

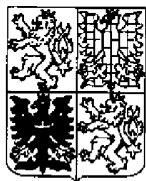
PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 1931

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **27.05.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **16.12.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/212725**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.12.2001**
(Věstník č. 12/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/US99/11944**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/36356**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 28 D 19/04

(71) Přihlašovatel:

ALSTOM POWER INC., Windsor, CT, US;

(72) Původce:

Chen Michael M., Wellsville, NY, US;

(74) Zástupce:

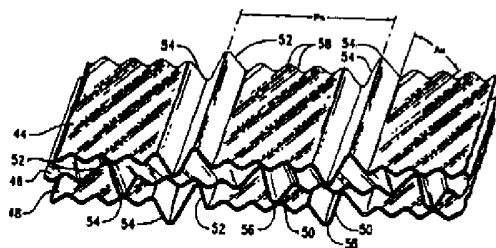
Hakr Eduard Ing., Přístavní 24, Praha 7, 17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Sestava prvků pro předávání tepla

(57) Anotace:

V sestavě teplo předávajících prvků pro rotační regenerační předečhřivač (10) vzduchu je první teplo předávající deska (44), druhá teplo předávající deska (46) a třetí teplo předávající deska (48), dvouhřebenové prvky (50) pro udržení odsazení mezi přilehlými teplo předávajícími deskami a šikmé vlny (58), probíhající mezi dvouhřebenovými prvky (50). Vlny (58) vymezují otvory, jejichž velikost je určena třetí vzdáleností (Ou) mezi vrcholem jedné vlny a úžlabím druhé přilehlé vlny. Poměr třetí vzdálenosti (Ou) ke druhé vzdálenosti (On) je vyšší než 0,3 a nižší než 0,5, první vzdálenost (Pn) je větší než 5,08 cm a úhel (Au) je větší než 20° a menší než 40°. Vlny na přilehlých deskách svírají s dvouhřebenovými prvky (50) opačné úhly.



Sestava prvků pro předávání tepla

Oblast techniky

Vynález se týká sestavy teplo*ředávajících prvků, a zejména sestavy teplo*absorbujících desek, která je použitelná v tepelném výměníku, ve kterém se teplo ředává teplo*absorbujícími deskami z horké teplonosné tekutiny do studené teplonosné tekutiny. Vynález se konkrétně týká sestavy teplo*ředávajících prvků, která je uzpůsobena pro použití v rotačním regeneračním zařízení pro ředávání tepla, ve kterém se sestavy teplo*ředávajících prvků ohřívají stykem s horkou plynou teplonosnou tekutinou a potom se uvedou do styku se studenou plynou teplonosnou tekutinou, které sestava teplo*ředávajících prvků ředá teplo.

Dosavadní stav techniky

Jedním typem teplo*ředávajícího zařízení, ve kterém může být použit vynález, je známý rotační regenerační ohříváč. Typický rotační regenerační ohříváč má válcovitý rotor rozdělený do oddělení, ve kterých jsou uspořádány a nesený odsazené teplo*ředávající desky, na které působí, když se rotor otáčí, proud horkého topného plynu a po otočení rotoru zase proud chladnějšího vzduchu nebo jiné plyné tekutiny, která má být ohřívána. Když na teplo*ředávající desky působí topný plyn, teplo*ředávající desky absorbují teplo z topného plynu, a potom, co na teplo*ředávající desky působí chladný vzduch nebo jiná plyná tekutina, která má být ohřívána, se teplo absorbované z topného plynu teplo*ředávajícími deskami ředá do chladnějšího plynu. Nejvíce tepelných výměníků výše uvedeného typu zahrnuje teplo*ředávající desky, které jsou uspořádány těsně jedna vedle druhé a vzájemně odsazený k

vytvoření množiny průchodů mezi přilehlými teplo*předávajícími deskami pro proudění teplotnosné tekutiny mezi těmito deskami.

Výkon tepelného výměníku uvedeného typu o dané velikosti závisí na intenzitě předávání tepla mezi teplotnosnou tekutinou a teplo*předávajícími deskami. Avšak u komerčních zařízení je komerční úspěšnost zařízení dána nejen dosaženým koeficientem přestupu tepla, nýbrž i dalšími faktory, jako např. cenou a hmotností konstrukce teplo*předávající desky. V ideálním případě teplo*předávající desky vyvolávají v průchodech mezi těmito deskami intenzivní turbulentní proudění ke zvýšení předávání tepla z teplotnosné tekutiny na teplo*předávající desky a současně mají relativně nízký odpor kladený proudem tekutiny v průchodech a povrchovou konfigurací, která se snadno čistí.

Pro vyčistění teplo*předávajících desek se obvykle používají dmýchadla, která vhánějí do průchodů mezi teplo*předávajícími deskami silný proud vysokotlakého vzduchu nebo páry, který vypuzuje částice depozitů z povrchu teplo*předávajících desek a odvádí je ven z těchto průchodů, čímž po sobě zanechává relativně čisté povrchy teplo*předávajících desek. Tento způsob čištění má tu nevýhodu, že síla vysokotlakého vypuzovacího média působící na relativně tenké teplo*předávající desky může způsobit roztržení těchto desek, pokud sestava teplo*předávajících desek nezahrnuje zpevňovací útvary.

Jedno řešení tohoto problému spočívá ve zvlnění jednotlivých teplo*předávajících desek v krátkých intervalech k vytvoření dvouhřebenových prvků, které mají jeden hřeben vybihající z teplo*předávající desky v jednom směru, a druhý hřeben vybihající z teplo*předávající desky v opačném směru.

Po uspořádání teplo*ředávajících desek do sestavy tyto hřebeny zajišťují přilehlé teplo*ředávající desky tak, že síly působící na teplo*ředávající desky v průběhu čistění jsou rovnoměrně rozloženy mezi různé teplo*ředávající desky.

Taková sestava teplo*ředávajících desek je popsána v patentu US 4,396,058. V této sestavě uvedené hřebeny probíhají ve směru obvyklého proudění teplonosné tekutiny, tj. axiálně skrze rotor. Kromě uvedených hřebenů, jsou teplo*ředávající desky zvlněny k vytvoření řady šikmých vln probíhající mezi uvedenými hřebeny tak, že svírají se směrem proudění teplonosného média ostrý úhel. Vlny na přilehlých teplo*ředávajících deskách probíhají šikmo vůči směru proudění teplonosného média jsou buď vzájemně vyrovnané nebo probíhají ve vzájemně opačných šikmých směrech. Ačkoliv tato sestava teplo*ředávajících desek se vyznačuje příznivou rychlostí předávání tepla, dosažený výsledek může být silně závislý na specifické konfiguraci uvedených hřebenů a vln.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je zlepšená sestava teplo*ředávajících prvků, ve které je tepelný výkon optimalizován k dosažení žádoucí hodnoty tepelného přestupu a tlakového spádu u sestav, které mají zmenšený objem a sníženou hmotnost. Sestava teplo*ředávajících prvků podle vynálezu zahrnuje teplo*ředávající desky, které mají podélné dvouhřebenové prvky a šikmé vlny mezi těmito dvouhřebenovými prvky, přičemž podstata této sestavy spočívá v tom, že tepelný výkon je optimalizován poskytnutím specifických rozmezí stanovených pro poměr mezi otvory vymezenými uvedenými vlnami a otvory vymezenými uvedenými hřebeny, odsazení uvedených hřebenů a úhel mezi uvedenými vlnami a

hřebeny. Vlny na přilehlých teplo*ředávajících deskách probíhají vzhledem ke směru proudění teplonosného média ve vzájemně opačných směrech .

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude lépe pochopen z následujícího popisu příkladů provedení, ve kterém budou činěny odkazy na přiložené výkresy, na kterých

obr. 1 zobrazuje perspektivní pohled na konvenční rotační regenerační předehříváč vzduchu, který zahrnuje sestavy teplo*ředávajících prvků vytvořené z teplo*ředávajících desek,

obr. 2 zobrazuje perspektivní pohled na konvenční sestavu teplo*ředávajících prvků, přičemž z tohoto pohledu jsou zřejmé teplo*ředávající desky uspořádané do sestavy,

obr. 3 zobrazuje perspektivní pohled na tři teplo*ředávající desky určené pro sestavu teplo*ředávajících prvků podle vynálezu, přičemž z tohoto pohledu je zřejmé odsazení uvedených hřebenů a úhel mezi uvedenými vlnami a uvedenými hřebeny,

obr. 4 zobrazuje čelní pohled na jednu z teplo*ředávajících desek zobrazených na obr. 3, přičemž z tohoto pohledu jsou zřejmé otvory vymezené uvedenými hřebeny a vlnami,

obr. 5 zobrazuje graf závislosti poměru objemu sestavy teplo*ředávajících prvků ku základnímu objemu a poměru hmotnosti sestavy teplo*ředávajících prvků ku základní hmotnosti na poměru velikosti otvorů vymezených vlnami ku velikosti otvorů vymezených hřebeny pro konstantní přestup

tepla a tlakový spád,

obr. 6 zobrazuje pohled stejný jako pohled znázorněný na obr. 3, přičemž z tohoto pohledu je zřejmá modifikace vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 zobrazuje konvenční rotační regenerační předehříváč vzduchu (10). Tento předehříváč 10 vzduchu zahrnuje rotor 12 otočně připevněný v krytu 14. Rotor 12 je tvořen přepážkami 16, které radiálně probíhají z hřídele 18 rotoru 12 k vnějšímu okraji rotoru 12. Tyto přepážky 16 vymezují oddělení 17, která obsahují sestavy 40 teploxpředávajících prvků.

Kryt 14 vymezuje vstupní plynové potrubí 20 pro zavedení ohřátého kouřového plynu do předehříváče 10 vzduchu a výstupní plynové potrubí 22 pro vyvedení kouřového plynu z předehříváče 10 vzduchu. Kromě toho, kryt 14 dále vymezuje vstupní vzduchové potrubí 24 pro zavedení spalovacího vzduchu do předehříváče 10 vzduchu a výstupní vzduchové potrubí 26 pro vyvedení spalovacího vzduchu z předehříváče 10 vzduchu. Při vrchním a spodním čele rotoru 12 je kryt 14 překryt rozdělovacími deskami 28 ve tvaru kruhové výseče. Rozdělovací desky 28 rozdělují předehříváč vzduchu (10) na plynový úsek 34 a vzduchový úsek 32. První šipka 36 a druhá šipka 38 představují směr vedení kouřového plynu resp. směr vedení vzduchu skrze rotor 12. Horký kouřový plyn se zavádí skrze vstupní plynové potrubí 20 do plynového úseku 32 rotoru 12, načež se vede skrze rotor 12. V průběhu vedení horkého kouřového plynu rotorem 12 horký kouřový plyn předá teplo sestavám 40 teploxpředávajících prvků připevněným uvnitř

oddělených ¹17. Potom se sestavy ⁴⁰teplo*~~předávajících~~ prvků otáčením rotoru 12 přemístí do vzduchového úseku 32 rotoru 12. Nato se teplo uložené v sestavách 40 teplo*~~předávajících~~ prvků předá spalovacímu vzduchu zavedenému do vzduchového úseku 32 rotoru 12 skrze vstupní vzduchové potrubí 24. Ochlazený kouřový plyn se vyvede z rotoru 12 skrze výstupní plynové potrubí 22, zatímco ohřátý spalovací vzduch se vyvede z rotoru 12 skrze výstupní vzduchové potrubí 26. Obr. 2 zobrazuje typickou sestavu 40 teplo*~~předávajících~~ prvků zahrnující teplo*~~předávající~~ desky 42 uspořádané jedna vedle druhé.

Obr. 3 zobrazuje jeden příklad provedení vynálezu, který zahrnuje tři teplo*~~převádějící~~ desky uspořádané jedna na druhé, tj. první teplo*~~předávající~~ desku 44, druhou teplo*~~předávající~~ desku 46 a třetí teplo*~~předávající~~ desku 48. V zobrazeném příkladu provedení jsou všechny tři teplo*~~předávající~~ desky ^{44, 46, 48} v podstatě identické, přičemž jedna vůči druhé jsou otočeny o 180° k vytvoření zobrazené konfigurace. Uvedené teplo*~~předávající~~ desky ^{44, 46, 48} jsou tvořeny tenkými kovovými plechy, které jsou válcováním nebo lisováním vytvarovány do žádoucí tvaru. Každá teplo*~~předávající~~ deska ^{44, 46, 48} má řadu vzájemně odsazených dvouhřebenových prvků 50, které probíhají podélně a ¹²paralelně se směrem vedení teplonosné tekutiny skrze rotor ¹²předehříváče ¹⁰vzduchu. Tyto dvouhřebenové prvky 50 zajišťují předem stanovené odsazení přilehlých teplo*~~předávajících~~ desek a tvoří průchody mezi přilehlými teplo*~~předávajícími~~ deskami. Každý dvouhřebenový prvek 50 zahrnuje první hřeben 52 vyběhající z jedné strany teplo*~~předávající~~ desky ve směru od této desky a druhý hřeben 54 vyběhající z druhé strany teplo*~~předávající~~ desky ve směru od této desky. Každý z obou hřebenů ^{52, 54} má v podstatě tvar písmene V. Vrcholy ^{52, 54} obou hřebenů ^{52, 54} vystupují od

teplo*ředávající desky ve vzájemně opačných směrech. Jak je to zřejmé z obr. 3, vrcholy 56 jednotlivých hřebenů^{52,53} jsou ve styku s přilehlými deskami k dosažení žádoucího odsazení teplo*ředávajících desek. Je rovněž nutné upozornit na skutečnost, že teplo*ředávající desky jsou uspořádány tak, že hřebeny na jedné teplo*ředávající desce jsou uspořádány přibližně ve středu mezi hřebeny na přilehlých teplo*ředávajících deskách k dosažení podud možno co největší opěry. Z obr. 3 je zřejmé odsazení dvouhřebenových prvků 50, tj. první vzdálenost P_n mezi hřebeny^{52,53} sousedních dvouhřebenových prvků 50. Každá z teplo*ředávajících desek má v úseku mezi dvouhřebenovými prvky 50 vlny 58, které svírají s přilehlými hřebeny úhel α . Jak je to zřejmé z obr. 3., vlny⁵⁸ na přilehlých teplo*ředávajících deskách probíhají vzhledem ke směru proudění teplonosného média ve vzájemně opačných směrech. Jak je to rovněž zřejmé z obr. 3, první teplo*ředávající deska 44, druhá teplo*ředávající deska 46 a třetí teplo*ředávající deska 48 jsou vzájemně identické, přičemž druhá teplo*ředávající deska 46 je pouze otočena o 180° vzhledem k první teplo*ředávající desce 44 a třetí teplo*ředávající desce 48. To je výhodné, poněvadž k vytvoření uvedené sestavy⁴⁰ teplo*ředávajících prvků jsou nutné pouze teplo*ředávající desky jednoho typu.

Obr. 4 zobrazuje čelní pohled na část jedné z teplo*ředávajících desek z obr. 3. Z tohoto pohledu je zřejmý jeden dvouhřebenový prvek 50 s prvním hřebenem 52 a druhým hřebenem 54 a několik vln 58. Velikost otvorů vymezených jednotlivými dvouhřebenovými prvky 50 je dána druhou vzdáleností O_n mezi vrcholem 56 druhého hřebenu 54 a úžlabím 57 prvního hřebenu 52. Velikost otvorů vymezených jednotlivými dvouhřebenovými prvky je dána třetí vzdáleností O_u mezi druhým vrcholem 55 jedné vlny a druhým úžlabím 59

druhé přilehlé vlny. Podle vynálezu se optimálního tepelného výkonu, zmenšeného objemu sestavy⁴⁰ teplo*ředávajících prvků a snížené hmotnosti sestavy⁴⁰ teplo*ředávajících prvků dosáhne konfigurací teplo*ředávajících desek s parametry v následujících rozmezích:

$$0,5 > \underline{O_u/O_n} > 0,3$$

$$\underline{P_n} > 5,08$$

$$40^\circ > \underline{A_u} > 20^\circ$$

Obr. 5 zobrazuje graf, z kterého jsou zřejmé výhody vynálezu při zvolení parametru $\underline{O_u/O_n}$ s hodnotou z výše uvedeného rozmezí. Graf zobrazuje výsledky testu vzorků s různými poměry $\underline{O_u/O_n}$. Kromě toho, graf rovněž zobrazuje rozdíl mezi vlnami, které jsou na přilehlých deskách vzájemně paralelní a vlnami, které se na přilehlých deskách vzájemně kříží, tj. svírají s dvouhřebenovými prvky opačné úhly.

Graf zobrazuje závislost poměru objemu sestav teplo*ředávajících prvků ku základnímu objemu na poměru $\underline{O_u/O_n}$. Mimoto, graf rovněž zobrazuje závislost poměru hmotnosti sestav teplo*ředávajících prvků ku základní hmotnosti na poměru $\underline{O_u/O_n}$. Základním objemem a základní hmotností se rozumí objem resp. hmotnost při základním poměru $\underline{O_u/O_n} = 0,375$. Jak je to zřejmé z grafu, když poměr $\underline{O_u/O_n}$ klesne pod základní poměr, objem a hmotnost sestav teplo*ředávajících prvků se zvyšuje. Podle vynálezu je spodní hranicí rozmezí poměru $\underline{O_u/O_n}$ hodnota 0,3, při které je objem a hmotnost sestav teplo*ředávajících prvků ještě uvnitř přijatelného rozmezí. Ačkoliv zvyšování poměru $\underline{O_u/O_n}$ vede k příznivějším objemovým a hmotnostním poměrům, praktická hranice výšky vln ve srovnání s otvory vymezenými

hřebeny se dosáhne při poměru $\underline{O_u/O_n} = 0,5$. Další testy ukázaly, že se činitel tepelného přestupu (činitel Coburn j) zvýší přibližně o 47 %, když se poměr $\underline{O_u/O_n}$ sníží z 0,237 na 0,375.

Použitím parametrů podle vynálezu se dosáhne vířivého proudění s vířivými a sekundárními proudovými profily. Vířivé proudění způsobuje, že teplotonosná tekutina naráží do teplo*ředávajících desek, což má za následek zvýšení přestupu tepla. Vířivé proudění rovněž způsobuje mísení proudícího teplotonosného média a tudíž rovnoměrnější teplotu teplotonosného média. Víř teplotonosného média potom znovu naráží na teplo*ředávající desky níže ve směru proudění. Proces narážení a mísení teplotonosného média pokračuje a zvyšuje rychlost předávání tepla, aniž by se zvýšil tlakový spád, což má za následek snížení objemu a hmotnosti sestav teplo*ředávajících prvků při zachování stejného celkového množství předaného tepla.

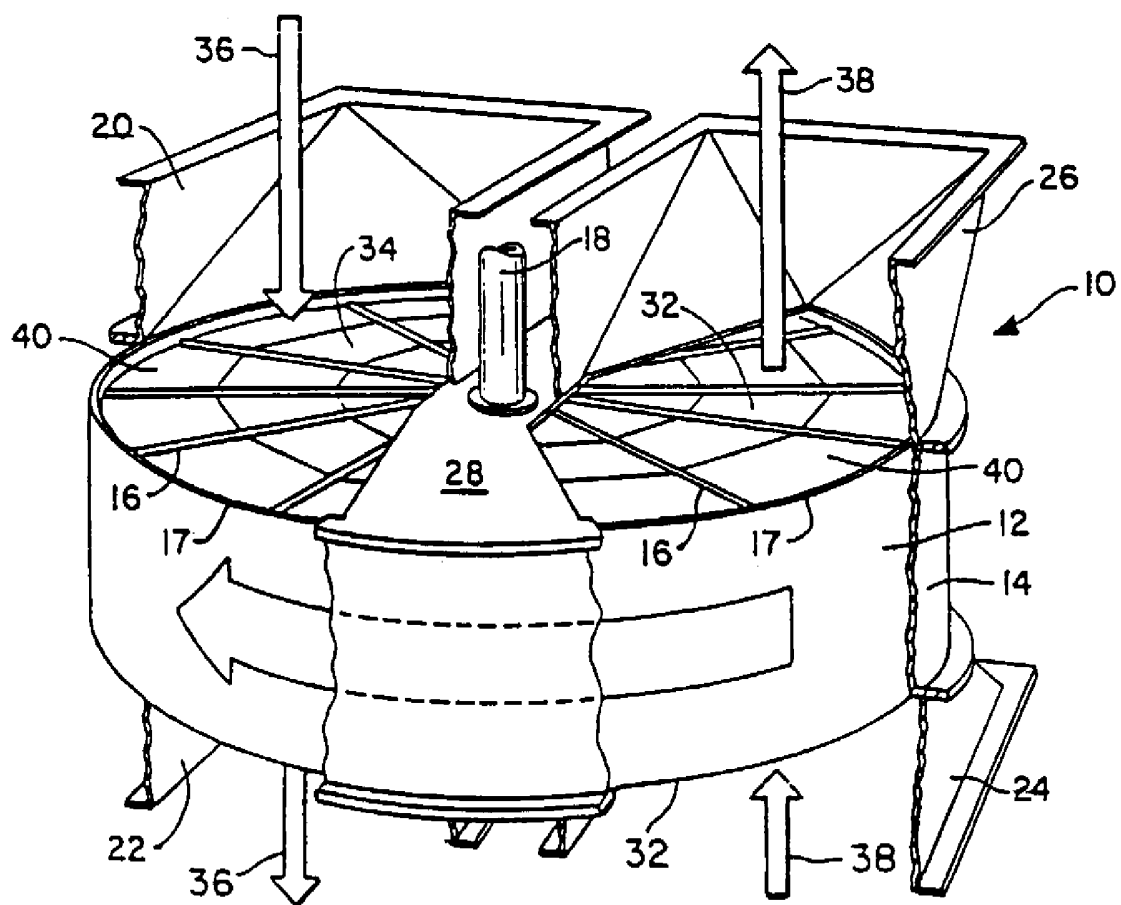
Obr. 6 zobrazuje modifikaci vynálezu, ve které první teplo*ředávající deska 44 a třetí teplo*ředávající deska 48 jsou stejné jako odpovídající desky na obr. 3. Avšak čtvrtá teplo*ředávající deska 60 na obr. 6 se liší od druhé teplo*ředávající desky 46 na obr. 3. Jak je to zřejmé z obou obrázků, třetí hřeben 62 a čtvrtý hřeben 64 druhého dvouhřebenového prvku 66 je obrácen ve směru od odpovídajícího prvního hřebenu 52 resp. druhého hřebenu 54 na obr. 3. Tudíž v zobrazené modifikaci vynálezu čtvrtá teplo*ředávající deska 60 není identická s první teplo*ředávající deskou 44 a třetí teplo*ředávající deskou 48, avšak jsou stále použity stejné parametry vynálezu a vlny na přilehlých teplo*ředávajících deskách dosud probíhají v opačných směrech.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

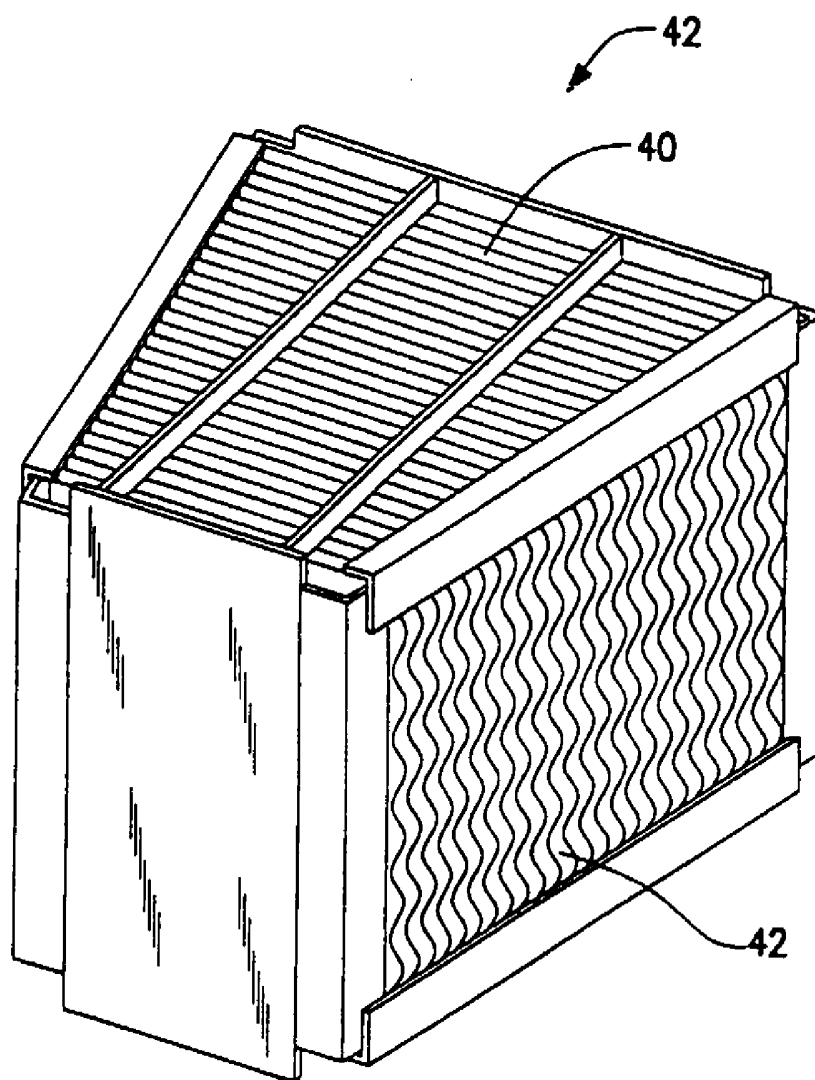
1. Teplo*ředávající sestava pro tepelný výměník, která zahrnuje množinu prvních teplo*ředávajících desek a množinu druhých teplo*ředávajících desek, přičemž první teplo*ředávající desky a druhé teplo*ředávající desky jsou střídavě uspořádány jedna vedle druhé a vzájemně odsazeny, čímž vytvářejí množinu průchodů mezi přilehlými prvními teplo*ředávajícími deskami a druhými teplo*ředávajícími deskami pro proudění teplotnosné tekutiny mezi prvními teplo*ředávajícími deskami a druhými teplo*ředávajícími deskami, v y z n a č e n á t í m, že každá z prvních teplo*ředávajících desek⁽⁴⁴⁾ a druhých teplo*ředávajících desek⁽⁴⁶⁾ má množinu dvouhřebenových prvků⁽⁵⁰⁾, které probíhají vzájemně paralelně a jsou vzájemně odsazeny o první vzdálenost (P_n), přičemž každý dvouhřebenový prvek⁽⁵⁰⁾ zahrnuje první hřeben⁽⁵²⁾ vybíhající směrem ven z jedné strany teplo*ředávající desky a druhý hřeben⁽⁵⁴⁾ vybíhající směrem ven z druhé strany teplo*ředávající desky, přičemž velikost otvoru vymezeného každým dvouhřebenovým prvkem⁽⁵⁰⁾ je určena druhou vzdáleností (O_n) mezi vrcholem hřebenu na jedné straně teplo*ředávající desky a úžlabím hřebenu na druhé straně teplo*ředávající desky, přičemž dvouhřebenové prvky⁽⁵⁰⁾ tvoří distanční prvky mezi přilehlými teplo*ředávajícími deskami, a množinu vln⁽⁵²⁾, které probíhají mezi dvouhřebenovými prvky⁽⁵⁰⁾ a svírají s dvouhřebenovými⁽⁵⁴⁾ prvky úhel (A_u), přičemž vlny⁽⁵²⁾ vymezují otvory, jejichž velikost je určena třetí vzdáleností (O_u) mezi vrcholem jedné vlny a úžlabím druhé přilehlé vlny, přičemž poměr třetí vzdálenosti (O_u) ku druhé vzdálenosti (O_n) je vyšší než 0,3 a nižší než 0,5, první vzdálenost (P_n) je větší

než 5,08 cm a úhel (α) je větší než 20° a menší než 40° k optimalizaci tepelného výkonu a minimalizaci objemu a hmotnosti teplo~~x~~předávajících sestav, přičemž vlny na přilehlých deskách svírají s dvouhřebenovými prvky ⁽⁵⁰⁾ opačné úhly.

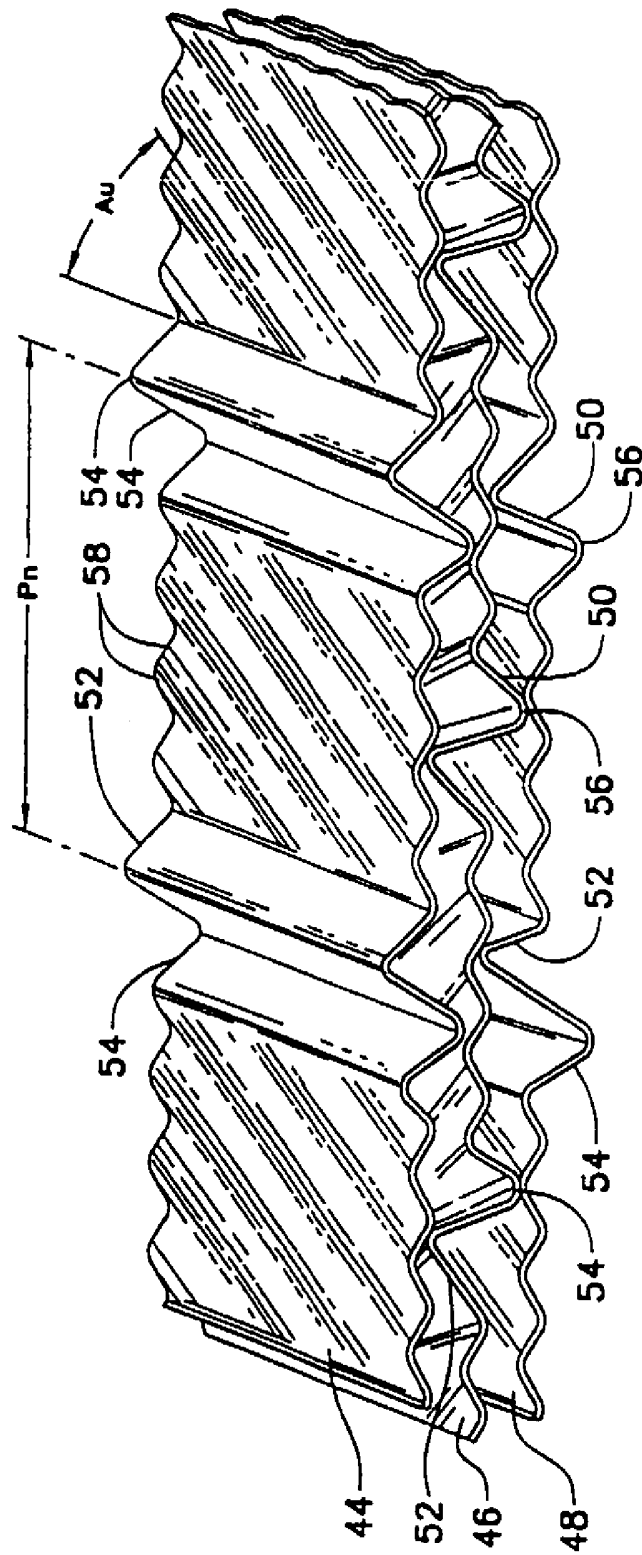
Zastupuje:



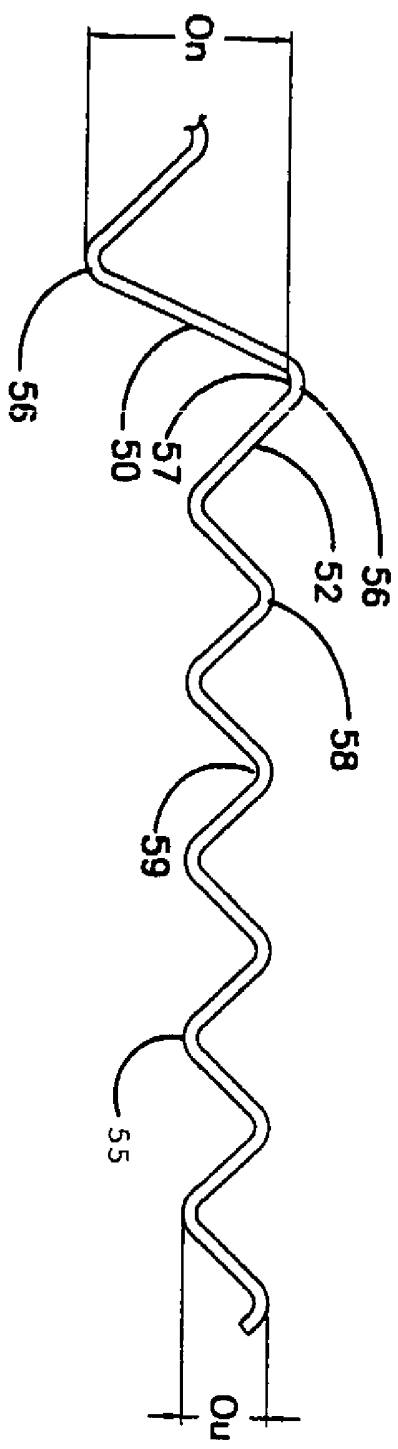
OBR. 1
stav techniky



OBR. 2
stav techniky

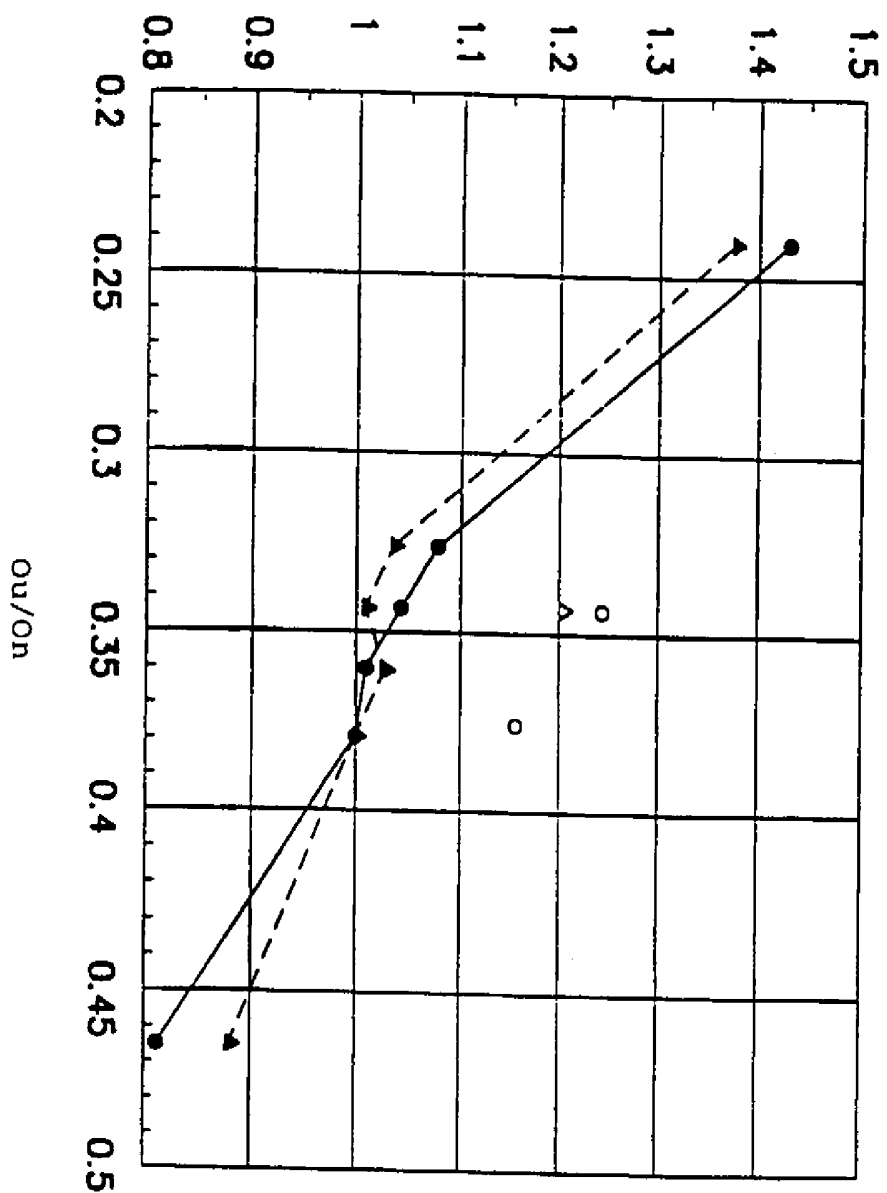


OBR. 3



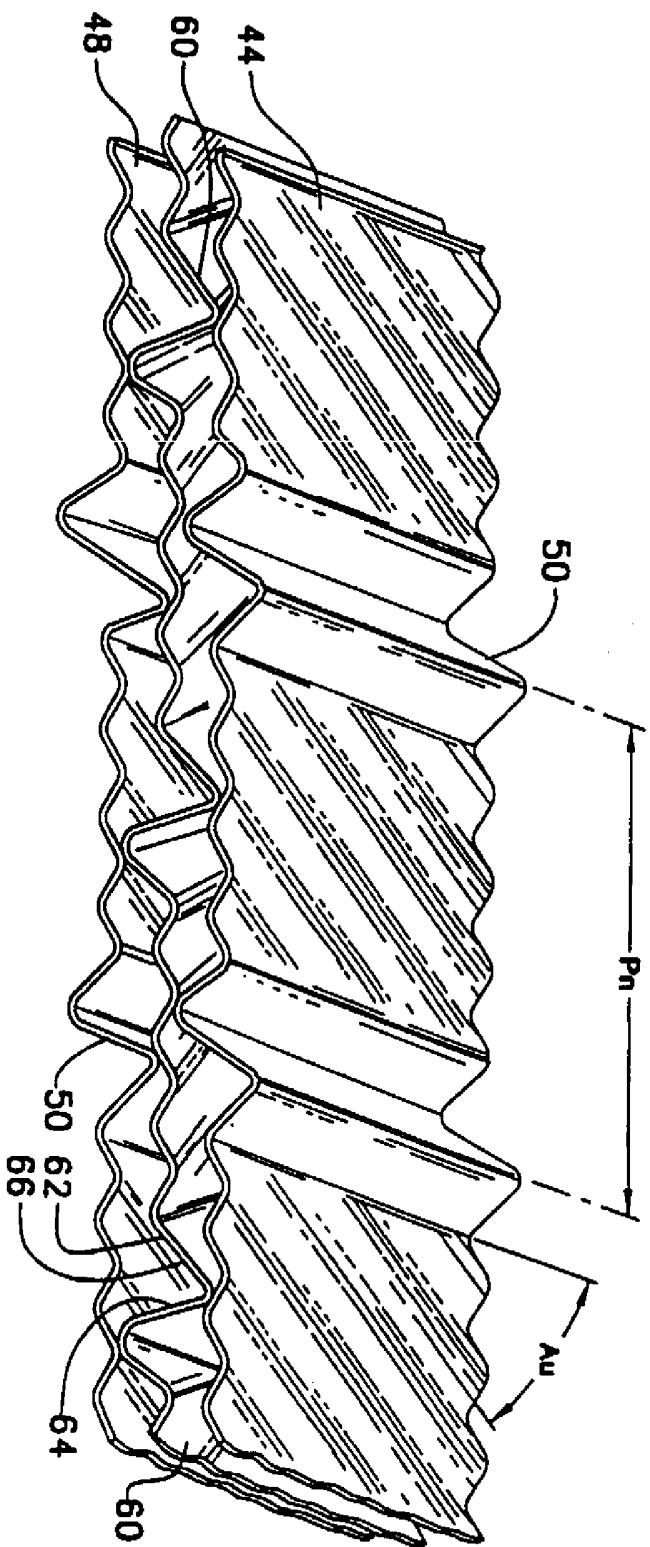
OBR. 4

poměr objemu ku základnímu objemu,
 poměr hmotnosti ku základní hmotnosti



OBR. 5

- ▲ hmotnost
- objem
- objem, zkřížené vlny
- ▲- hmotnost, zkřížené vlny
- objem, paralelní vlny
- △ hmotnost, paralelní vlny



OBR. 6