

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A ŽIVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

191602
(11) (B1)

(22) Přihlášeno 05 04 77
(21) (PV 2242-77)

(51) Int. Cl.²
G 21 C 3/30
G 21 C 3/28

(40) Zveřejněno 31 10 78

(45) Vydáno 15 04 82

(75)
Autor vynálezu

ILJUNIN VLADIMIR GRIGORJEVIČ, MUROGOV VIKTOR MICHAJLOVIČ,
TROJANOV MICHAL FEDORVIČ, RINEJSKIJ ANATOLIJ ANTONOVIČ,
USTINOV GENNADIJ GRIGORJEVIČ, OBNINSK KALUŽSKOJ OBLASTI
a ŠMELEV ANATOLIJ NIKOLAJEVIČ, MOSKVA (SSSR)

[54] Blok jaderného paliva pro jaderné reaktory s rychlými neutrony

1

Vynález se týká jaderných reaktorů s rychlými neutrony a je možno jej využít pro konstrukční zdokonalení bloků jaderného paliva, z nichž je sestavena aktivní zóna rychlého jaderného reaktoru.

Znáмым způsobem uspořádaný blok jaderného paliva obsahuje těleso uzavřené na jednom svém čele hlavici a na druhém čele přírubou s čepem. V tělese jsou uspořádány články reaktoru, jejichž úsek je vyplněn štěpitelným a množivým materiálem, jakož i na články reaktoru navazující trubky s plynovými dutinami, sloužícími pro jímání plyných zplodin štěpení. Všechny plynové dutiny jsou při tom uvnitř tělesa bloku uspořádány tak, že ve směru proudění teplosného média jsou umístěny buď před, nebo za úseky článků reaktoru, naplněnými štěpitelným a množivým materiálem.

Při tomto známém uspořádání tělesa bloku je těleso vystaveno působení vnitřního přelaku, rovného rozdílu mezi tlakem teplosného média proudícího uvnitř bloku jaderného paliva a tlakem teplosného média proudícího mezi bloky jaderného paliva aktivní zóny. Při uvedeném uspořádání bloku odpovídá tlak v prostoru mezi bloky tlaku teplosného média na výstupu z bloku. Maximální vnitřní přetlak, působící na těleso bloku, odpovídá tudíž tlakovému spá-

2

du uvnitř bloku. Mechanickými pnutími, vznikajícími v materiálu tělesa působením tohoto tlakového rozdílu, je určována velká tloušťka stěny tělesa. To znamená, že prostorový podíl konstrukčních materiálů v aktivní zóně zůstává značně vysoký, což nepříznivě ovlivňuje bilanci neutronů v aktivní zóně a vede nakonec ke zhoršeným charakteristikám množivého procesu v rychlých jaderných reaktorech. Snížení objemového podílu materiálu stěn tělesa bloku v aktivní zóně a z toho vyplývající zlepšení množivého procesu je tudíž důležitým problémem rychlých jaderných reaktorů.

Tento problém je částečně řešen snížením odporu proudění v bloku jaderného paliva a tím snížením jeho vnitřního tlakového spádu. Za tím účelem jsou trubky bloku jaderného paliva, vytvářející v návaznosti na články reaktoru plynové dutiny pro jímání plyných zplodin štěpení, rozděleny do dvou skupin: střední skupiny, k níž náleží trubky s plynovými dutinami navazujícími na střední články reaktoru uspořádané kolem podélné osy bloku, a periferní skupiny, k níž náleží trubky s plynovými dutinami, navazujícími na články reaktoru uspořádané na vnějším obvodu svazku článků.

Trubky s plynovými dutinami článků re-

aktoru, náležející k uvedeným jednotlivým skupinám, jsou vzhledem k podélné ose bloku umístěny na protilehlých koncích bloku. Tak např. trubky s plynovými dutinami střední skupiny jsou v bloku umístěny na straně vstupu teplotního média do bloku, zatímco trubky s plynovými dutinami periferní skupiny jsou umístěny na straně výstupu teplotního média z bloku.

Při tomto uspořádání bloku jaderného paliva zůstává však tlakový spád teplotního média ještě vysoký, čímž vychází také velká tloušťka stěny tělesa bloku. Kromě toho musí být při tomto konstrukčním řešení ceková délka bloku jaderného paliva bezpodmínečně zvětšena o délku trubek s plynovými dutinami vyvedených na opačný konec svazku článků reaktoru, čímž se výroba celého bloku stává komplikovanější a nákladnější a zvětšují se tím také rozměry reaktoru.

Záměrem vynálezu je vyvinutí konstrukčního řešení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory, které by umožnilo snížení vnitřního tlaku působícího na těleso bloku, jakož i snížení objemového podílu materiálu stěn tělesa bloku v aktivní zóně rychlých jaderných reaktorů.

Úkolem vynálezu je tudíž vyvinutí bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory, z něhož se použije doplňkového konstrukčního prvku, jímž se zajistí zvýšení odolnosti materiálu stěn tělesa bloku jaderného paliva proti mechanickým namáháním.

Tento úkol byl ve smyslu podstaty vynálezu vyřešen tím, že u bloku jaderného paliva pro jaderné reaktory s rychlými neutrony, v jehož tělese, uzavřeném na jednom čele hlavicí a na druhém čele přírubou s čepem, jsou uspořádány články reaktoru sestávající z úseků vyplněných štěpitelným a množivým materiálem a z trubek na tyto úseky navazujících s plynovými dutinami určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, rozdělených na střední skupinu a periferní skupinu, přičemž alespoň jedna skupina těchto trubek s plynovými dutinami je umístěna v prostoru za vstupními otvory teplotního média do bloku; provedenými v čepu tělesa bloku; a tudíž před úseky článků reaktoru naplněnými štěpitelným a množivým materiálem, je ve smyslu vynálezu použito duté těleso, zabudované uvnitř tělesa bloku a upevněné jedním svým čelem k přírubě čepu tělesa, přičemž průtokový průřez mezi dutým tělesem a stěnami tělesa je až 50 % průtokového průřezu tělesa.

Výšku tohoto přidavného dutého tělesa je možno účelně volit v rozmezí 0,7 a 1,4 délky trubek s plynovými dutinami určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, umístěných ve směru proudění teplotního média před úseky článků reaktorů vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem.

Je účelné, když tvar vnějšího povrchu du-

tého tělesa je shodný s tvarem vnitřního povrchu stěn tělesa bloku.

Trubky s plynovými dutinami určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, umístěné ve směru proudění teplotního média před úseky článků reaktoru vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem, je možno rovněž účelně uspořádat do zhuštěného svazku s menšími vzájemnými roztečemi, než jsou rozteče na ně navazujících úseků článků reaktoru vyplněných štěpitelným a množivým materiálem.

Při umístění trubek s plynovými dutinami určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, náležejících do periferní skupiny, ve směru proudění teplotního média před úseky článků reaktoru vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem, lze duté těleso vytvořit vzájemným spojením stěn těchto trubek s plynovými dutinami příslušejících do periferní skupiny.

Takto ve smyslu vynálezu provedený blok jaderného paliva pro rychlý jaderný reaktor umožňuje snížení vnitřního tlaku v tělese bloku jaderného paliva, na který je nutno pevnostně počítat a dimenzovat stěny tělesa bloku při maximální rychlosti proudění teplotního média, čímž se dosáhne snížení objemového podílu konstrukčních materiálů v aktivní zóně a zvýšení výsledné reprodukce jaderného paliva v rychlých jaderných reaktorech.

V dalším textu bude vynález blíže osvětlen popisem konkrétních příkladů jeho realizace, s odvoláním na přiložené obrázky, znázorňující: na obr. 1 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na blok jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu; na obr. 2 příčný řez blokem osou II — II podle obr. 1; na obr. 3 zvětšené zobrazení výřezu A podle obr. 1; na obr. 4 zvětšené zobrazení výřezu B podle obr. 1; na obr. 5 zvětšené zobrazení výřezu C podle obr. 1; na obr. 6 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu; na obr. 7 příčný řez blokem osou VII — VII podle obr. 6; na obr. 8 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na jinou variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu; na obr. 9 příčný řez blokem osou IX — IX podle obr. 8; na obr. 10 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na další variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, s dutým tělesem provedeným ve tvaru komolého kužele; na obr. 11 čelní pohled, s částečným podélným řezem; na variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž jsou trubky s plynovými dutinami pro jímání plyných zplodin štěpení středové skupiny sdruženy do zhuštěného středového svazku; na obr. 12 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na jinou variantu provedení bloku jaderného pa-

liva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž jsou trubky s plynovými dutinami pro jímání plyných zplodin štěpení periferní skupiny sdruženy do zhuštěného obvodového svazku; na obr. 13 příčný řez blokem osou XIII — XIII podle obr. 12; na obr. 14 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na další variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž jsou trubky s plynovými dutinami pro jímání plyných zplodin štěpení středové i periferní skupiny sdruženy do společného zhuštěného středového svazku; na obr. 15 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž je duté těleso vytvořeno trubkami s plynovými dutinami pro jímání plyných zplodin štěpení periferní skupiny; na obr. 16 příčný řez blokem osou XVI — XVI podle obr. 15; na obr. 17 zvětšené zobrazení části stěny tělesa, příruby s čepem tělesa a dutého tělesa bloku jaderného paliva v provedení podle obr. 15; na obr. 18 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na jinou variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž je duté těleso vytvořeno trubkami s plynovými dutinami periferní skupiny, přičemž trubky s plynovými dutinami středové skupiny jsou sdruženy do zhuštěného středového svazku; na obr. 19 příčný řez blokem osou XIX — XIX podle obr. 18; na obr. 20 čelní pohled, s částečným podélným řezem, na ještě další variantu provedení bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v níž je duté těleso vytvořeno trubkami s plynovými dutinami periferní i středové skupiny; na obr. 21 příčný řez blokem osou XX — XX podle obr. 20.

Blok jaderného paliva pro rychlý jaderný reaktor podle vynálezu, v provedení podle obr. 1, sestává ze šestihřanného tělesa 1, uzavřeného na horním čele hlavici 2 a na spodním čele přírubou s čepem 3. V tělese 1 jsou umístěny články reaktoru 4, jejichž úseky 5 jsou vyplněny štěpitelným a množivým materiálem 6, jakož i na tyto články reaktoru 4 navazující trubky s plynovými dutinami 7; sloužícími pro jímání plyných zplodin štěpení.

Trubky s plynovými dutinami 7 jsou rozlišeny na střední skupinu 8, navazující na střední články reaktoru 4, uspořádané kolem podélné osy bloku, a na periferní skupinu 9, navazující na obvodové články reaktoru 4. Alespoň jedna z těchto skupin 8, resp. 9 trubek s plynovými dutinami 7 je ve směru proudění teplotního média, vstupujícího do tělesa 1 vstupními otvory 10 provedenými v čepu 3 tělesa 1, uspořádána před úseky 5 článků reaktoru 4 vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem 6. Teplotní médium po průchodu vnitřkem tělesa 1 bloku jaderného paliva vyté-

ká z něho výstupními otvory 11, provedenými v hlavici 2 tělesa 1.

V dané variantě provedení bloku jaderného paliva podle obr. 1 je ve směru proudění teplotního média střední skupina 8 trubek s plynovými dutinami 7 uspořádána před úseky 5 článků reaktoru 4 vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem a periferní skupina 9 trubek s plynovými dutinami 7 je uspořádána za úseky 5 článků reaktoru 4 vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem.

Ve vnitřním prostoru tělesa 1 je s mezerou 12 vůči stěnám tělesa 1 zabudován duté těleso 13, provedené účelně rovněž ve tvaru šestihřanu a přiléhající jedním svým čelem k přírubě čepu 3 tělesa 1 a s druhým čelem končícím v malé vzdálenosti (asi 30 až 50 mm) před úseky 5 článků reaktoru 4. Délka dutého tělesa 13 je tudíž přibližně stejná jako délka trubek s plynovými dutinami 7 uspořádaných — ve směru proudění teplotního média — před úseky 5 článků reaktoru 4. V této variantě provedení bloku jaderného paliva odpovídá tudíž výška dutého tělesa 13 přibližně délce trubek s plynovými dutinami 7 příslušejících ke střední skupině 8. Zabudováním dutého tělesa 13 je umožněno snížení přetlaku působícího na vnitřní povrch tělesa 1 přibližně o 30 %. Ve vnitřním prostoru dutého tělesa 13 jsou umístěny trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8.

V této variantě provedení je vnější povrch dutého tělesa 13 řešen jako tvarově shodný s vnitřním povrchem tělesa 1 (viz obr. 2). Tento tvar dutého tělesa 13 umožňuje zvětšení průtočného průřezu teplotního média uvnitř bloku jaderného paliva, a to v prostoru trubek s plynovými dutinami 7 umístěných před úseky 5 článků reaktoru 4.

Úseky 5 článků reaktoru 4, vyplněné štěpitelným a množivým materiálem 6, jsou v tělese 1 bloku upevněny s použitím distančních a vodicích mříží 15 (obr. 3). Trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8, umístěné — ve směru proudění teplotního média — v tělese 1 před úseky 5 článků reaktoru 4, jsou upevněny v dutém tělese 13 vodicí mříží 16 (obr. 4) a trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9, umístěné — ve směru proudění teplotního média — za úseky 5 článků reaktoru 4, jsou upevněny v tělese 1 vodicí mříží 17 (obr. 5).

Varianta provedení bloku jaderného paliva podle obr. 6 se od provedení bloku jaderného paliva podle obr. 1 liší tím, že trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 jsou v tělese 1 bloku umístěny před úseky 5 článků reaktoru 4 a že trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 jsou v tělese 1 bloku umístěny za úseky 5 článků reaktoru 4. Trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 jsou přitom umístěny v mezeře 12 mezi stěnami tělesa

1 a dutého tělesa 18 (obr. 7). V této variantě provedení má duté těleso 18 tvar válcového bubnu — není tudíž tvarově shodné s vnitřním povrchem tělesa 1. Tento tvar dutého tělesa 18 se vyznačuje jednoduchou výrobou.

Varianta bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 8 a 9, má blok jaderného paliva uspořádán podobně s provedením podle obr. 1, avšak lišící se od něho tím, že jak střední skupina 8, tak i periferní skupina 9 trubek s plynovými dutinami 7 jsou uspořádány v tělese 1 před úseky 5 článků reaktoru 4. Přitom jsou trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 umístěny uvnitř dutého tělesa 13 a trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 jsou umístěny v mezeře 12 mezi stěnami tělesa 1 a dutým tělesem 13. Při tomto uspořádání trubek s plynovými dutinami 7 vychází celková délka bloku jaderného paliva kratší o délku trubek s plynovými dutinami 7 umístěných v provedení podle obr. 1 za úseky 5 článků reaktoru 4, protože za úseky 5 článků reaktoru 4 nejsou v tomto provedení umístěny žádné trubky s plynovými dutinami 7.

Pro rychlé jaderné reaktory je možno také s úspěchem použít bloku jaderného paliva podle vynálezu ve variantě provedení podle obr. 10, v níž je duté těleso 19 provedeno jako komolý kuželovitý buben, upevněný svým čelem o menším průměru k přírubě čepu 3 tělesa 1. Protilehlé tvořící přímký kuželovitý buben svírají přitom úhel 5 — 10°. Tímto tvarovým provedením dutého tělesa 19 je umožněno dosažení větší rovnoměrnosti proudění teplonosného média při jeho nátoku do úseků 5 článků reaktoru 4. V této variantě provedení jsou trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 umístěny uvnitř dutého tělesa 19 před úseky 5 článků reaktoru 4.

Varianta bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 11, je uspořádána podobně jako blok jaderného paliva v provedení podle obr. 1. Liší se od něho pouze tím, že sousedící trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 umístěné před úseky 5 článků reaktoru 4 jsou staženy do hustého svazku s menšími vzájemnými roztečemi, než jsou rozteče na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Tím vytvářejí trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 hustý středový svazek. Pro umožnění přechodu do tohoto hustého středového svazku vytvářejí trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 v návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 přechodové části 20, jejichž průměr je menší než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Provedením přechodových částí 20 o menším průměru na trubkách s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 je umožněno lep-

ší rozdělování teplonosného média při jeho nátoku do úseků 5 článků reaktoru 4.

Ve variantě bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 12, jsou sousedící trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9, umístěné před úseky 5 článků reaktoru 4 v mezeře 12 mezi stěnami tělesa 1 a dutým tělesem 21 (obr. 13), uspořádány s menšími vzájemnými roztečemi, než jsou rozteče na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4, takže vytvářejí zhuštěný obvodový svazek těchto trubek s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9. Pro umožnění přechodu do tohoto hustého obvodového svazku vytvářejí trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 v návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 přechodové části 22, jejichž průměr je menší než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 jsou přitom umístěny v tělese 1 za úseky 5 článků reaktoru 4. Těleso 1 a duté těleso 21 jsou provedeny jako šestihřanné (obr. 13) — vnější povrch dutého tělesa 21 a vnitřní povrch tělesa 1 mají tudíž shodný tvar. Provedením přechodových částí 22 o menším průměru (obr. 12) na trubkách s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 je umožněno lepší rozdělování teplonosného média při jeho nátoku do úseků 5 článků reaktoru 4, přičemž vytvoření zhuštěného obvodového svazku trubek s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 umožňuje umístění většího počtu těchto trubek s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 do mezery 12 mezi tělesem 1 a dutým tělesem 21 (obr. 13).

Nejvyšší účinnost vykazuje svým užitným výkonem varianta bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu v provedení podle obr. 14, v níž jsou všechny trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 i periferní skupiny 9 umístěny před úseky 5 článků reaktoru 4 ve vnitřním prostoru dutého tělesa 23, přičemž jejich vzájemné rozteče jsou menší, než jsou rozteče na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Tímto uspořádáním vytvářejí všechny trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 i periferní skupiny 9 společný zhuštěný středový svazek. Pro umožnění přechodu do tohoto zhuštěného středového svazku vytvářejí trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 i periferní skupiny 9 v návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 přechodové části 24, jejichž průměr je menší než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Trubky s plynovými dutinami 7 jsou uchyceny v dutém tělese 23 vodicími mřížemi 25. Duté těleso 23 má šestihřanný tvar — jeho vnější povrch je tudíž tvarově shodný s vnitřním povrchem pláště 1. Tímto tvarem dutého tělesa 23 a vytvořením zhuštěného středového svazku trubek s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 i periferní skupiny 9 je

umožněno snížení odporu bloku proti proudění teplotosného média v úseku umístění trubek s plynovými dutinami 7.

Ve variantě bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 15, jsou trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 umístěny před úseky 5 článků reaktoru 4 a jsou vzájemně těsně spojeny — např. svařením nebo pájením — tak, že vytvářejí duté těleso (obr. 16). V návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 vytvářejí trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 přechodové části 26, jejichž průměr je menší než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 jsou umístěny za úseky 5 článků reaktoru 4. Vnější povrch dutého tělesa vytvářeného trubkami s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 má tvar shodný s vnitřním šestihranným povrchem tělesa 1 bloku (obr. 16), přičemž je mezi dutým tělesem a tělesem 1 ponechána mezera 12 o rozměru 0,5 — 5 mm. Pro možnost uchycení takto utvářeného dutého tělesa je v přírubě čepu 3 provedena obvodová drážka 27, do níž jsou svazeny konce trubek s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9, vytvářejících duté těleso.

Varianta bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 18 a 19, se od provedení bloku podle obr. 15 liší tím, že trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8, jakož i periferní skupiny 9 jsou umístěny před úseky 5 článků reaktoru 4, přičemž trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 jsou staženy do zhuštěného středového svazku, umístěného uvnitř dutého tělesa vytvořeného vzájemně těsně spojenými trubkami s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9. Trubky s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8 vytvářejí přitom v návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 rovněž přechodové části 28, jejichž průměr je menší než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. U tohoto provedení bloku je průtočný průřez teplotosného média v úseku umístění trubek s plynovými dutinami 7 větší, protože konstrukce bloku neobsahuje žádný doplňkový prvek — duté těleso je vytvořeno trubkami s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9.

Ve variantě bloku jaderného paliva pro rychlé jaderné reaktory podle vynálezu, v provedení podle obr. 20 a 21, jsou všechny trubky s plynovými dutinami 7 středové skupiny 8 i periferní skupiny 9 umístěny před úseky 5 článků reaktoru 4, přičemž jsou uspořádány do obvodového zhuštěného svazku s těsně spojenými stěnami — např. svařením nebo pájením — tak, že vytvářejí duté těleso (obr. 21). V návaznosti na úseky 5 článků reaktoru 4 vytvářejí všechny trubky s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 i středové skupiny 8 přechodové části 26, resp. 28, jejichž průměr je menší

než průměr na ně navazujících úseků 5 článků reaktoru 4. Aby bylo možno vytvořit duté těleso i z trubek s plynovými dutinami 7 střední skupiny 8, jsou tyto v uvedených přechodových částech 28 vyhnuty směrem k obvodu bloku. Vnější povrch dutého tělesa vytvářeného těsně spojenými trubkami s plynovými dutinami 7 periferní skupiny 9 i střední skupiny 8 je tvarově shodný s vnitřním šestihranným povrchem tělesa 1 bloku (obr. 21).

Blok jaderného paliva pro rychlý jaderný reaktor podle vynálezu, v provedení podle obr. 1, pracuje takto:

Teplotosné médium vstupuje do vnitřku tělesa 1 bloku jaderného paliva vstupními otvory 10, provedenými v čepu 3 tělesa 1, a při svém dalším průtoku tělesem 1 omývá postupně trubky s plynovými dutinami 7 ležící před úseky 5 článků reaktoru 4 vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem 6. Pak část teplotosného média pronikne do mezery 12, vytvořené mezi stěnami tělesa 1 a dutým tělesem 13, a hlavní proud teplotosného média při svém dalším průtoku tělesem 1 omývá úseky 5 článků reaktoru 4, přičemž přejímá teplo vznikající v průběhu jaderné reakce a sálající z povrchu trubek úseků 5 článků reaktoru 4.

Teplotosné médium, ohřáté v úsecích 5 článků reaktoru 4, omývá dále trubky s plynovými dutinami 7, umístěné v tělese 1 za úseky 5 článků reaktoru 4, načež z tělesa 1 bloku vytéká výstupními otvory 11 provedenými v hlavici 2 tělesa 1. Při průtoku teplotosného média vnitřkem tělesa 1 bloku se jeho tlak v důsledku odporů třením všech vestaveb bloku postupně snižuje. Z toho důvodu je v meziprostoru 14 — tj. ve směru proudění teplotosného média těsně před úseky 5 článků reaktoru 4 — tlak teplotosného média nižší než na vstupu teplotosného média do tělesa 1 bloku. Tímto nižší hodnotou tlaku působí také v mezeře 12 mezi stěnami tělesa 1 bloku a dutým tělesem 13. To znamená, že stěny tělesa 1 bloku jsou vystaveny působení nižšího vnitřního přetlaku, jelikož tlak v prostoru aktivní zóny mezi bloky jaderného paliva je prakticky konstantní a přibližně rovný tlaku teplotosného média na výstupu z tělesa 1 bloku.

Provoz bloků jaderného paliva v ostatních popsáných variantách provedení je prakticky podobný popsánému způsobu provozu bloku jaderného paliva v provedení podle obr. 1.

Při provedení bloku jaderného paliva pro rychlý jaderný reaktor podle vynálezu se tlak rozhodující pro pevnostní výpočet stěn tělesa 1 bloku snižuje asi o 30 %. Z toho vyplývá možnost zmenšení tloušťky stěn tělesa 1 bloku a tím snížení objemového podílu konstrukčních materiálů v aktivní zóně rychlých jaderných reaktorů. Tím se zlepšuje bilance neutronů v aktivní zóně jaderného reaktoru, reprodukce se zvýší asi o 0,07 a čas zdvojení se zkrátí na 20 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Blok jaderného paliva pro jaderné reaktory s rychlými neutrony, v jehož tělese, uzavřeném na jednom čele hlavicí a na druhém čele přírubou s čepem, jsou uspořádány články reaktoru, sestávající z úseků vyplněných štěpitelným a množivým materiálem a z trubek s plynovými dutinami, určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, navazujících na tyto úseky a rozdělených na střední skupinu a periferní skupinu, přičemž alespoň jedna z těchto skupin trubek s plynovými dutinami je umístěna v prostoru za vstupními otvory teplotního média do tělesa bloku, provedenými v čepu tělesa bloku, a tudíž před úseky článků reaktoru vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem, vyznačující se tím, že uvnitř tělesa (1) bloku je zabudováno duté těleso (13), upevněné jedním svým čelem k přírubě čepu (3) tělesa (1), přičemž průtokový průřez mezi dutým tělesem (13) a stěnami tělesa (1) je až 50 % průtokového průřezu tělesa (1).

2. Blok jaderného paliva podle bodu 1 vyznačující se tím, že výška dutého tělesa (13) je rovna 0,7 až 1,4 délky trubek (7) s plynovými dutinami, určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, umístěných v prostoru za vstupními otvory (10) teplotního média do tělesa (1), provedenými v čepu (3) tělesa (1), a před úseky (5) článků

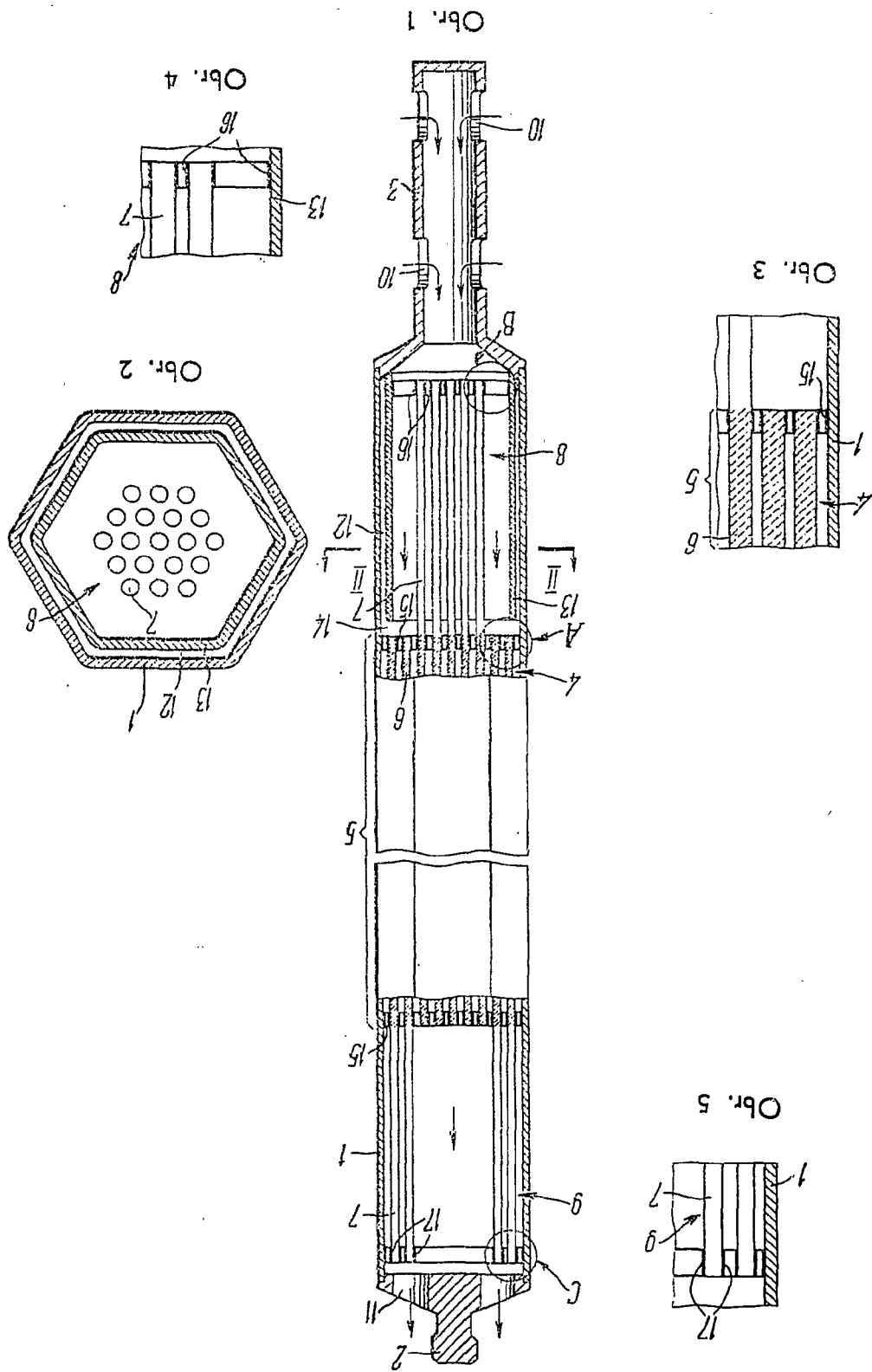
reaktoru (4) vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem (6).

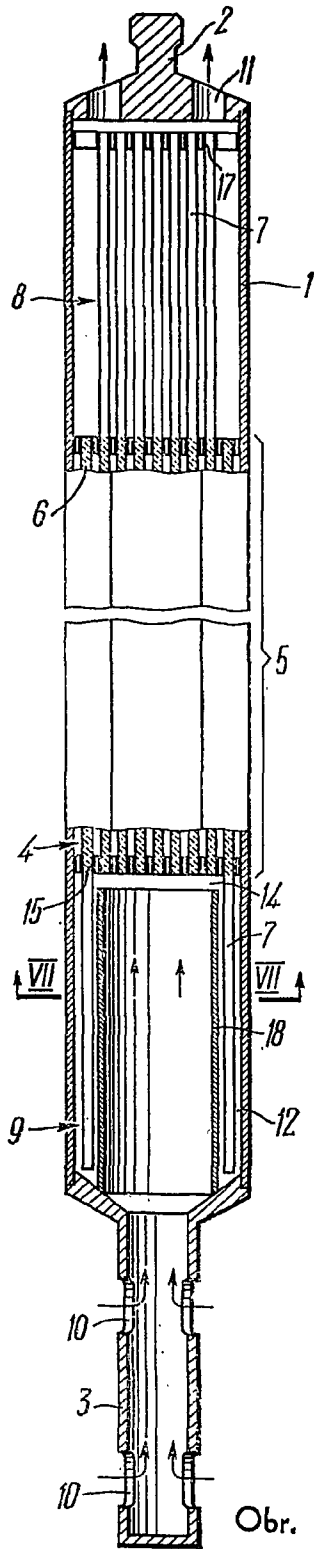
3. Blok jaderného paliva podle bodů 1 nebo 2 vyznačující se tím, že vnější povrch dutého tělesa (13) má tvar shodný s vnitřním povrchem tělesa (1).

4. Blok jaderného paliva podle kteréhokoliv z bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že trubky (7) s plynovými dutinami, určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, umístěné v prostoru za vstupními otvory (10) teplotního média do tělesa (1), provedenými v čepu (3) tělesa (1), a před úseky (5) článků reaktoru (4), vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem (6), jsou uspořádány s menšími vzájemnými roztečemi než na ně navazující úseky (5) článků reaktoru (4) vyplněné štěpitelným a množivým materiálem (6).

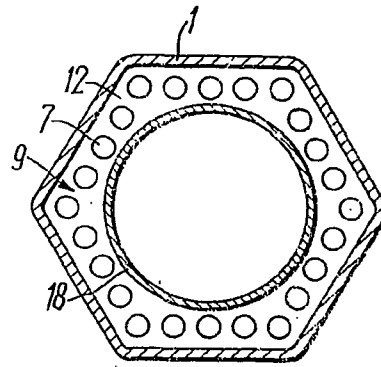
5. Blok jaderného paliva podle některého z bodů 1 až 4 vyznačující se tím, že při umístění trubek (7) periferní skupiny (9), s plynovými dutinami určenými pro jímání plyných zplodin štěpení, v prostoru za vstupními otvory (10) teplotního média do tělesa (1), provedenými v čepu (3) tělesa (1), a před úseky (5) článků reaktoru (4), vyplněnými štěpitelným a množivým materiálem (6), lze duté těleso vytvořit vzájemným spojením stěn trubek (7) s plynovými dutinami periferní skupiny (9).

9 listů výkresů

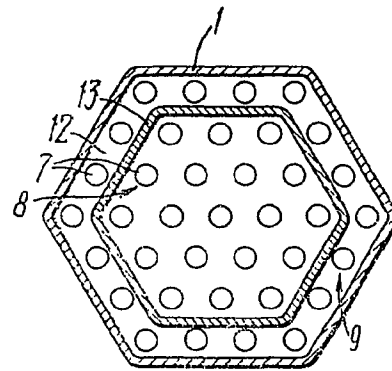
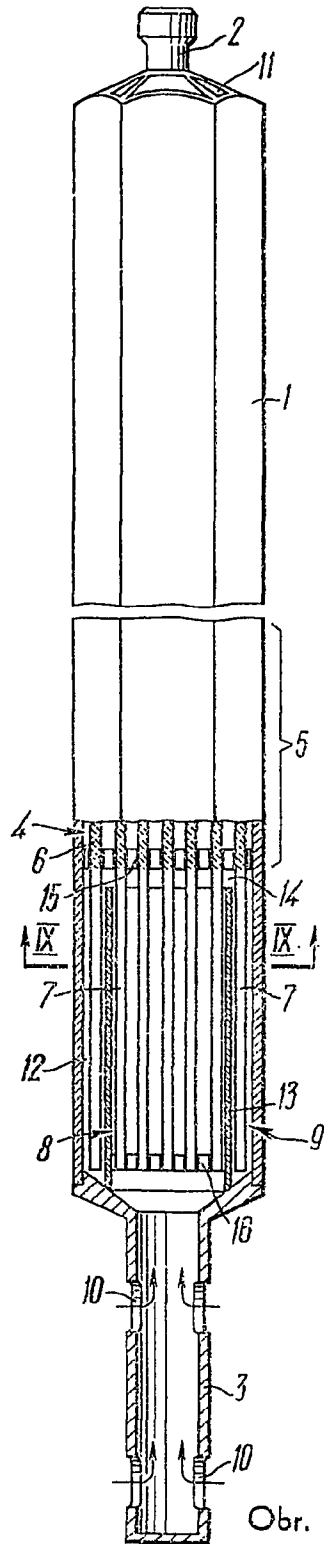




Obr. 6

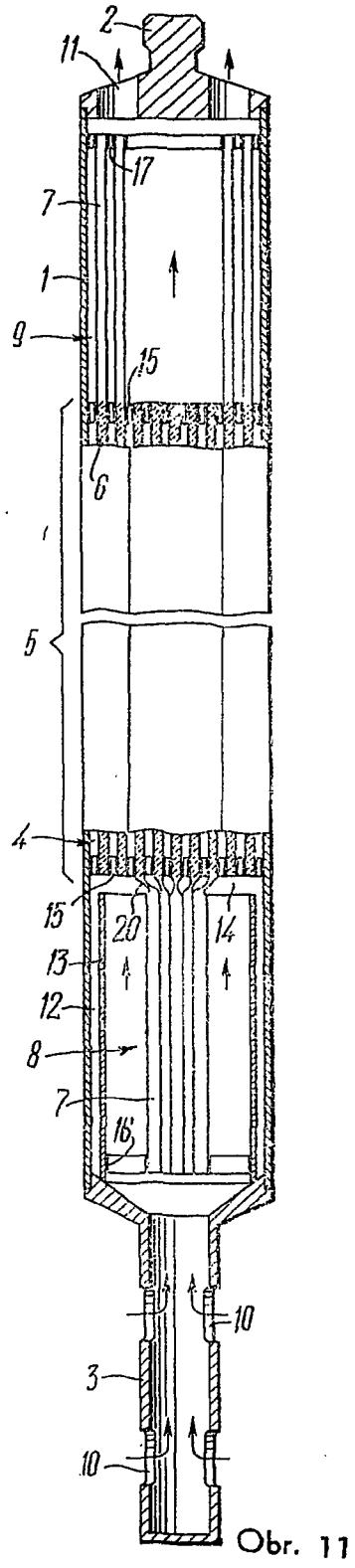
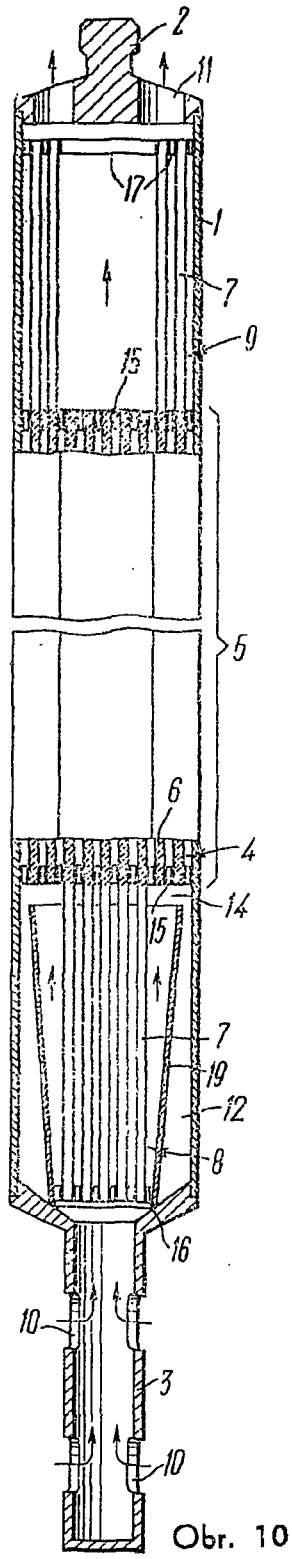


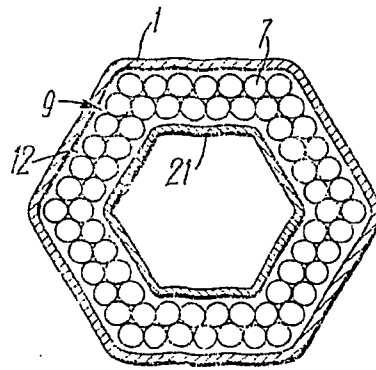
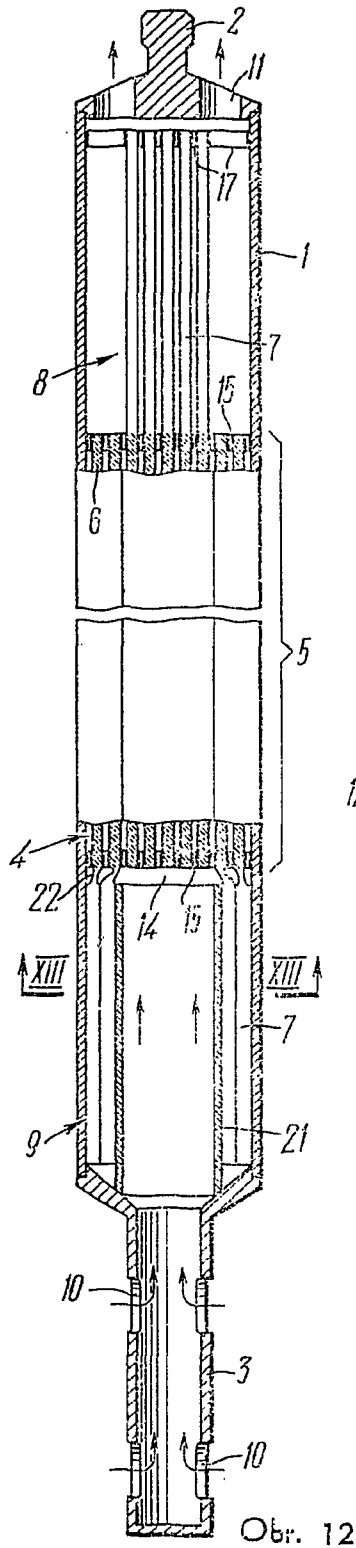
Obr. 7



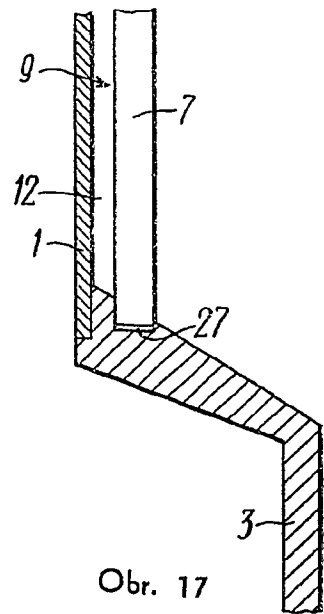
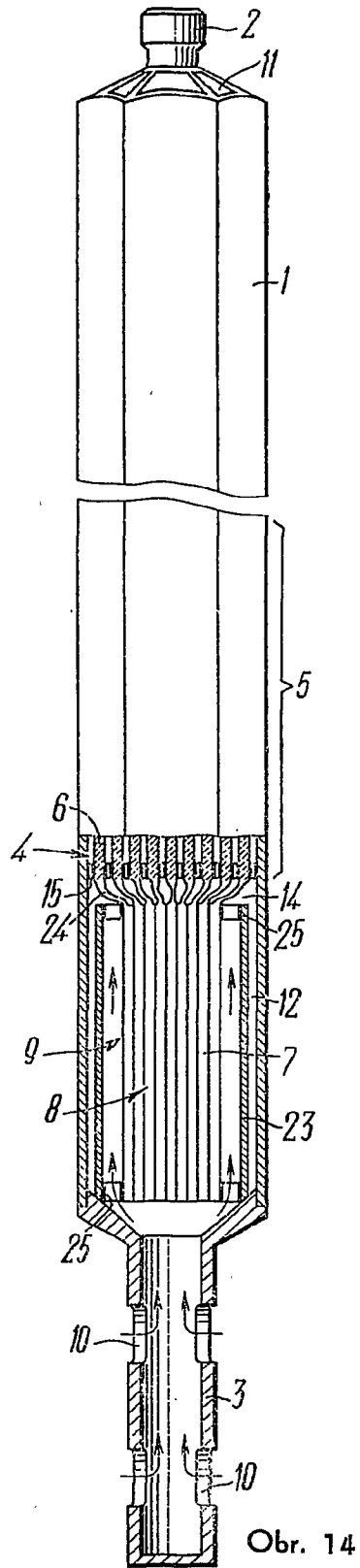
Obr. 9

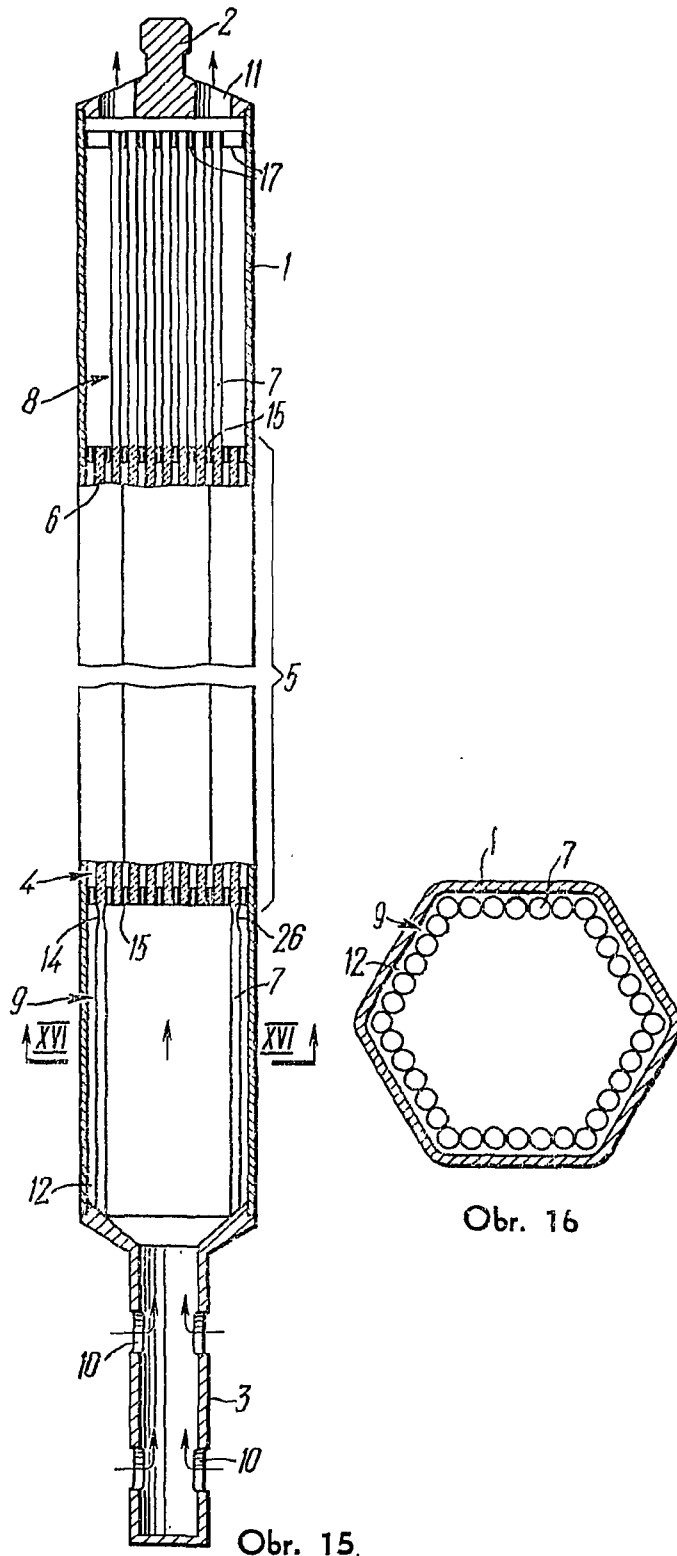
Obr. 8





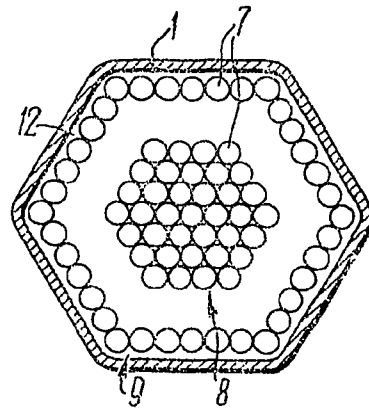
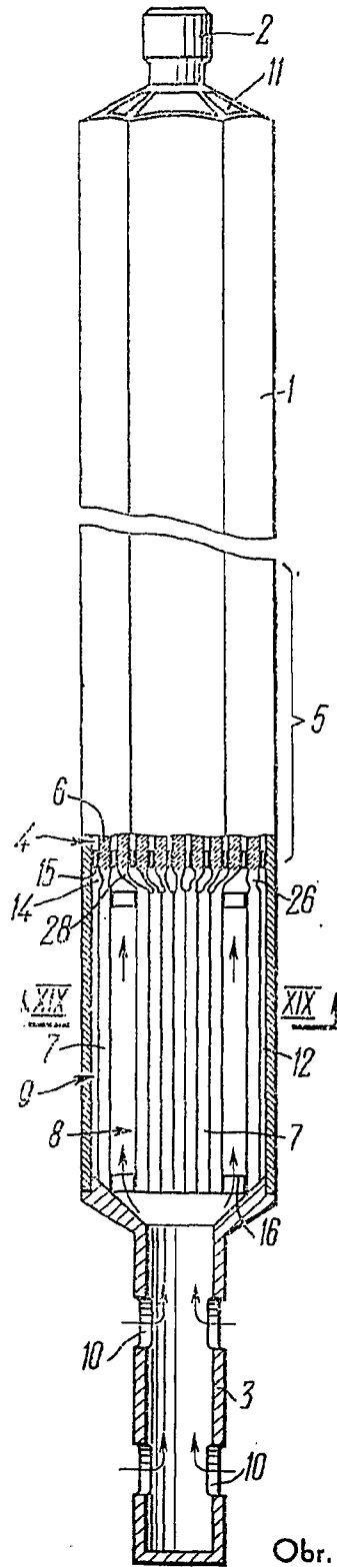
Obr. 13





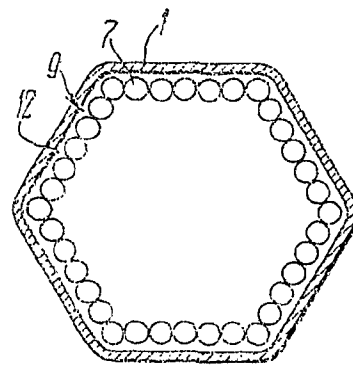
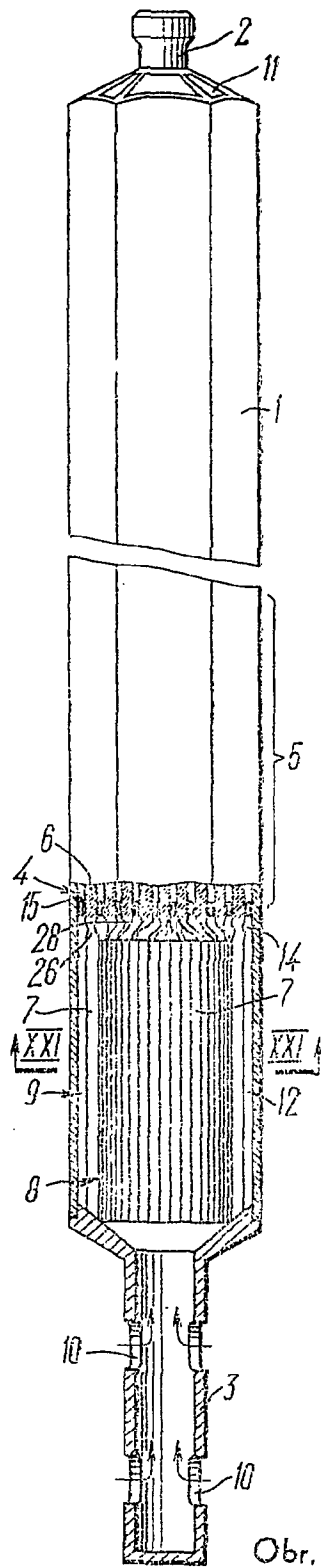
Obr. 16

Obr. 15.



Обр. 19

Обр. 18



Obr. 21

Obr. 20