitiny zircaloy 4) s nízkou absorpcí neutronů. Množství použitého materiálu na distanční mříž je minimální, čímž se sníží
 25 nežádoucí absorpce neutronů. Pružiny zatěžující palivové elementy jsou v distanční mříži snadno nastavitelné. Palivové elementy jsou v distanční mříži drženy tak, že mohou volně zvětšovat svou velikost při vyzařování v reaktoru. Distanční mříž tvoří vhodnou podpěru palivových elementů při přepravě a jiné manipulaci. Distanční mříž způsobuje minimální pokles tlaku chladiva, i když je opatřena lopatkami pro promíchávání chladiva, v případě jejich potřeby, protože mohou být
 30 provedeny jednoduše.

Přehled obrázků na výkresech

35 Vynález bude dále blíže objasněn na příkladech provedení podle přiložených výkresů, na nichž

obr. 1 znázorňuje půdorys distanční mříže pro palivové tyče,

obr. 2 bokorys pásu použitého v distanční mříži, znázorněné na obr. 1,

obr. 3 řez pásem podél čáry III-III z obr. 2,

40 obr. 4 řez pásem podél čáry IV-IV z obr. 2, obr. 5 bokorys dalšího provedení pásu použitého v distanční mříži, znázorněné na obr. 1,

obr. 6 řez pásem podél čáry VI-VI z obr. 5, a

obr. 7 řez pásem podél čáry VII-VII z obr. 5.

Příklady provedení vynálezu

Jak je znázorněno na obr. 1, je distanční mříž vytvořena z řady prvních pásů 1a, probíhajících v prvním směru a protínajících se a zapadajících do sebe s řadou druhých pásů 1b, probíhajících
 50 v druhém směru, skloněném v úhlu 120° vůči prvnímu směru, a s řadou třetích pásů 1c, probíhajících v třetím směru, skloněném vůči prvnímu a druhému směru v úhlu 120°. Pásy 1a, 1b, 1c jsou vytvořeny z pevného obrobitelného kovu, který má vhodnou schopnost absorpce neutronů, například z nerezové oceli nebo slitiny zircaloy.

Mezi pásy 1a, 1b, 1c jsou vytvořeny šestiúhelníkové prostory 3 pro palivové tyče (neznázorněné) a mezi šestiúhelníkovými prostory 3 jsou vytvořeny trojúhelníkové prostory 5. Trojúhelníkové prostory 5 napomáhají průchodu chladiva mezi palivovými tyčemi.

- 5 Na bočních stěnách prvních pásů 1a, které směřují dovnitř a ohraničují šestiúhelníkové prostory 3, jsou vytvořeny první důlky 7a, a na bočních stěnách druhých pásů 1b, které rovněž směřují dovnitř a ohraničují šestiúhelníkové prostory 3, jsou vytvořeny druhé důlky 7b.

- 10 Na bočních stěnách třetích pásů 1c, které směřují dovnitř a ohraničují šestiúhelníkové prostory 3, jsou vyhnutím směrem dovnitř vytvořeny pružiny 9.

- 15 Celé uspořádání šestiúhelníků a trojúhelníků vytvořené pásy 1a, 1b, 1c je ohraničeno šestiúhelníkovým vnějším pásem 10. Tento vnější pás 10 je na svých stěnách, které směřují dovnitř, opatřen rovněž důlky 12 (podobnými prvními důlkům 7a), v místech, kde vnější pás 10 je rovnoběžný s prvním a druhým pásem 1a a 1b, a pružinami 14 v místech, kde je vnější pás 10 rovnoběžný s třetím pásem 1c.

- 20 Na obr. 2 až 4 je znázorněn jeden druh pásu, zde reprezentovaný třetím pásem 1c, tvořícího součást distanční mříže, znázorněné na obr. 1. Délka každého třetího pásu 1c je zvolena podle jeho polohy, kterou zaujme v distanční mříži (požadavek na různé délky třetího pásu 1c je zřejmý z uspořádání pásů 1a, 1b, 1c na obr. 1 v šestiúhelníkovém vnějším pásem 10). Totéž platí pro první a druhý pás 1a a 1b.

- 25 Jak je znázorněno na obr. 2, má třetí pás 1c provedení sestávající z opakujících se jednotek v roztečích P. Každá jednotka je uvnitř v horním okraji třetího pásu 1c opatřena dvěma velkými výstupky 11, které tvoří promíchávací lopatky, a dvěma malými výstupky 13, které jsou určeny jako svařovací místa, přičemž výstupky 11 a 13 jsou upraveny střídavě podél horního okraje. Každý druhý malý výstupek 13a, viz obr. 2, je opatřen zářezem 15 v něm provedeným, který je kolmý k podélné ose třetího pásu 1c (to jest ose shodné s čarou IV-IV na obr. 2). V případě
30 potřeby mohou být velké výstupky 11 tvořící promíchávací lopatky zahnuty do oblastí, která bude tvořit trojúhelníkové prostory 5, viz obr. 1, střídavě podél třetího pásu 1c. Každý zářez 15 zasahuje v podstatě do středu třetího pásu 1c, to jest k čáře IV-IV, to jest přibližně do poloviny průměrné šířky třetího pásu 1c (v úvahu se neberou zvláštní šířky vytvořené výstupky 11 a 13 upravenými na okrajích třetího pásu 1c). Na dolním okraji třetího pásu 1c naproti malým
35 výstupkům 13 v jeho horním okraji jsou upraveny další malé výstupky 17, rovněž pro usnadnění provádění svarů. Každý druhý malý výstupek 17a je opatřen zářezem 19 v něm provedeným, který je rovnoběžný se zářezy 15. Každý zářez 19 dosahuje v podstatě do středu třetího pásu 1c. Oba zářezy 15 a 19 jsou upraveny střídavě podél délky třetího pásu 1c.

- 40 Jak je znázorněno na obr. 3 a 4, jsou ve třetím pásem 1c v oblastech mezi každým druhým párem zářezů 15 a 19 (to jest mezi prvním, třetím, pátým párem atd., avšak nikoli mezi druhým, čtvrtým, šestým párem atd.) uspořádány pružiny 9. Tím je zajištěno, že pružiny 9 jsou vytvořeny v oblastech, které budou tvořit šestiúhelníkové prostory 3. Polohy pružin 9 jsou vyrovnány s každým druhým velkým výstupkem 11. Pružiny 9 jsou vytvořeny mezi páry dalších zářezů 21
45 (nezasahujících k okrajům třetího pásu 1c) provedených ve třetím pásem 1c, přičemž pružiny 9 jsou vytvořeny vyhnutými částmi provedenými lisováním třetího pásu 1c ve směru kolmém k rovině třetího pásu 1c v obr. 2.

- 50 Na obr. 5 až 7 je znázorněn druhý pás 1b, použitý v distanční mříži podle obr. 1. Přitom první pásy 1a jsou identické s druhými pásy 1b. Délky pásů 1a, 1b jsou zvoleny podle jejich polohy v distanční mříži. Druhý pás 1b je rovněž proveden z opakujících se jednotek s roztečí P. Každá jednotka je na horním okraji druhého pásu 1b opatřena dvěma malými výstupky 23, určenými pro svařování podobně jako každé druhé výstupky 13a, přičemž podobně jako zářezy 15 probíhají zářezy 25 uvedenými malými výstupky 23 v podstatě až do středu druhého pásu 1b.

V tomto případě jsou provedeny dva zářezy 25 na jednu jednotku s roztečí P, přičemž zářezy 25 jsou upraveny v každém malém výstupku 23 (ne v každém druhém jako na obr. 2). Na dolních okrajích druhého pásu 1b jsou upraveny další malé výstupky 27 (podobné malým výstupkům 13 z obr. 2), umístěné proti malým výstupkům 23. V tomto případě jsou ve středu druhého pásu 1b jeho lisováním vytvořeny důlky 29 (v každé druhé jednotce pro zajištění toho, že důlky 29 jsou vytvořeny v oblastech, které budou tvořit šestiúhelníkové prostory 3).

Umístění zářezů 25 v prvním pásu 1a je odlišné od umístění zářezů 19 ve třetím pásu 1c (viz obr. 2), protože je funkcí provedení sestavy distanční mříže. Umožňuje snadno sestavit/zasunout do sebe pásy 1a, 1b, 1c v různých polohách napříč distanční mříže.

Pásy 1a, 1b, 1c se spolu sestaví použitím polohovacího přípravku tak, aby vytvořily distanční mříž, znázorněnou na obr. 1. Při vlastním sestavování distanční mříže se do polohovacího přípravku (neznázorněného) nejprve vloží první pásy 1a a do zářezů těchto pásů 1a se vloží třetí pásy 1c. Potom se první pásy 1a obrátí a natočí o 120°, aby se vložily do zbývajících zářezů ve třetích pásech 1c a druhých pásech 1b. Do zářezů 25 ve druhých pásech 1b a odpovídajících zářezů v prvních pásech 1a se vloží třetí pás 1c a do zářezů 15 a 19 ve třetích pásech 1c se vloží příslušné první pásy 1a a druhé pásy 1b. Výstupky 13 a 17 na třetích pásech 1c, výstupky 23 a 27 na druhých pásech 1b a odpovídající výstupky na prvních pásech 1a slouží k usnadnění provádění bodového svařování pásů 1a, 1b, 1c k sobě v jejich okrajích.

Palivové tyče a distanční mříže, viz obr. 1, se spolu sestaví známým způsobem. Palivové tyče daného svazku jsou přidržovány v příslušných místech podél své délky vhodným uspořádáním distančních mříží. Celá takto vytvořená sestava se vloží do zásobníku v aktivní zóně jaderného reaktoru, který má rovněž šestiúhelníkový tvar jako distanční mříže.

Při činnosti jaderného reaktoru slouží velké výstupky 11 (obr. 2) jako promíchávací lopatky chladiva v aktivní zóně jaderného reaktoru způsobem, který byl popsán výše.

Jestliže se promíchávací lopatky nepoužijí, potom samotné tři sady pásů 1a, 1b, 1c použitých pro vytvoření distanční mříže představují opatření, znamenající snížení výrobních nákladů.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Distanční mříž pro jaderné palivové elementy, jako jsou palivové tyče nebo kolíky, sestávající ze vzájemně se protínajících a do sebe zapadajících sad rovnoběžných pásů (1a, 1b, 1c), **vyznačující se tím**, že pásy (1a, 1b, 1c) jsou uspořádány ve třech sadách a prostory mezi pásy (1a, 1b, 1c) mají v příčném průřezu tvar v podstatě pravidelných šestiúhelníků, oddělených v podstatě rovnostrannými trojúhelníky.

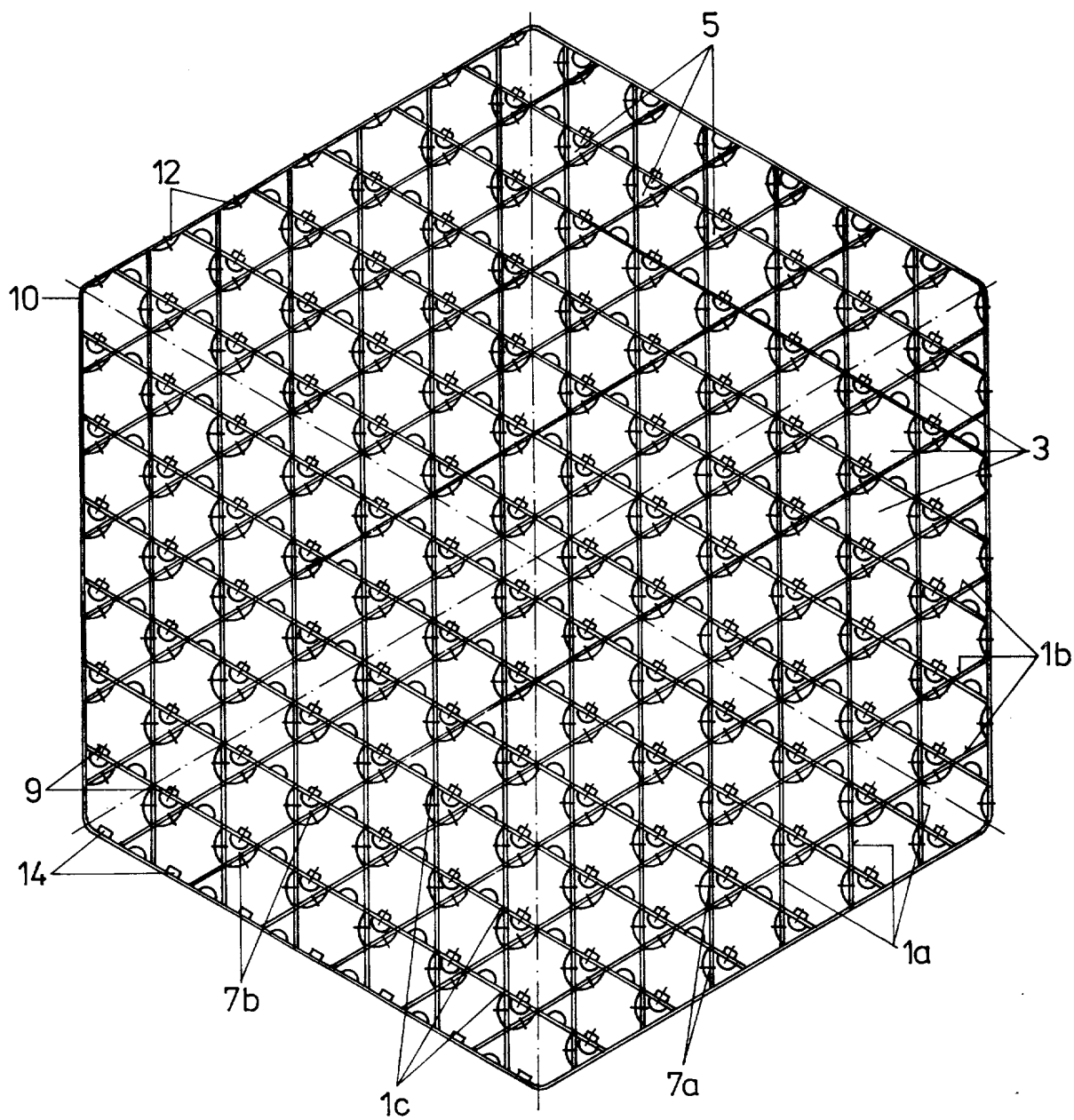
2. Distanční mříž podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že jaderné palivové elementy jsou umístěny v šestiúhelníkových prostorech (3) mezi pásy (1a, 1b, 1c).

3. Distanční mříž podle nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že pásy (1a, 1b, 1c) obsahují na svých plochách nebo zvolených částech, tvořících každý šestiúhelníkový prostor (3), integrální útvary pro napomáhání k přidržování palivových elementů.

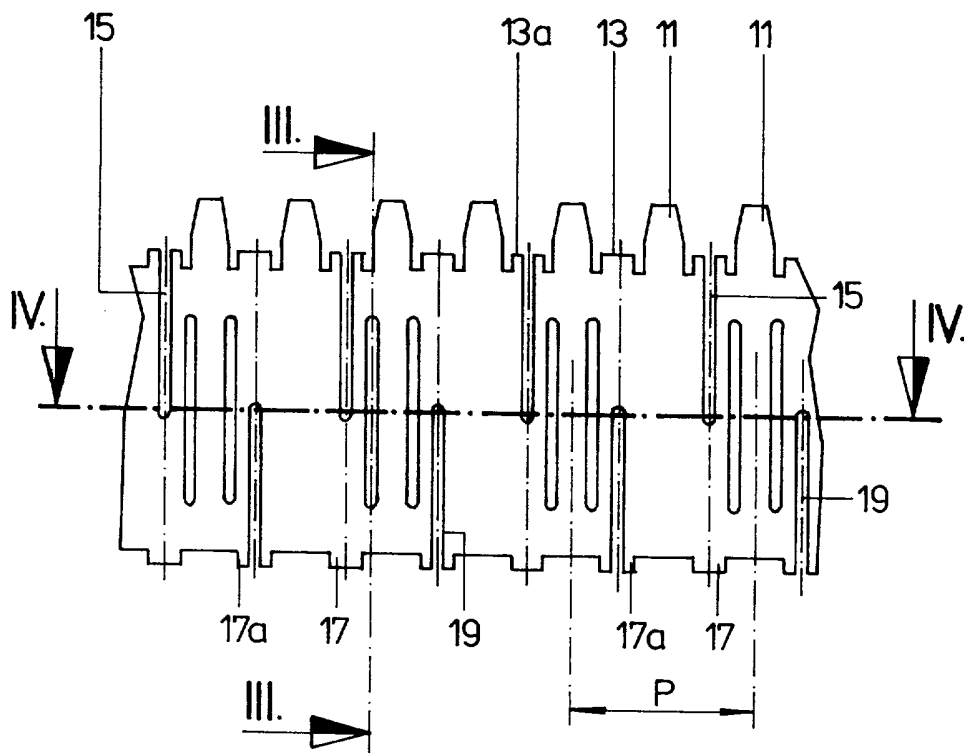
4. Distanční mříž podle nároku 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že útvary jsou tvořeny pružinami (9) a důlky (7a, 7b).
5. Distanční mříž podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je obklopena vnějším pásem (10), který má tvar šestiúhelníku nebo čtverce.
- 10 6. Distanční mříž podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pásy (1a, 1b, 1c) tvoří šestiúhelníkové prostory (3) jsou na jednom nebo obou svých protínajících se okrajích opatřeny koncovými výstupky (13, 17, 23, 27, 11) pro usnadňování svařování pásů (1a, 1b, 1c) a promíchávání chladiva při činnosti jaderného reaktoru.
- 15 7. Distanční mříž podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pásy (1a, 1b, 1c) jsou opatřeny pravidelně rozmístěnými zářezy (15, 19, 25) pro usnadnění zasunutí pásů (1a, 1b, 1c) vzájemně do sebe, přičemž tyto zářezy (15, 19, 25) mají šírku větší, než je tloušťka pásů (1a, 1b, 1c), pro zajištění uložení pásů (1a, 1b, 1c) v zářezech (15, 19, 25) s vůlí.

20

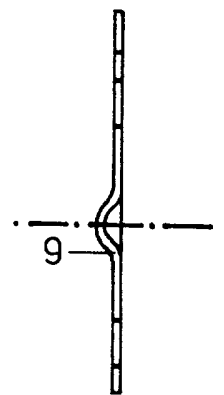
3 výkresy



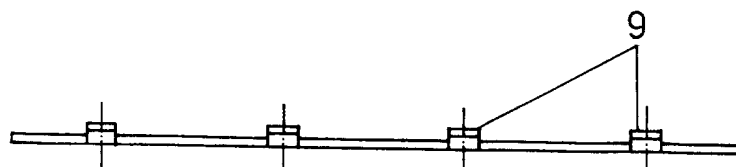
OBR. 1



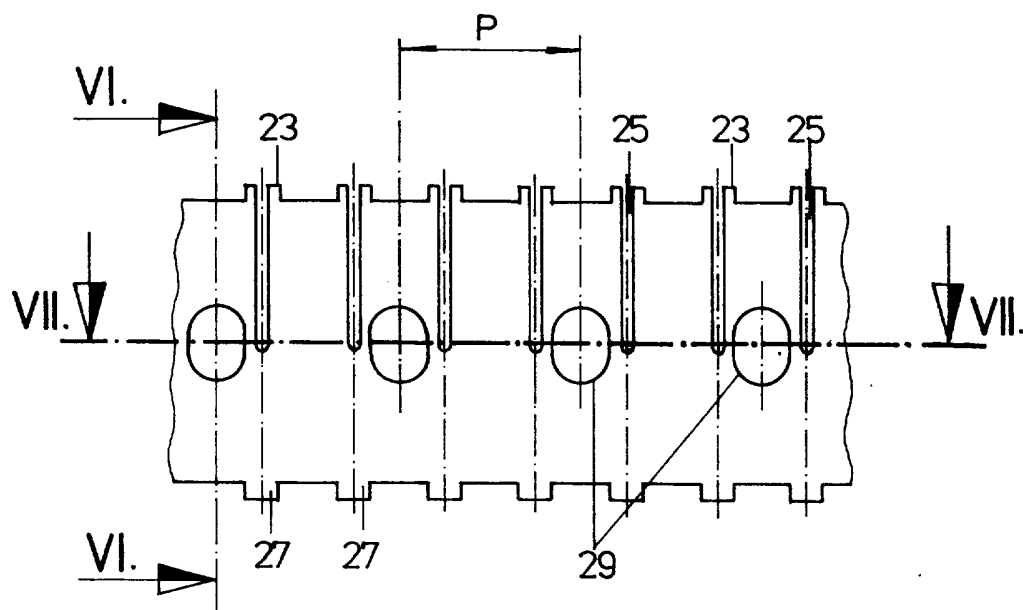
OBR. 2



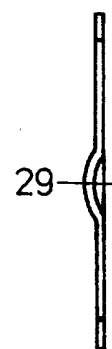
OBR. 3



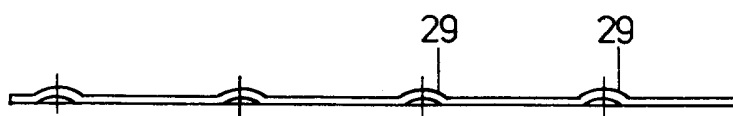
OBR. 4



OBR. 5



OBR. 6



OBR. 7

Konec dokumentu