



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

261034

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 02 07 86
(21) PV 5016-86.Q

(51) Int. Cl.⁴
F 28 D 7/06

(40) Zveřejněno 15 06 88

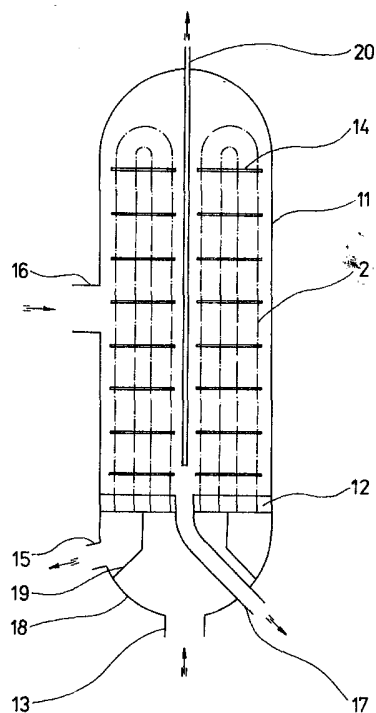
(45) Vydáno 14 04 89

(75)
Autor vynálezu

MAŠEK VÁCLAV ing., BRNO, HLOUŠEK VLADIMÍR, ŠLAPANICE u Brna,
ŠRŮTEK JOSEF ing., ZÁMEČNÍKOVÁ HELENA ing., VARVAŘOVSKÁ JARMILA, BRNO

(54) Vlásokový výměník tepla

Účelem použití vlásenkového výměníku tepla je zmenšení rozměrů výměníků tepla, úspora projekčních i výrobních nákladů, vyřešení dispozičních problémů a opakovanost použití. Tohoto účelu se dosáhne použitím vlásenkového výměníku tepla s teplosměnnými trubkami tvaru U, uspořádanými na roztečných kružnicích vnitřního svazku a vnějšího svazku.



OBR. 1

Vynález se týká vlásenkového výměníku tepla s teplosměnnými trubkami tvaru U uspořádanými na roztečných kružnicích vnitřního svazku a vnějšího svazku, zejména regenerační a teplofikační okruhy parních turbín klasických i jaderných elektráren.

Pro výměníky tepla je velmi výhodné užití teplosměnných trubek ohnutých do tvaru U, tzv. vlásenek, které jsou zakotveny svými konci do trubkovnice. Tento tvar teplosměnných trubek umožňuje jednoduchou montáž i při složité vnitřní vestavbě výměníku a je výhodný z hlediska kompenzace tepelné dilatace trubek. Jsou známy konstrukce vlásenkových výměníků tepla, u nichž oba konce vlásenek leží v trojúhelníkové mříži tak, že vstupní plocha je vytvořena na jedné polovině trubkovnice a výstupní plocha na druhé polovině trubkovnice a obě tyto plochy jsou odděleny rovinou kolmou na spojnicí obou konců vlásenek a procházející geometrickým středem trubkovnice. Toto uspořádání umožňuje dokonalé vyplnění vnitřního prostoru ohříváku teplosměnnými trubkami, má však nevýhodu v tom, že trubkovnice je nepříznivě tepelně namáhána, což je zejména u regeneračních výměníků tepla závažný nedostatek, protože například při výpadku turbíny dochází během několika vteřin k prudké změně teplotních poměrů na trubkovnici. Z tohoto důvodu je takovéto uspořádání vhodné pouze pro výměníky malých průměrů a pro výměníky pracující s nízkými tlaky, aby trubkovnice z pevnostního hlediska vycházela tenká. Další nevýhoda tohoto uspořádání tkví v tom, že je značně omezena možnost vytvoření přídatných teplosměnných ploch, jako je srážecí přehřátí nebo podchlazovač kondenzátu a obtížněji se konstruuje zařízení pro odbod plynů z mezitrubkového prostoru. To vše zvyšuje náklady na výrobu výměníku tepla a omezuje univerzálnost konstrukce. Aby se odstranily uvedené nedostatky, byl vyvinut výměník tepla, u něhož jsou teplosměnné trubky uspořádány v trojúhelníkové mříži do mezikruhových svazků tak, že teplosměnné trubky tvaru U z vnitřního svazku jsou zavedeny do vnějšího svazku. Toto uspořádání má nevýhodu v tom, že pro každý počet trubek je nutno řešit novou geometrii uspořádání trubek tak, aby montáž byla co nejjednodušší. Unifikace výměníků tepla s takto uspořádaným svazkem teplosměnných trubek je nemožná a využití NC techniky při obráběcích pracích předpokládá pro každý typ výměníku sestavení nového programu, což je velmi nákladné.

Jsou známy rovněž konstrukce výměníků tepla, u nichž je jeden konec vlásenky ukotven na roztečné kružnici vnitřního svazku a druhý konec na roztečné kružnici vnějšího svazku tak, že rovina proložená podélnými osami obou konců vlásenky má radiální směr. Průměr roztečné kružnice se pak určí ze vztahu

$$D_i = D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - \left(\frac{D_{i-1}}{2} \cdot \sin \frac{\pi}{z} \right)^2 \right]^{0,5},$$

kde t je minimální rozteč, z je počet trubek na roztečné kružnici, D_i je hledaný průměr roztečné kružnice, D_{i-1} je průměr roztečné kružnice předcházející, D_{i-2} je průměr roztečné kružnice předcházející kružnici s průměrem D_{i-1} , blíže k ose výměníku tepla.

$$\text{Pro } D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - \left(\frac{D_{i-1}}{2} \cdot \sin \frac{\pi}{z} \right)^2 \right]^{0,5} - 2t < D_{i-2} \text{ anebo}$$

pro $\frac{D_{i-1}}{2} \cdot \sin \frac{\pi}{z} > t$ se určí průměr roztečné kružnice ze vztahu $D_i = D_{i-2} + 2t$. Toto uspořádání má nevýhodu v tom, že na vnějších roztečných kružnicích vnitřního i vnějšího svazku vlivem nárůstu obvodových roztečí dochází k velmi špatnému vyplnění prostoru teplosměnnými trubkami, což vede k nárůstu průměru výměníku tepla a tedy ke zvýšení jeho ceny a k výraznému zhoršení možností jeho dispozičního uspořádání.

Uvedené nevýhody odstraňuje při využití výhod známých konstrukcí vlásenkový výměník tepla sestávající z pláště, trubkovnice, teplosměnných trubek tvaru U, vnitřní vestavby, rozdělovací komory, přívodu a odvodu ohřívajícího média, přívodu a odvodu ohřívajícího média, odvodu plynů s teplosměnnými trubkami uspořádanými v n roztečných kružnicích, kde $n > 2$, přičemž každá roztečná kružnice obsahuje stejný počet z teplosměnných trubek, kde $z > 2$ tak, že jeden konec teplosměnné trubky patří do vnitřního svazku, ohraničeného vnitřní kružnicí a střední kružnicí a druhý konec teplosměnné trubky patří do vnějšího svazku ohraničeného levou kružnicí a vnější kružnicí, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že při

platnosti podmínek

$$0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z} < t$$

$$D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - (0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z})^2 \right]^{0,5} - 2t \geq D_{i-2}$$

se průměry prvních k roztečných kružnic, kde $i < 1, k >$, stanoví ze vztahu

$$D_i = D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - (0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z})^2 \right]^{0,5}$$

a průměry zbývajících n-k roztečných kružnic kde i (k, n, jsou dány dýrazem

$$2 \left[t^2 + 0,25 D_{i-1}^2 - t \cdot D_{i-1} \cdot \cos(\varphi + \omega) \right]^{0,5} \leq D_i < D_{i-2} + 2t, \text{ kde značí}$$

z počet teplosměnných trubek na roztečné kružnici

t minimální rozteč teplosměnných trubek

D průměr roztečné kružnice

i index určující pořadové číslo roztečné kružnice, vnitřní kružnice má pořadové číslo i = 1, vnější kružnice má pořadové číslo i = n

n počet roztečných kružnic

k pořadové číslo hraniční kružnice

a kde φ a ω jsou určeny výrazy

$$\varphi = \arcsin \left[D_{i-2} \sin \beta (D_{i-2}^2 + D_{i-1}^2 - 2 \cdot D_{i-2} \cdot D_{i-1} \cdot \cos \beta)^{-0,5} \right]$$

$$\omega = \arcsin \left[0,25 (D_{i-2}^2 + D_{i-1}^2 - 2 D_{i-2} \cdot D_{i-1} \cdot \cos \beta)^{0,5} \cdot t^{-1} \right]$$

přičemž je dáno výrazem

$$\beta = \frac{2\pi}{z} - \arcsin \left[(0,5 D_{i-2} + 0,5 D_{i-1} \cdot 2t^2) \cdot (D_{i-1} \cdot D_{i-2})^{-1} \right].$$

Výhoda vlásenkového výměníku tepla podle vynálezu spočívá v tom, že vnitřní prostor pláště je vhodnějším způsobem vyplněn teplosměnnými trubkami, čímž se zásadním způsobem zmenšují jeho rozměry. Tím klesají materiálové náklady úsporou materiálu třídy 17, 15, respektive 11 a 13. Jsou tím rovněž řešeny dispoziční problémy umístění výměníku v investičním celku. To vše přináší značnou úsporu výrobních i stavebních nákladů. Další výhoda spočívá v tom, že geometrie rozmístění trubek v prostoru je matematicky jednoduše formulována, takže na jejím základě lze postavit univerzální program pro výpočet i výrobu všech rozměrů výměníků tepla konstruovaných podle tohoto vynálezu. Tím klesají projekční i výrobní náklady, je umožněn vyšší podíl užití NC techniky a jsou splněny předpoklady pro unifikaci výměníků tepla.

Příklad uspořádání výměníku tepla podle vynálezu je zobrazen na přiložených obrázcích 1 a 2, kde na obr. 1 je podélný řez výměníkem tepla a na obr. 2 je detail řezu vnějším a vnitřním svazkem teplosměnných trubek.

Výměník tepla podle vynálezu sestává z pláště 11, který je spojen s trubkovnicí 12, kterou procházejí teplosměnné trubky 2, na nichž je instalována vnitřní vestavba 14 pro usměrnění toku média. Na plášti 11 jsou provedena hrdla přívodu 16 ohřívacího média a odvodu 20 plynů. Pod trubkovnicí 12 se nachází rozdělovací komora 18 s vestavbou 19 komory 18. Na rozdělovací komoře 18 jsou provedena hrdla přívodu 13 ohřívajícího média odvodu 15 ohřívajícího média a odvodu 17 ohřívajícího média. Teplosměnné trubky 2 jsou uspořádány na roztečných kružnicích 1, které jsou sestaveny do vnitřního svazku 3, omezeného vnitřní kružnicí 5 a střední kružnicí 6 a do vnějšího svazku 4, omezeného levou kružnicí 7 a vnější kružnicí 8. Hraniční kružnice 10 odděluje od sebe vnitřní sekci 9 a vnější sekci 21, přičemž ve vnitřní sekci 9 jsou průměry roztečných kružnic 1 počítány podle vztahu

$$D_i = D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - (0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z})^2 \right]^{0,5} \text{ a}$$

ve vnější sekci 21 jsou průměry roztečných kružnic 1 určovány ze vztahu

$$2 \left[t^2 + 0,25 D_{i-1}^2 - t \cdot D_{i-1} \cdot \cos(\delta + \omega) \right]^{0,5} < D_i < D_{i-2} + 2t.$$

Výměník tepla podle vynálezu je vhodný zejména jako výměník pro regenerační a teplofikační okruhy klasických i jaderných elektráren. Je však vhodný i pro jiné obory, jako je potravinářský a chemický průmysl.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Vlâsenkový výměník tepla sestávající z pláště, trubkovnice, teplosměnných trubek tvaru U, vnitřní vestavby, rozdělovací komory, přívodu a odvodu ohřívajícího média, přívodu a odvodu ohřívajícího média, odvodu plynů s teplosměnnými trubkami uspořádanými v n roztečných kružnicích, kde $n > 2$, přičemž každá roztečná kružnice obsahuje stejný počet z teplosměnných trubek, kde $z \geq 2$ tak, že jeden konec teplosměnné trubky patří do vnitřního svazku, ohraničeného vnitřní kružnicí a střední kružnicí a druhý konec teplosměnné trubky patří do vnějšího svazku ohraničeného levou kružnicí a vnější kružnicí vyznačený tím, že konce teplosměnných trubek (2) zakotvených do trubkovnice (12) leží na roztečných kružnicích (1), jejichž průměr při platnosti podmínek

$$0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z} < t$$

$$D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - (0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z})^2 \right]^{0,5} - 2t \geq D_{i-2}$$

je pro prvních k roztečných kružnic (1), kde $i \in \langle 1, k \rangle$ stanoven vztahem

$$D_i = D_{i-1} \cdot \cos \frac{\pi}{z} + 2 \left[t^2 - (0,5 D_{i-1} \cdot \sin \frac{\pi}{z})^2 \right]^{0,5}$$

a průměry zbývajících n-k roztečných kružnic (1), kde $i \in \langle k, n \rangle$ jsou dány výrazem

$$2 \left[t^2 + 0,25 D_{i-1}^2 - t \cdot D_{i-1} \cdot \cos(\delta + \omega) \right]^{0,5} \leq D_i < D_{i-2} + 2t,$$

kde značí

z počet teplosměnných trubek (2) na roztečné kružnici (1)

t minimální rozteč teplosměnných trubek (2)

D průměr roztečné kružnice (1)

i index určující pořadové číslo roztečné kružnice (1) vnitřní kružnice (5) má pořadové číslo $i = 1$, vnější kružnice má pořadové číslo $i = n$

n počet roztečných kružnic

k pořadové číslo hraniční kružnice

a kde δ a ω jsou určeny výrazy

$$\delta = \arcsin \left[D_{i-2} \sin \beta (D_{i-2}^2 + D_{i-1}^2 - 2 \cdot D_{i-2} \cdot D_{i-1} \cdot \cos \beta)^{-0,5} \right],$$

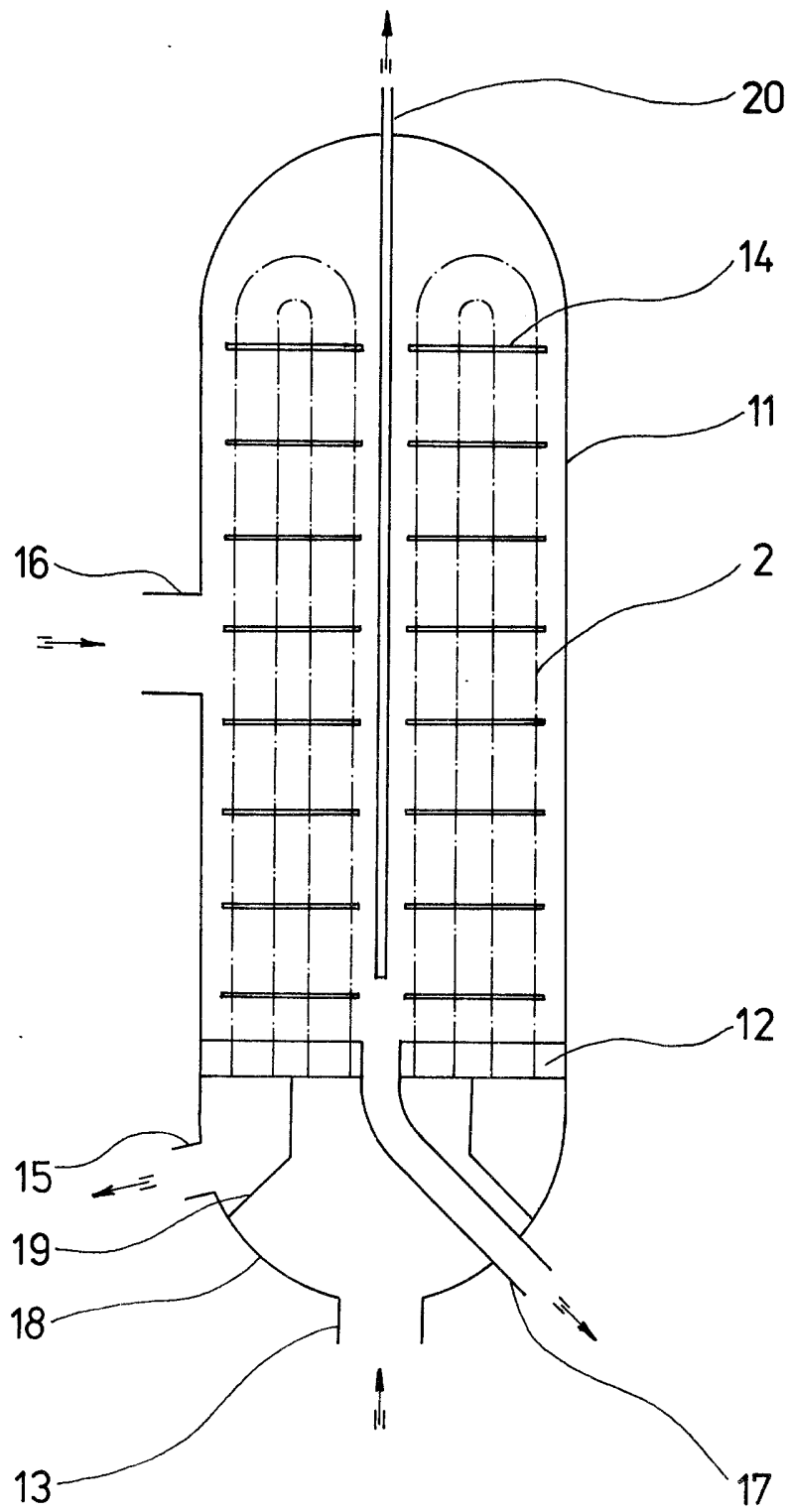
$$\omega = \arccos \left[0,25 (D_{i-2}^2 + D_{i-1}^2 - 2 \cdot D_{i-2} \cdot D_{i-1} \cdot \cos \beta)^{0,5} \cdot t^{-1} \right],$$

přičemž β je dáno výrazem

$$\beta = \frac{2\pi}{z} - \arccos \left[(0,5 \cdot D_{i-2} + 0,5 \cdot D_{i-1} \cdot 2t^2) \cdot (D_{i-1} \cdot D_{i-2})^{-1} \right],$$

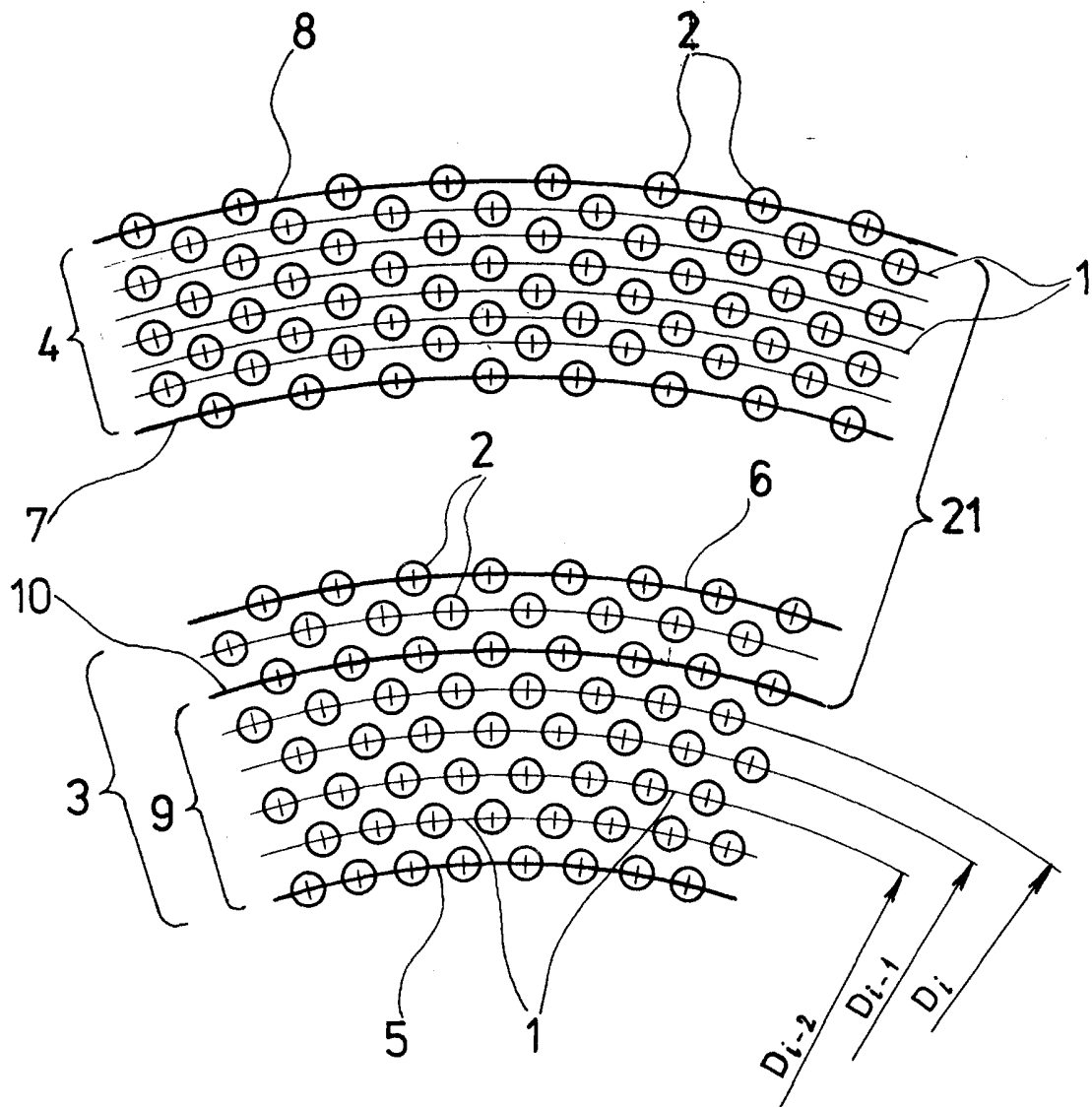
přitom průměry vnitřní kružnice (5) a levé kružnice (7) jsou známy.

261034



ОБР. 1

261034



OBR. 2