

CZ 283 837 B6

283 837

G 21 C 1/00

Jaderný reaktor

Oblast techniky

5

Vynález se týká jaderného reaktoru, sestávajícího z válcového tělesa, z reflektoru v tomto válcovém tělese, z aktivní zóny v tomto reflektoru a z podpěry pro nesení reflektoru a aktivní zóny.

10 Dosavadní stav techniky

U běžného jaderného reaktoru je aktivní zóna, sestávající z palivových tyčí, uspořádaných v modulových podélných sestavách, umístěna ve válcovém tělese, které je zase umístěno uvnitř tlakové nádoby reaktoru. U systémů na výrobu páry, které používají tyto jaderné reaktory, je
15 chladicí voda přiváděna do tlakové nádoby reaktoru, proudí dolů prstencovým prostorem mezi válcovým tělesem a stěnou tlakové nádoby, dole mění směr a proudí nahoru do aktivní zóny otvory, provedenými v podpěře, nesoucí aktivní zónu. V prostoru mezi aktivní zónou a válcovým tělesem je uspořádán reflektor pro odrážení neutronů, který je chlazen částí této chladicí vody. V patentu US 4 849 162 je znázorněno uspořádání reflektoru, kde je množství svisle stojících
20 tyčí umístěno po délce aktivní zóny v těsném svazku, přičemž prostor mezi tyčemi tvoří stejnoměrný průchod vody reflektorem. Průměr tyčí je zvolen tak, aby byl vytvořen požadovaný průchod pro dosažení požadovaného přenosu tepla. V patentu US 4 701 299 je popsáno modulové obložení aktivní zóny, provedené kolem ní, které sestává z celků tvaru hranolu, uspořádaných vedle sebe uvnitř válcového tělesa. Takto vzniklé obložení tedy sestává z modulových
25 kovových elementů, uspořádaných „těsně vedle sebe“ tak, že toto modulové obložení zaujímá vlastně celý objem prstence kolem aktivní zóny.

Každé z těchto řešení je založeno na provedení těžkého, drahého a složitého reflektoru, který sestává z mnoha dílů, zejména upevňovacích prostředků, přidržujících reflektor ve válcovém
30 tělese.

Úkolem vynálezu je vytvořit nekomplikovaný a spolehlivý reflektor reaktoru, který bude mít malou hmotnost.

35

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje jaderný reaktor, sestávající z válcového tělesa, z reflektoru v tomto válcovém tělese, z aktivní zóny v tomto reflektoru a z podpěry pro nesení reflektoru
40 a aktivní zóny, podle vynálezu, jehož podstatou je, že reflektor sestává ze sloupce, tvořeného v podstatě kruhovými reflektorovými bloky s aktivní zónou uprostřed, přičemž každý reflektorový blok je opatřen otvory pro průchod vody, upravenými v reflektorovém bloku ve směru kolmém k podpěře aktivní zóny a v zákrytu s otvory sousedního reflektorového bloku, pro vytvoření rovnoběžných průtočných drah vody sloupcem z podpěry aktivní zóny, a sousední
45 reflektorové bloky se dotýkají navzájem vždy v rovině rovnoběžné s podpěrrou pro nesení reflektoru a aktivní zóny.

Reflektor jaderného reaktoru je tedy vytvořen z v podstatě kruhových reflektorových bloků tvaru prstence, které mají svislé stěny rovnoběžné s obvodem aktivní zóny. Tyto reflektorové bloky
50 jsou naskládány na sebe do sloupce. Celý sloupec je posazen na podpěru. Bloky jsou opatřeny svislými kanálky nebo otvory pro průchod vody, jejichž celková plocha se zvolí podle potřeby a může činit například 10 % plochy průřezu reflektorového bloku. Kanálky nebo otvory, provedené v reflektorových blocích, na sebe navazují a vytvářejí průchody vody po celé výšce vzniklého sloupce, tvořícího reflektor.

Podle výhodného provedení vynálezu vzniknou po naskládání jednotlivých reflektorových bloků na sebe mezi nimi spoje. Tyto spoje jsou vodorovné a v jedné rovině s místy upevnění konců palivových tyčí, která jsou tvořena držáky. Voda, „tryskající“ ze spojů mezi jednotlivými reflektorovými bloky, tedy naráží do držáků palivových tyčí a nikoli do středních částí palivových tyčí.

Podle dalšího výhodného provedení vynálezu má vnější obvod všech reflektorových bloků, kromě nejhořejšího reflektorového bloku, čtyři přímé strany, rozmístěné vůči sobě po 90°, které tvoří prostor mezi vnější plochou reflektorových bloků a vnitřní plochou stěny válcového tělesa. Tímto prostorem mezi válcovým tělesem a sloupcem proudí část vody z podpěry aktivní zóny nahoru kolem vnější strany reflektoru, a to z kanálků, upravených pouze ve spodním reflektorovém bloku. Horní reflektorový blok je opatřen přírubou, která uzavírá prostor mezi sloupcem a válcovým tělesem, a tím omezuje množství proudící vody kolem reflektoru.

Podle dalšího výhodného provedení podle vynálezu procházejí válcovým tělesem do uložení v přírubě čepy, určené pro slícování těchto součástí. Podle vynálezu jsou upraveny čtyři tyto čepy, rozmístěné po 90° vůči sobě.

Podle dalšího výhodného provedení podle vynálezu je každý čep pro slícování přivařen do válcového tělesa a jeho uložení je tvořeno vždy svislým zářezem v přírubě, které pak umožní vložení sestaveného sloupce do válcového tělesa. Když sloupec reflektorových bloků spočívá na podpěře, jsou tyto čepy umístěny ve svislých zářezích.

Podle dalšího výhodného provedení vynálezu jsou čepy pro slícování opatřeny protilehlými svislými rovnými ploškami v určité vzdálenosti od protilehlých stěn svislých zářezů. Když je sloupec uložen na daném místě na podpěře, provede se změření těchto vzdáleností a provede se obrobení vložek na rozměry menší, než jsou změřené vzdálenosti, o hodnotu, odpovídající vypočítané tepelné roztažnosti, načež se tyto vložky přivaří k přírubě tak, že vyplní prostor mezi čepem a přírubou.

Podle dalšího výhodného provedení podle vynálezu je nejspodnější reflektorový blok, který spočívá na podpěře aktivní zóny, opatřen otvory pro vložení čepů pro slícování, které vystupují z otvorů v tomto reflektorovém bloku do otvorů v podpěře aktivní zóny. Tyto čepy pro slícování jsou opatřeny kanálky pro průchod vody a vedou vodu v podpěře vodorovně a nahoru do otvorů nebo kanálků v tomto dolním reflektorovém bloku.

Řešením podle vynálezu je tedy vytvořen reflektor s minimálním počtem závitových upevňovacích prostředků, zejména v oblasti aktivní zóny s vysokým průtokem chladicí vody. Tento reflektor je velmi spolehlivý, snadno sestavitelný a poměrně levný ve srovnání se známými druhy reflektorů. U takto vzniklého reflektoru existuje minimální počet vodorovných mezer, které jsou potencionálními zdroji tryskání proudů vody, které by mohly poškodit palivové tyče, protože jsou všechny tyto mezery upraveny v místech mechanického upevnění palivových tyčí.

45 Přehled obrázků na výkresech

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

- 50 obr. 1 znázorňuje svislý řez nádobou reaktoru s v podstatě kruhovými reflektorovými bloky podle vynálezu s aktivní zónou v těchto reflektorových kruhových blocích,
 obr. 2 řez podle čáry 2-2 z obr. 1,

- obr. 3 svislý řez částí válcového tělesa a příslušných reflektorových bloků podle vynálezu,
 obr. 4 v nárysu čep pro slícování, použitý mezi podpěrou aktivní zóny a nejnižším reflektorovým blokem,
 obr. 5 v nárysu čep pro slícování, použitý mezi středními reflektorovými bloky podle vynálezu,
 5 obr. 6 svislý řez částí uspořádaných reflektorových bloků z obr. 1 a přilehlého válcového tělesa aktivní zóny,
 obr. 7 v pohledu shora řez částí válcového tělesa aktivní zóny s čepem pro slícování a částí horního reflektorového bloku,
 obr. 8 řez podle čáry 8-8 z obr. 7,
 10 obr. 9 nárys části rozhraní mezi nejnižším reflektorovým blokem a podpěrou aktivní zóny,
 obr. 10 řez podle čáry 10-10 z obr. 9,
 obr. 11 řez podle čáry 11-11 z obr. 9, a
 obr. 12 v perspektivním pohledu horní část, neboli dva nejhořejší reflektorové bloky podle vynálezu.

15

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněna typická nádoba 22 reaktoru, v níž je uspořádáno osm v podstatě kruhových reflektorových bloků 10.1-10.8 (viz rovněž obr. 2 a obr. 12), spočívajících na podpěře 12, která podpírá aktivní zónu 14 reaktoru, umístěnou v středové části reflektorových bloků 10.1-10.8. Tyto reflektorové bloky 10.1-10.8, když jsou sestaveny, tvoří sloupec 11, vymezující šachtu 10. Aktivní zóna 14 reaktoru běžného typu sestává z mnoha svislých palivových tyčí 16, zavěšených či upevněných mezi držáky 18. Palivové tyče 16 a reflektorové bloky 10.1-10.8 jsou
 25 umístěny ve válcovém tělese 20, upraveném v nádobě 22 reaktoru, kterou cirkuluje mezi vstupem 24 a výstupem 26 voda. Průtok chladicí vody sleduje dráhu, znázorněnou šipkami 28, procházející mezi válcovým tělesem 20 a stěnou 22.2 reaktoru do místa 30 pod podpěrou 12, v níž je provedeno mnoho průchozích otvorů 12.2, jimiž voda prochází vzhůru a dále aktivní zónou 14, neboli svazkem palivových tyčí 16, do horní komory 33 nádoby 22 reaktoru, kde voda
 30 vystupuje výstupem 26.

Jak bude vysvětleno později, proudí voda rovněž svisle v průchodech, uspořádaných v reflektorových blocích 10.1-10.8, avšak v této souvislosti je nutno uvést, že voda vstupuje do svazku palivových tyčí 16 v rozhraní 10.12 u nejnižšího reflektorového bloku 10.1 a podpěry 12.
 35 Zejména na obr. 9 je znázorněno, že nejnižší reflektorový blok 10.1 obsahuje mnoho otvorů 30, uspořádaných v zákrytu s otvory v sousedním reflektorovém bloku 10.2 (viz obr. 1). Obr. 9, který znázorňuje spodní reflektorový blok 10.1, viděný z místa, ve kterém sousedí (dotýká se) s podpěrou 12, dále znázorňuje, že v tomto reflektorovém bloku 10.1 je proveden první kanálek 32 se vstupem 32.1 a výstupem 32.2, probíhající reflektorovým blokem 10.1 z prostoru
 40 aktivní zóny 14 do prostoru 13 mezi válcovým tělesem 20 a reflektorovým blokem 10.1. Tento prostor 13 je lépe vidět na obr. 2, kde je rovněž vidět, že voda, která proudí z aktivní zóny 14 do prostoru 13 prvními kanálky 32, proudí nahoru v podstatě podél ploché části šachty 11. Je možno vidět, že uvedené první kanálky 32 jsou vidět na čtyřech místech reflektorového bloku 10.1. Voda proudí nahoru po straně sloupce 11 ve směru X a čtyřmi místy 11.1. Na obr. 9 jsou rovněž
 45 vidět otvory, které mají různé průměry a jsou rozloženy s různými hmotami Y v reflektorovém bloku 10.1. Množství těchto otvorů a jejich velikost se vypočítá pro vytvoření specifického „prázdného prostoru“, to jest celkové plochy průřezu všech otvorů, která činí například 10 % plochy reflektorového bloku 10.1.

- Na obr. 9 je rovněž znázorněn druhý kanálek 33; tento druhý kanálek 33 umožňuje proudění vody mezi spodní částí aktivní zóny 14 a nejnižším reflektorovým blokem 10.1, kde se dostane do některých otvorů 30. Tyto druhé kanálky 33 však neprocházejí reflektorovým blokem 10.1 úplně, a tvoří dráhu průtoku vody do výstupu 32.2, provedeného ve spodní části reflektorového bloku 10.1 a rovněž připojeného k prvnímu kanálku 32. Rozhraní 10.12 a 10.13, v nichž jsou provedeny kanálky 32 a 33 a výstup 32.2, sousedí přímo s podpěrou 12. Výsledkem toho je, že stěna 10.15 se dotýká vnitřní stěny 20.1 válcového tělesa 20. Uspořádání otvorů je dobře vidět na obr. 2, kde se reflektorový blok 10.1 dotýká vnitřní stěny 20.1.
- Pro ovládání průtoku prvními kanálky 32 má jeho vstup 32.1 menší plochu průřezu, než jeho výstup 32.2 (viz obr. 10). Na obr. 11 je znázorněn řez druhým kanálkem 33, který jednoduše ústí do dutiny 32.3, tvořící přístup k více otvorům 30. Pro jasnost se opakuje, že otvory 30 procházejí lineárně každým reflektorovým blokem 10.1-10.8, čímž je umožněno proudění vody těmito otvory 30 a sloupcem 11 a její výstup z horní části horního reflektorového bloku 10.8.
- Kanálky 32 a 33, jak již bylo uvedeno výše, jsou upraveny pouze v dolním reflektorovém bloku 10.1. Je rovněž vidět, že rozložení otvorů 30 v přímých sekcích a zakřivených sekcích se symetricky opakuje kolem každého reflektorového bloku 10.1-10.8, a že toto rozložení mezi sousedními reflektorovými bloky 10.1-10.8 je zrcadlové.
- Na obr. 3 je znázorněno několik důležitých znaků provedení podle vynálezu. Prvním je to, že nejhořejší reflektorový blok 10.8, ačkoli má stejnou orientaci otvorů 30 (průtočná dráha XX), je odlišný od ostatních reflektorových bloků 10.1-10.7 tím, že je opatřen přírubou 10.81 se svislými zářezy 10.83 pro čepy 60, určené pro slícování. Celý sloupec, vytvořený z reflektorových bloků 10.1-10.8, je držen pohromadě spojovacími tyčemi, které jsou umístěny ve čtyřech místech kolem tohoto sloupce. Při sestavování reaktoru je sloupec z reflektorových bloků 10.1-10.8 spojen dohromady pomocí spojovacích tyčí a vložen do válcového tělesa 20. Náležitého umístění, vytvořeného sloupcem na podpěře 12, se dosáhne pomocí čepů 52, uložených v podpěře 12, viz obr. 4, které jsou opatřeny kanálky 52.1. Vstup každého z těchto kanálků 52.1 je uspořádán v zákrytu s odpovídajícím kanálkem 32 nebo 33, čímž je umožněno proudění vody, která vstupuje do kanálku 32 nebo 33 a proudí kanálkem 32 nebo 33 do místa, které je v zákrytu s jedním z otvorů 30 v nejspodnějším reflektorovém bloku 10.1. Když sloupec 11 reflektorových bloků 10.1-10.8 vloží shora do válcového tělesa 20, natočí se tak, že čtyři svislé zářezy 10.83, provedené v přírubě 10.82, jsou v zákrytu s čepy 60, přivařenými ke stěně válcového tělesa 20. Jak je znázorněno na obr. 8, zasahuje čep 60 do svislého zářezu 10.83 a jeho dvě ploché strany 60.1 jsou vzdáleny ve vzdálenosti X1 od okrajů horního reflektorového bloku 10.8. Když se sloupec 11 reflektorových bloků 10.1-10.8 vloží do válcového tělesa 20 tímto způsobem, vloží se mezi čep 60 a reflektorový blok 10.8 z každé strany jedna vložka 62, která vždy zajistí správnou polohu čepů 60, kolíků 64 a šroubů 66. Když se sloupec 11 z reflektorových bloků 10.1-10.8 umístí na podpěře 12, změří se uvedená vzdálenost X1 každého čepu 60, načež se obrobí každá vložka 62 na rozměr, odpovídající této skutečné vzdálenosti X1, s tolerancí X2, která umožní vypočítané tepelné roztažení sloupce 11 reflektorových bloků 10.1-10.8 při jejich ohřevu při činnosti reaktoru.
- Mezi podpěrou 12 a nejnižším reflektorovým blokem 10.1 jsou umístěny (ve čtyřech stejných úhlových vzdálenostech) čepy 52, určené pro slícování, jak již bylo vpředu uvedeno. Podobně jsou mezi jednotlivými reflektorovými bloky 10.1-10.8 upraveny čepy 70, určené pro slícování, to jest například mezi reflektorovými bloky 10.8 a 10.7 rovněž ve čtyřech stejných úhlových vzdálenostech, přičemž reflektorové bloky 10.1-10.8 jsou vždy opatřeny děrami 70.1, které umožňují průtočné spojení každého otvoru 30 v každém reflektorovém bloku 10.1-10.8 navzájem, když jsou tyto reflektorové bloky 10.1-10.8 sestaveny.

Na obr. 6 je znázorněn způsob vzájemného vyrovnávání všech reflektorových bloků 10.1-10.8, tvořících sloupec 11, přičemž ve čtyřech stejně od sebe úhlově vzdálených místech jsou upraveny tyče 80, procházející od horního reflektorového bloku 10.8 k dolnímu reflektorovému

bloku 10.1, které jsou k těmto reflektorovým blokům 10.1 a 10.8 připevněny šroubovým spojením. Na obr. 6 je rovněž znázorněn čep mezi podpěrou 12 a nejnižším reflektorovým blokem 10.1. Při sestavování sloupce 11 se všechny reflektorové bloky 10.1-10.8 obrobí tak, že se v nich vytvoří průchody pro tyče 80. Tyto tyče 80 přesně lícují ve vytvořených průchodech v každém reflektorovém bloku 10.1-10.8 a zabráňují jejich vzájemnému posouvání při sestavování do sloupce 11. Po demontáži sloupce 11 toto opatření umožňuje opět jeho přesné sestavení s tímto uspořádáním.

I když byl vynález popsán a vysvětlen na nejvhodnějším provedení, je zřejmé, že v rámci vynálezu je možno provádět různé úpravy, aniž by se vybočilo z jeho rámce.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Jaderný reaktor, sestávající z válcového tělesa (20), z reflektoru v tomto válcovém tělese (20), z aktivní zóny (14) v tomto reflektoru a z podpěry (12) pro nesení reflektoru a aktivní zóny (14), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že reflektor sestává ze sloupce (11), tvořeného v podstatě kruhovými reflektorovými bloky (10.1-10.8) a aktivní zónou (14) uprostřed, přičemž každý reflektorový blok (10.1-10.8) je opatřen průchozími otvory (12.2) pro průchod vody, upravenými v reflektorovém bloku (10.1-10.8) ve směru kolmém k podpěře (12) aktivní zóny (14) a v zákrytu s průchozími otvory (12.2) sousedního reflektorového bloku (10.1-10.8), pro vytvoření rovnoběžných průtočných drah vody sloupcem (11) z podpěry (12) aktivní zóny (14), a sousední reflektorové bloky (10.1-10.8) se dotýkají navzájem vždy v rovině shodné s rovinou míst upevnění palivových tyčí (16) aktivní zóny (14).

2. Jaderný reaktor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je dále opatřen kanálky (33) v rozhraní mezi prvním reflektorovým blokem (10.1) a podpěrou (12) aktivní zóny (14), přičemž tyto kanálky (33) procházejí reflektorovým blokem (10.1) do prostoru mezi sloupcem (11) a válcovým tělesem (20), který se rozkládá až k reflektorovému bloku (10.8) na horním konci sloupce (11).

3. Jaderný reaktor podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že dále nejhořejší reflektorový blok (10.8) ve sloupci (11) je opatřen přírubou (10.82), vystupující z tohoto reflektorového bloku (10.8) a zasahující ke stěně válcového tělesa (20).

4. Jaderný reaktor podle nároku 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že dále obsahuje čep (60) pro slícování, upevněný ve válcovém tělese (20) a zasahující do zářezu (10.83) v uvedené přírubě (10.82), a vložky (62), připevněné k přírubě (10.82) a umístěné v diametrálně protilehlých prostorech mezi čepem (60) a přírubou (10.82), přičemž čep (60) má v těchto prostorech vůli.

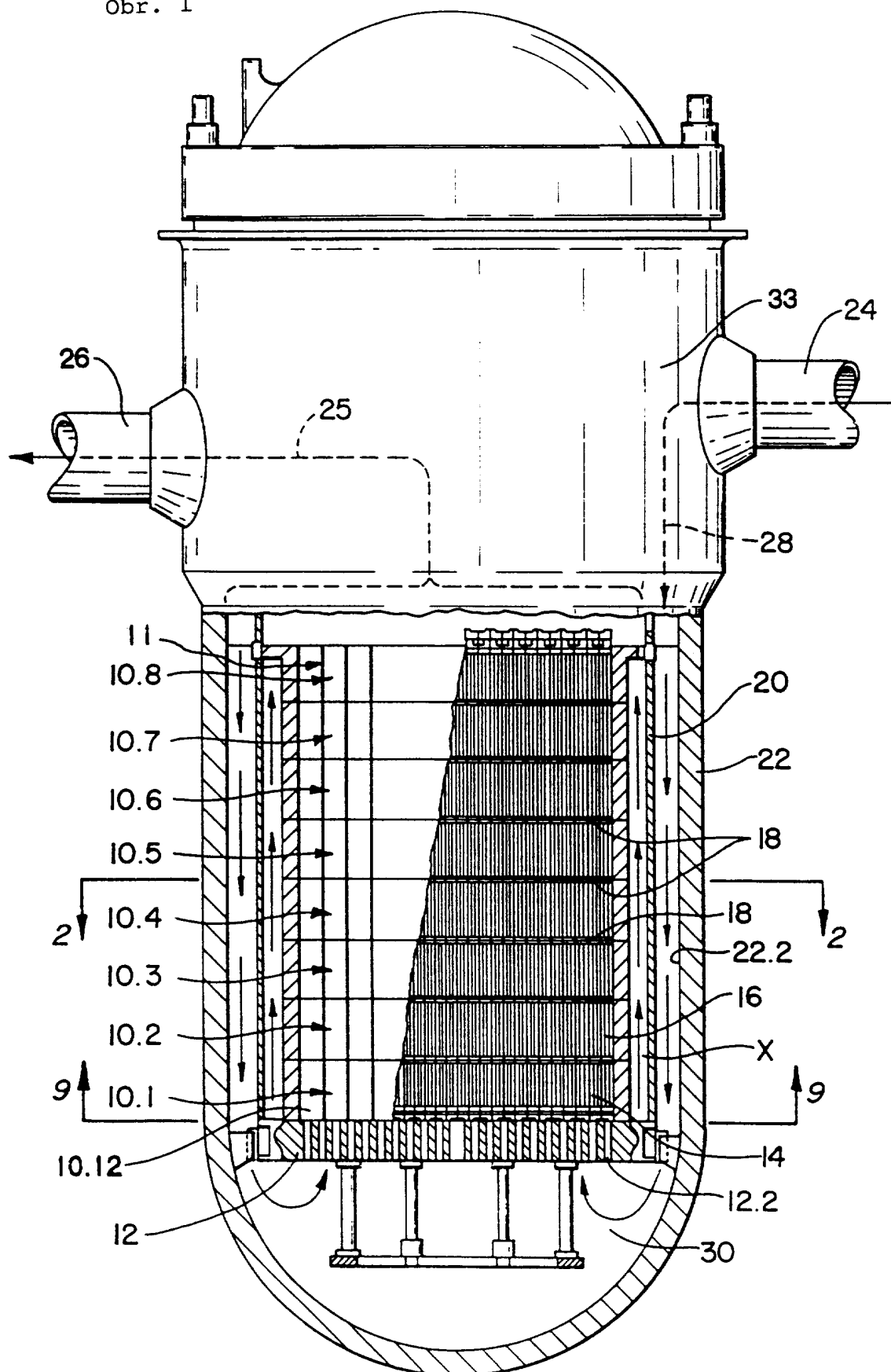
5. Jaderný reaktor podle nároku 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že přírubou (10.82) prochází uvedený zářez (10.83) rovnoběžně se stěnou válcového tělesa (20) a je tvořen dvěma rovnoběžnými plochami v přírubě (10.82), přičemž čep (60) pro slícování je opatřen dvěma protilehlými rovnoběžnými plochami, z nichž každá je rovnoběžná s jednou z uvedených ploch příruby (10.82) a má vůči ní odstup.

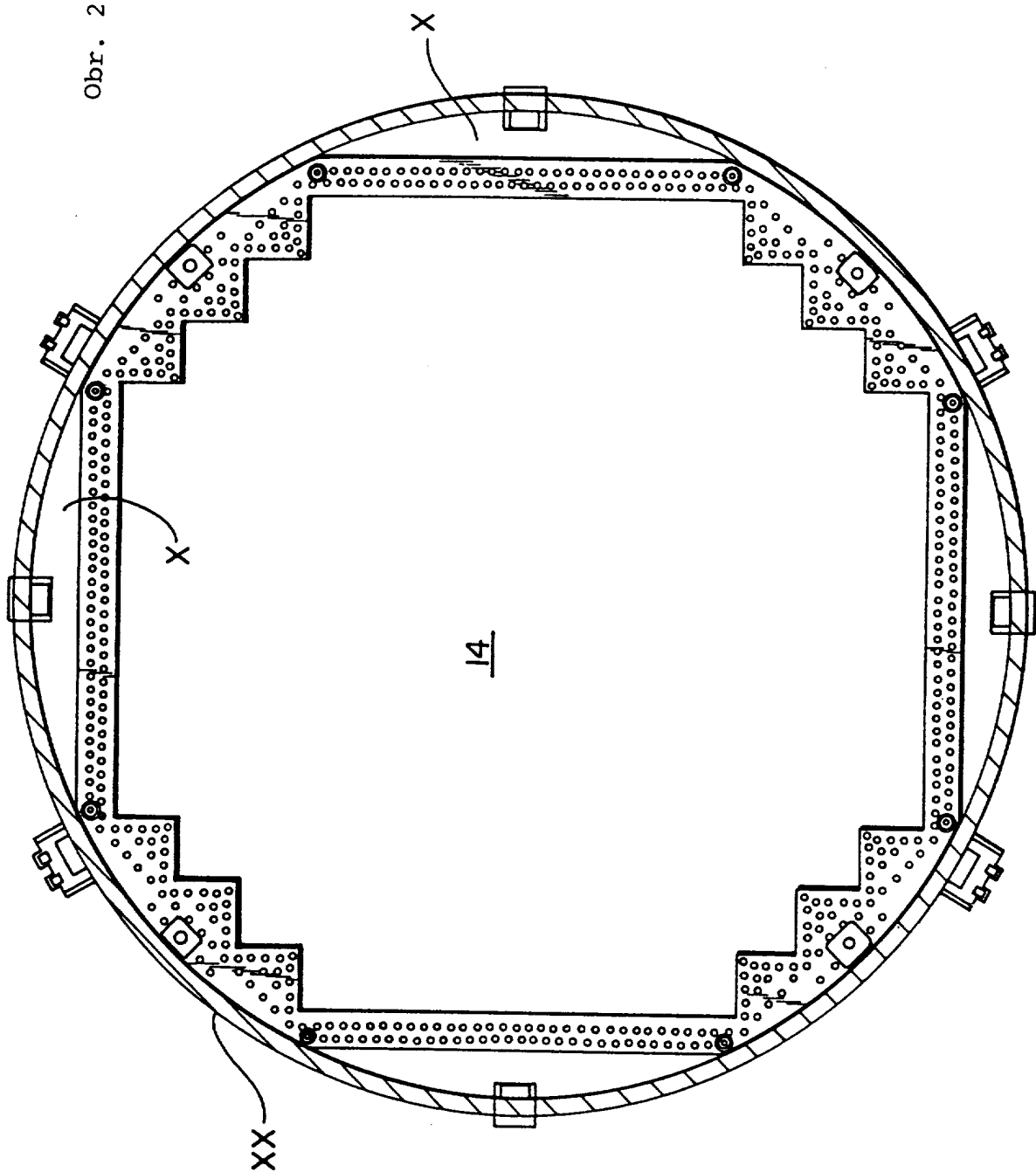
6. Jaderný reaktor podle nároku 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je opatřen průchody pro slícování, rozkládajícími se ve směru kolmému k podpěře (12) aktivní zóny (14), přičemž tyto průchody jsou rozloženy ve stejných úhlových vzdálenostech vůči sobě navzájem kolem středu kruhového reflektorového bloku (10.1-10.8), a tyčemi (80), procházejícími těmito průchody pro slícování sousedních reflektorových bloků (10.1-10.8) a zakotvenými k hornímu reflektorovému bloku (10.8) a dolnímu reflektorovému bloku (10.1) sloupce (11).

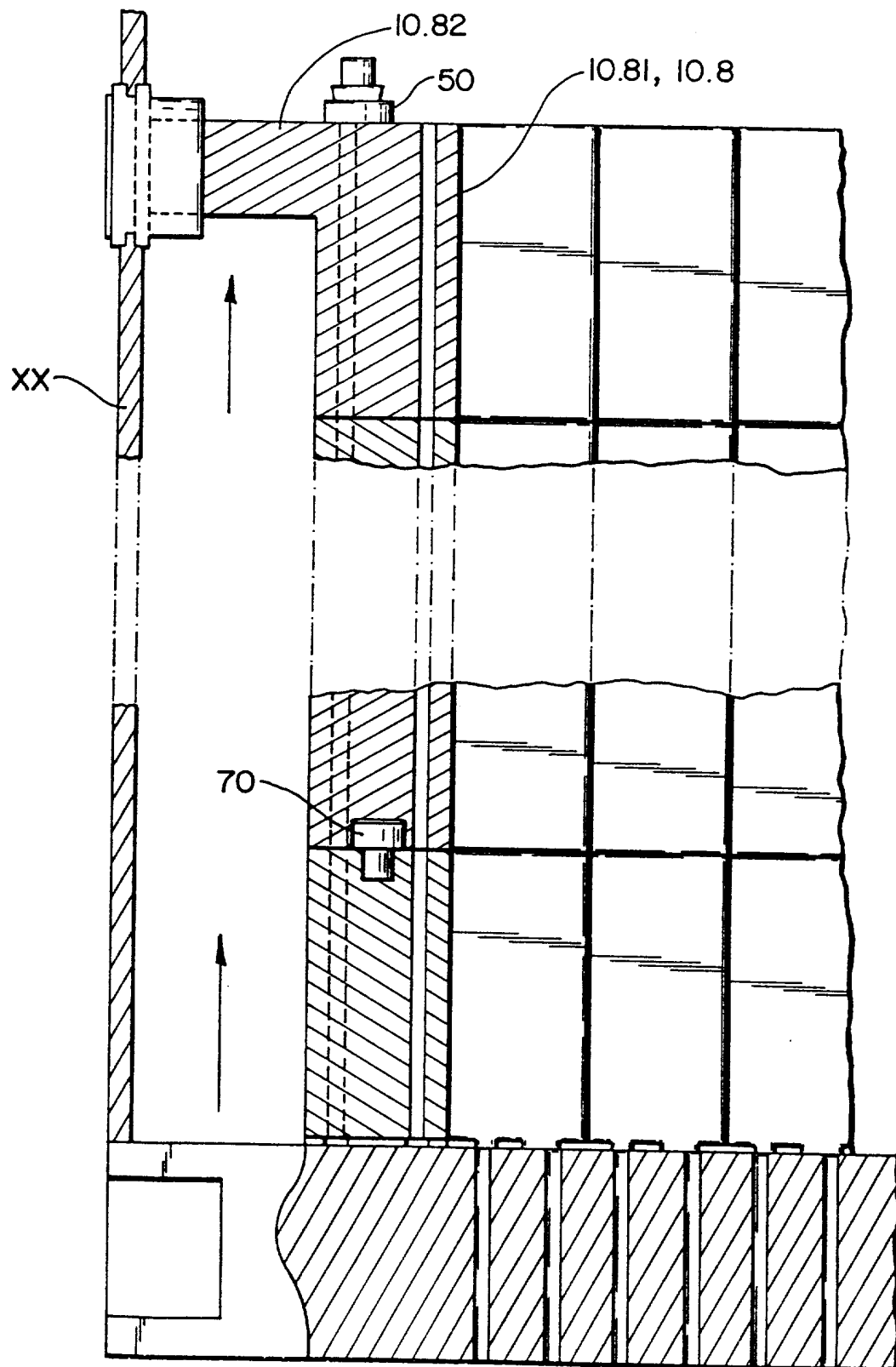
10

9 výkresů

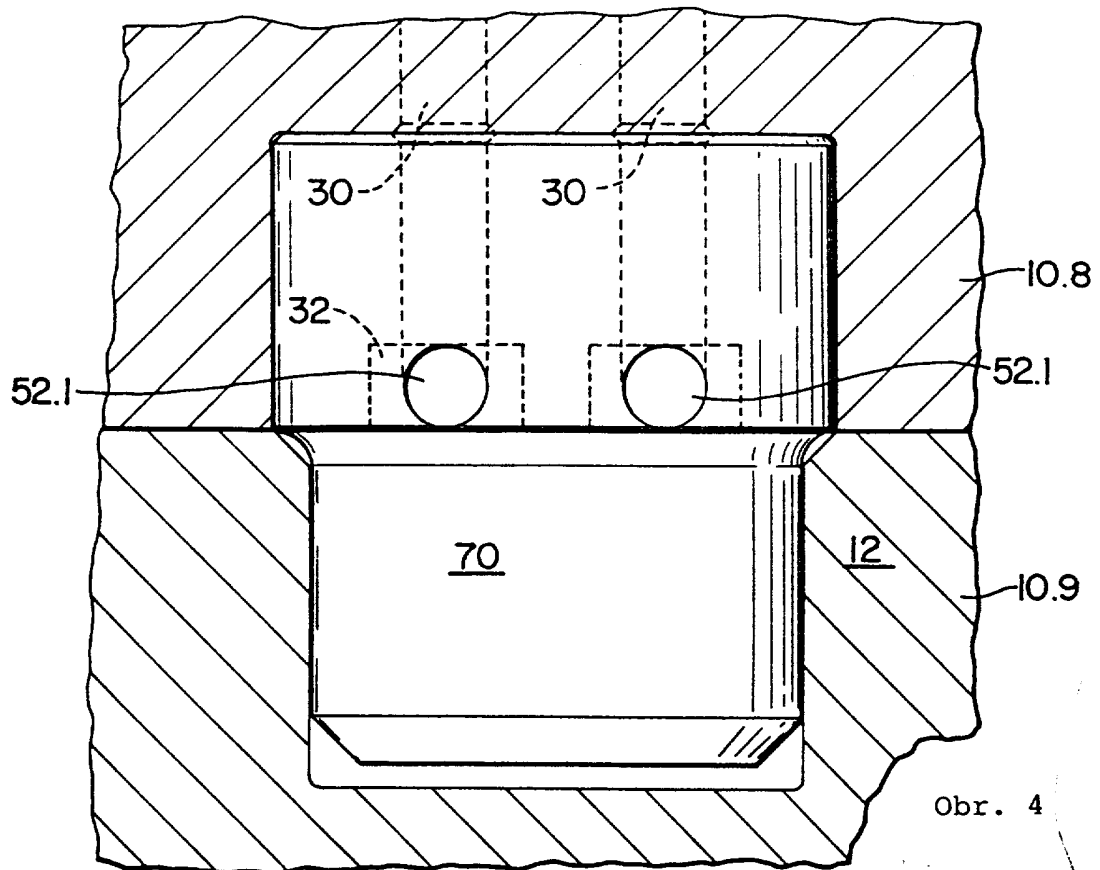
Obr. 1



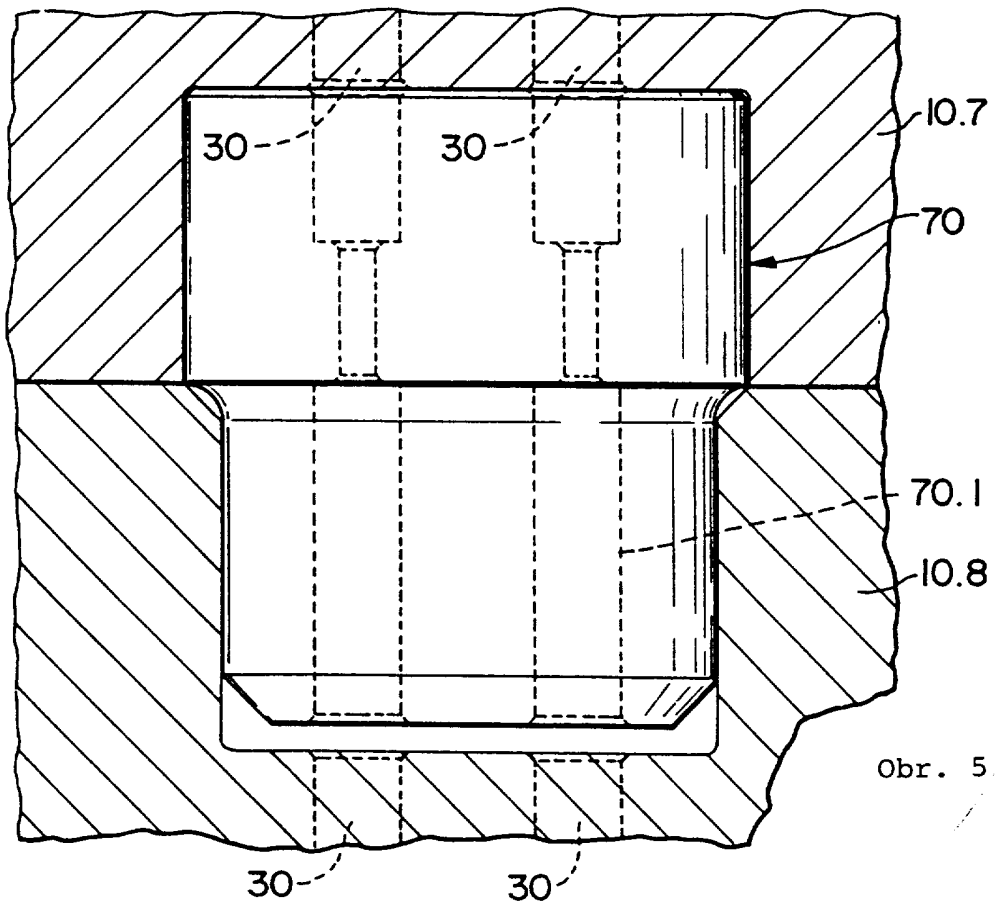




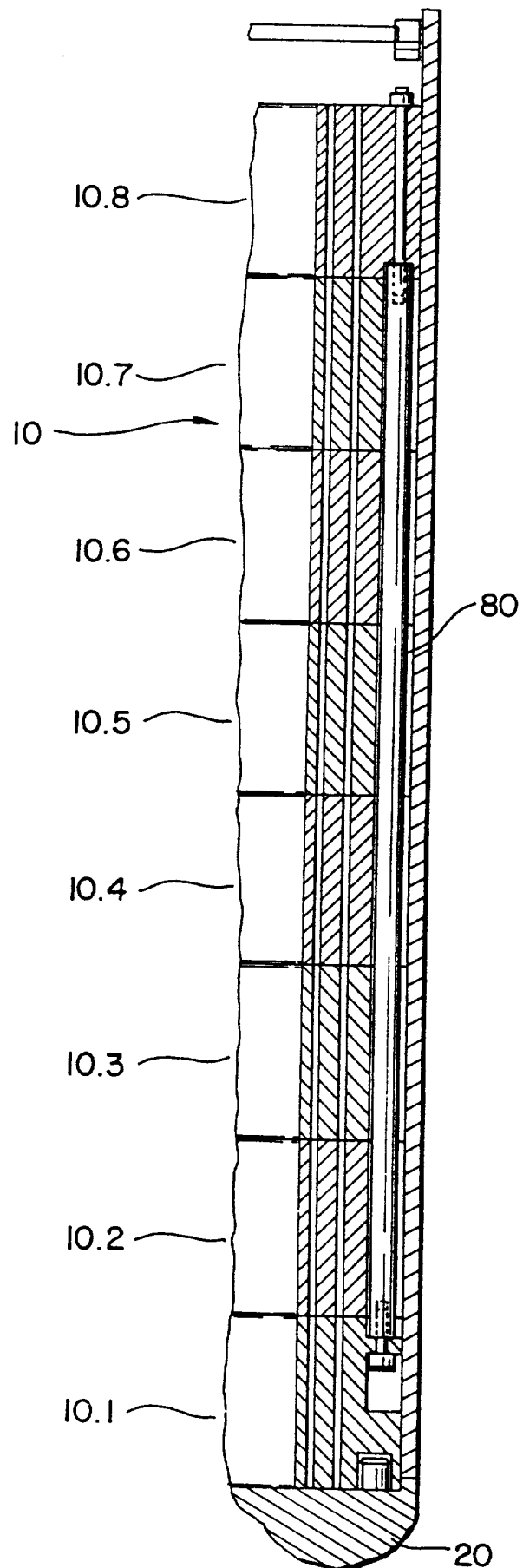
Obr. 3



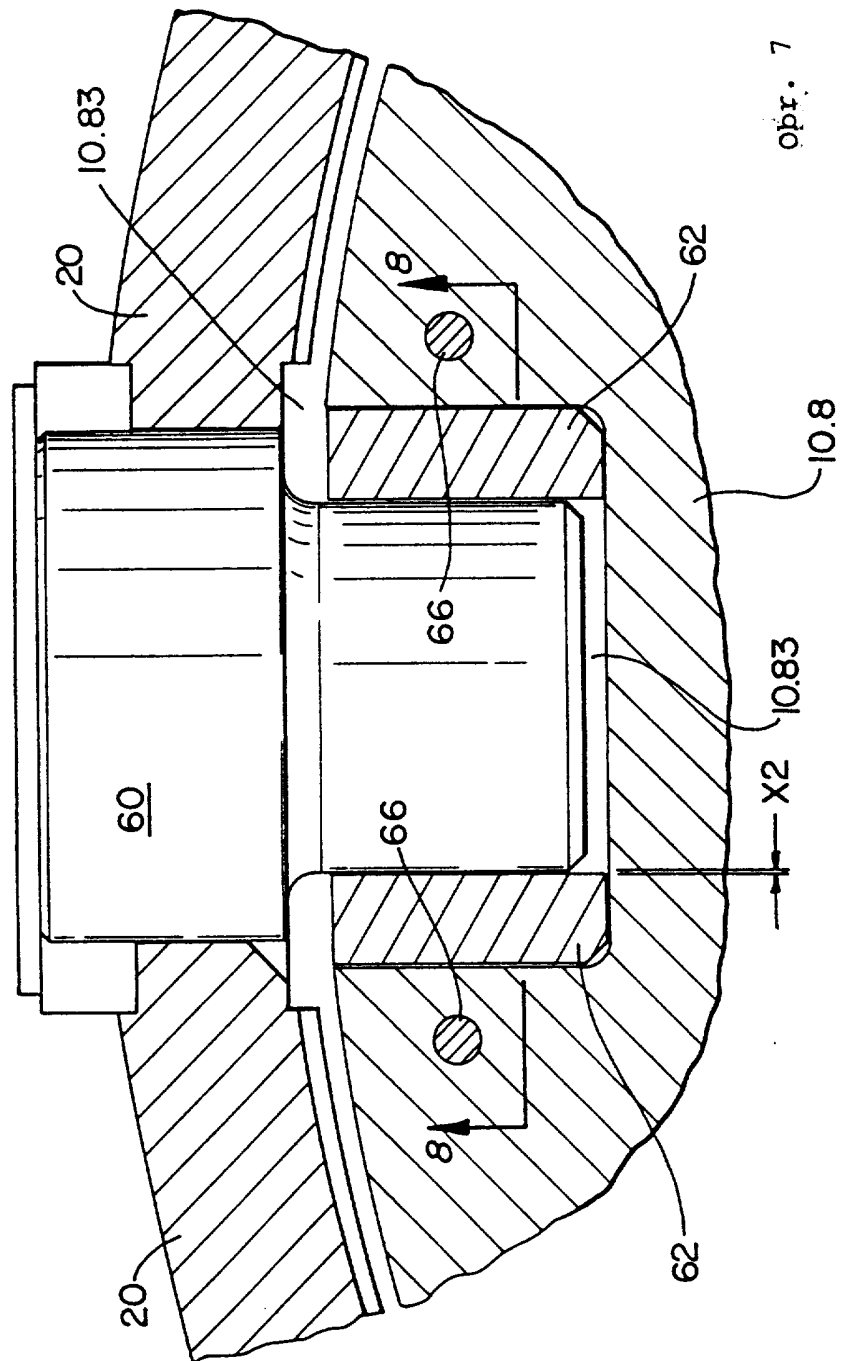
Obr. 4

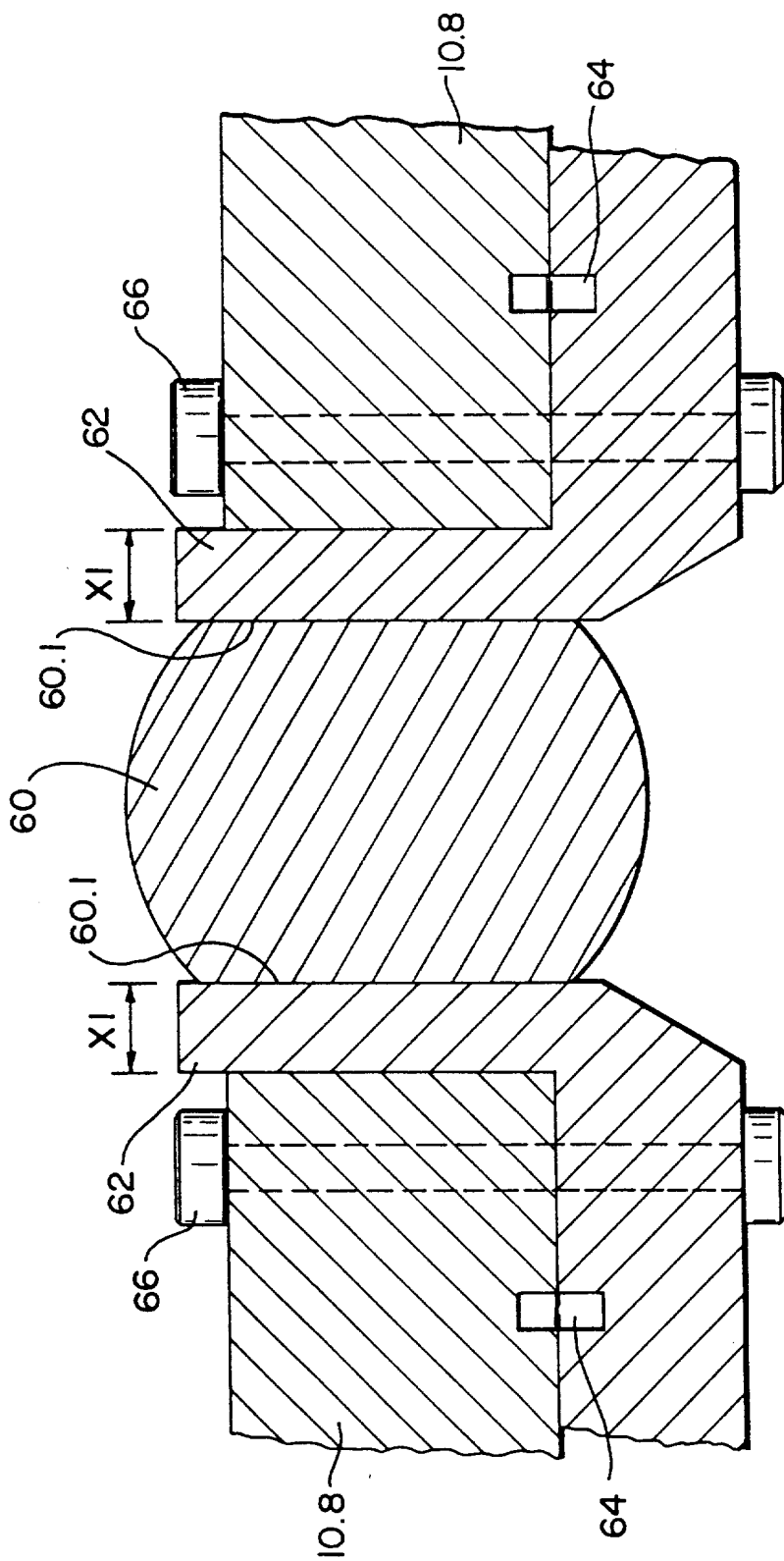


Obr. 5

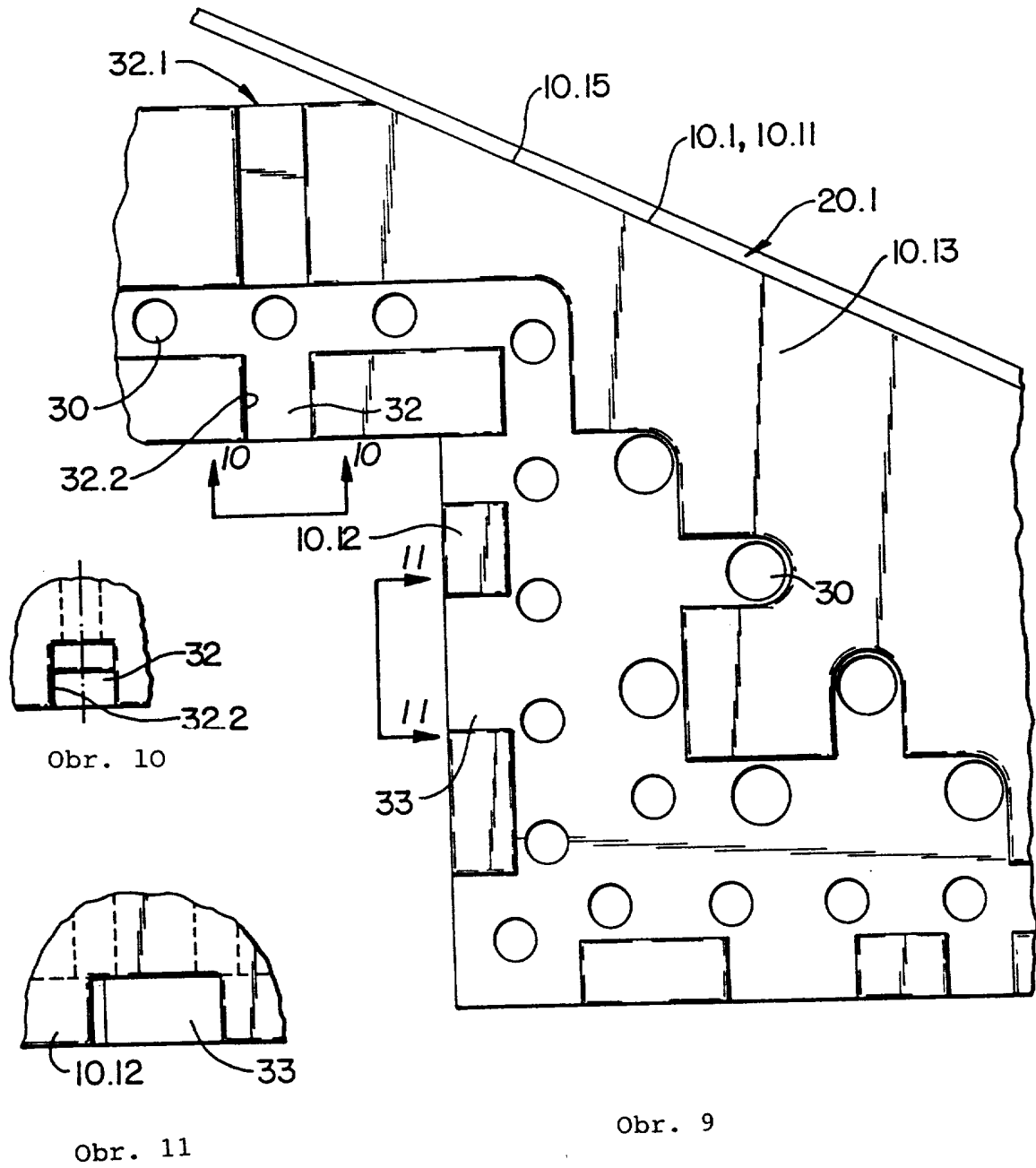


Obr. 6

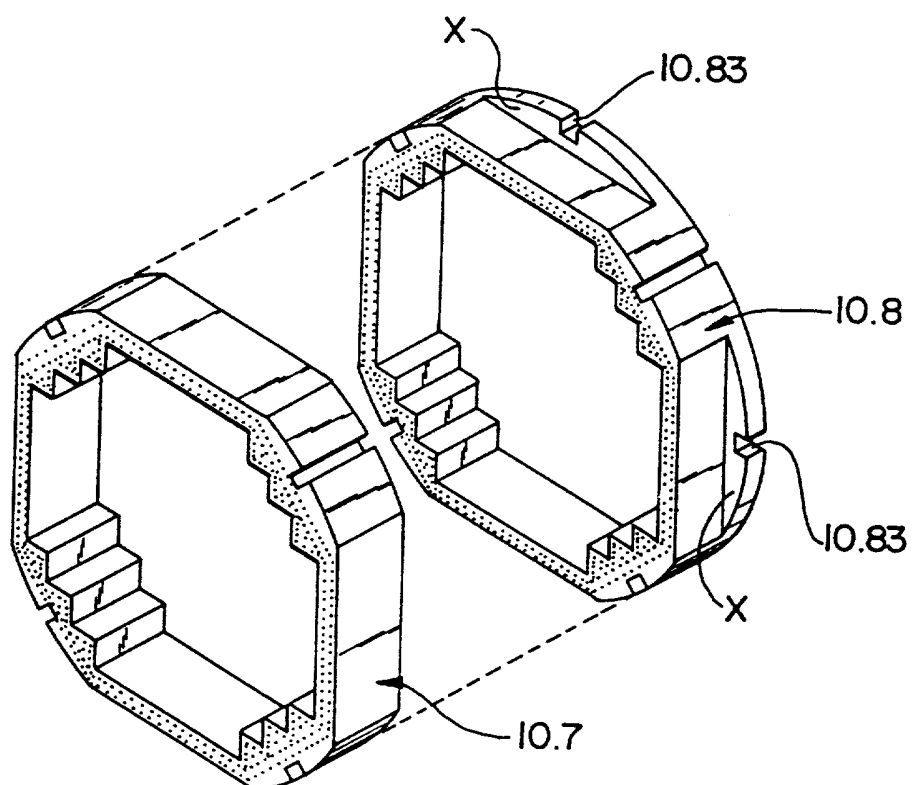




Obr. 8



Obr. 12



Konec dokumentu