



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203741
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
F 28 B 1/06

(22) Přihlášeno 19 03 79
(21) (PV 1796-79)

(40) Zveřejněno 30 06 80

(45) Vydáno 15 05 83

(75)
Autor vynálezu

MACHÁČEK JIŘÍ ing. CSc., JESCH JOSEF ing.,
MÍCHAŁ VÁCLAV ing. a ŠIMÁČEK LADISLAV ing., BRNO

(54) Zařízení ke kondenzaci vodní páry

1

Vynález se týká zařízení ke kondenzaci vodní páry uzpůsobeného k použití zejména v oblastech s možnými nízkými teplotami venkovního vzduchu.

U dosud známých vzduchem chlazených kondenzátorů (dále jen kondenzátorů) probíhá kondenzace uvnitř teplosměnných trubek, které jsou na vnější straně ochlazovány nuceně proudícím vzduchem. Trubky jsou uspořádány v souběžných řadách a jsou chladicím vzduchem protékány ve směru kolmém k podélné ose trubkového svazku. Teplosměnné trubky jsou na obou koncích zaústěny do společných komor a jsou na straně přívodu vzduchu opatřeny příčnými žebry, která zvětšují teplosměnnou plochu oproti hladkým trubkám obvykle o 1500 až 2000 %. Jednotlivé řady trubek jsou uspořádány svisle anebo jsou umístěny v šikmé poloze, popř. dva protilehlé svazky trubek tvoří sestavu ve tvaru písmene „A“.

Pára se přivádí do horní komory kondenzátoru a proudí vnitřním prostorem trubek směrem dolů za současné kondenzace. Kondenzát stéká v souproudu s parou rovněž směrem dolů do společné sběrné spodní komory, z níž se odvádí k opětovnému použití. Za jednotlivými řadami teplosměnných trubek ve směru toku vzduchu anebo paralelně k nim může být kromě toho zařazena dal-

2

ší jedna nebo více řad trubek určených k dochlazování inertních plynů a k dokončení kondenzace zbytků páry. Tato řada dochlazovacích trubek je na dolní straně zaústěna do komory společné i pro teplosměnné trubky takovým způsobem, že inertní plyny a zbytky páry vystupující z teplosměnných trubek mění v komoře svůj směr, vstupují do dochlazovacích trubek a proudí jejich vnitřním prostorem ve směru od sdola nahoru, přičemž zbytky páry v dochlazovacích trubkách kondenzují. Kondenzát stéká do společné sběrné spodní komory, odkud se opět odvádí. Inertní plyny jsou odsávány ze samostatné horní komory dochlazovacích trubek. Za řadami teplosměnných trubek a dochlazovacích trubek se dále ve směru toku vzduchu umísťují ručně nebo dálkově ovladatelné žaluzie, kterými lze přivírat nebo úplně uzavřít průtočný průřez chladicího vzduchu a tím regulovat jeho množství. Tyto žaluzie se používají zejména při sestavování protilehlých svazků do sestavy ve tvaru písmene „A“. V tomto případě jsou žaluzie umístěny nad svazky teplosměnných trubek a lze jich použít ve dle regulace množství vzduchu i k zamezení vnikání deště, sněhu a nečistot z ovzduší při odstavení kondenzátoru.

U popsáných vzduchem chlazených kon-

denzátorů se užívá několika alternativ pro jejich uzpůsobení k použití v oblastech s možnými nízkými teplotami vzduchu. Tato alternativní opatření jsou vesměs založena na skutečnosti, že jestliže se průtočný průřez trubek v jednotlivých řadách za sebou volí konstantní, takže jím protéká stejné množství páry, a jestliže trubky jednotlivých řad mají ožebrování o stejné rozteči, tzn. stejně velkou teplosměnnou plochu, jsou podmínky kondenzace u jednotlivých řad trubek vlivem postupného ohřívání chladicího vzduchu velmi rozdílné. U první řady trubek, ve směru proudění vzduchu, kde chladicí vzduch je nejchladnější, je pro kondenzaci vodní páry využívána pouze horní část trubky, zatímco u spodní části v zimním období postupně nastává podchlazování kondenzátu. Za mrazu může dokonce dojít ke tvorbě ledových inkrustů a při vyšších mrazech může postupně zamrznout i další řada trubek.

K odstranění těchto nedostatků se proto trubky navrhují tak, aby kondenzace byla ukončena u všech za sebou jdoucích řad trubek ve stejné výši, a to co nejbližší k místu dolního zaústění trubek do sběrací komory kondenzátoru, čímž bude využito maxima teplosměnné plochy trubek kondenzátoru. Tohoto efektu se dosahuje jednak postupným zmenšováním průřezu trubek v jednotlivých, za sebou umístěných řadách, jednak zvětšováním teplosměnné plochy trubek jednotlivých řad ve směru proudění vzduchu, dále postupným zmenšováním rozteče žebor v jednotlivých řadách trubek, změnou rozteče žebor podél jednotlivých trubek, umístěním klapky, popř. clon v místech zaústění rozdělovačů páry do jednotlivých řad trubek a instalací parních ejektorů pro odsávání inertních plynů pro každou řadu trubek zvlášť. Mění se tedy buď množství páry protékající jednotlivými řadami trubek, anebo teplosměnný povrch trubek tak, aby kondenzace v některých řadách byla částečně potlačena. Tato řešení však přinášejí s sebou nové nevýhody, které spočívají především v náročnosti a složitosti výroby a v nutnosti výroby širokého sortimentu žebrovaných trubek s různými roztečemi a s různými průřezy. Při změně rozteče žebor podél jedné trubky nelze použít vysoce výkonné technologie pro navíjení žebor s osazením, tzv. L-žebor, při němž hrozí nebezpečí, že při opakovaném ohřevu a ochlazení trubky, např. při odstavení kondenzátoru, dojde ke zmenšení pevnosti styku mezi žebrem a trubkou a tím i ke snížení přestupu tepla. Výrobně náročné je rovněž umístění clon, dýz nebo klapky do rozdělovače páry, popř. jednotlivých trubek. Tyto elementy způsobují také nárůst tlakové ztráty při průtoku páry, a tím i nutnost zvýšeného výkonu parních ejektorových odsavačů páry. Použití ejektorů u každé jed-

notlivé řady pak opět zvyšuje složitost ovládní odsávacího ejektorového systému, spotřebu páry na pohon ejektorů i zvýšení investičních nákladů.

Zmíněné obtíže jsou naproti tomu odstraněny zařízením ke kondenzaci vodní páry podle vynálezu, sestávajícím ze svazku souběžných teplosměnných a dochlazovacích trubek umístěných za sebou ve směru toku chladicího vzduchu a ze žaluzie pro regulování přítoku chladicího vzduchu, vyznačující se tím, že svazku teplosměnných trubek je ve směru proudění vzduchu předřazena tepelně-hydraulická mříž tvořená nejméně jednou řadou hladkých, popř. nízkožebrovaných trubek. Teplosměnné i hladké, popř. nízkožebrované trubky jsou zaústěny horními konci do společné horní rozdělovač komory opatřené hrdlem pro přívod páry a spodními konci do společné sběrné spodní komory opatřené hrdlem pro odvod kondenzátu. Společná sběrná spodní komora je společná i pro nejméně jednu řadu dochlazovacích trubek. Za řadou dochlazovacích trubek následuje ve směru toku vzduchu žaluzie, rozdělená popř. ve dva nebo více samostatně ručně nebo automaticky ovladatelných nad sebou sestavených dílů.

Výhodou tohoto uspořádání je, že chladicí vzduch průchodem tepelně-hydraulickou mříží zvýší svou turbulenci, která příznivě ovlivní přestup tepla u vlastních teplosměnných trubek.

Nízkožebrované trubky tepelně-hydraulické mříže jsou charakterizovány zvětšením teplosměnné plochy oproti hladkým trubkám až do 500 %, zatímco teplosměnné trubky jsou charakterizovány zvětšením teplosměnné plochy oproti hladkým trubkám v rozmezí 1500—2000 %. Zvětšení teplosměnné plochy do 500 % je natolik relativně nízké, že u trubek tepelně-hydraulické mříže nebude moci dojít v zimním období k takovému podchlazení, které by vedlo k jeho zamrznutí.

Největší nebezpečí zamrznutí kondenzátu je ve spodní části všech trubek, proto je případné rozdělení žaluzie ve dva samostatné díly voleno tak, aby horní část žaluzie pokrývala 50—80 % průtočné plochy kondenzátoru, zatímco dolní část žaluzie pouze 20—50 % průtočné plochy kondenzátoru. V praxi je možné i rozdělení žaluzie na tři, popř. i více samostatných částí, čímž by bylo možno účinněji regulovat tok chladicího vzduchu, avšak zmíněná výhoda by byla na druhé straně opět částečně či zcela potlačena nevýhodou spočívající v tom, že manipulace a ovládní jednotlivých částí dělené žaluzie by bylo příliš náročné. Teplota proudícího chladicího vzduchu je tedy regulována především ve spodní části, a to tak, že při umístění kondenzátoru v oblasti s minimální teplotou venkovního vzduchu —40 °C (po dobu pěti dní za sebou) bude spodní část žaluzie více přivřena než horní část, popř. bude zcela uzavřena.

U nízkožebrovaných trubek tepelně-hydraulické mříže se zpravidla volí průřez kruhový, který je z hlediska osazení trubek nízkými žebry nejvýhodnější.

Nízkožebrované trubky mohou být popř. také oválného či plochooválného průřezu, který je oproti kruhovému průřezu výhodnější v tom, že stékající kondenzát je vzhledem k výměně tepla příznivěji rozložen ve spodní části trubek.

Vzhledem k menší teplosměnné ploše nízkožebrovaných trubek je při požadavku dosažení dostatečného výkonu kondenzátoru nutné, aby průřezový průřez těchto trubek byl úměrný, tj. menší nebo stejný jako průřez teplosměnných trubek. Pouze při použití kondenzátoru v oblastech s minimální teplotou venkovního vzduchu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (po dobu pěti dní za sebou) bude nutné použít stejný průřezový průřez jako u trubek teplosměnných.

Příčná rozteč nízkožebrovaných trubek tepelně-hydraulické mříže, kolmá ke směru toku chladicího vzduchu, se volí v rozmezí 0,5 až 1 příčné rozteče teplosměnných trubek, zatímco diagonální rozteč v rozmezí 0,4 až 0,7 příčné rozteče teplosměnných trubek. V podstatě je možno říci, že rozteče nízkožebrovaných trubek se volí tak, aby zajišťovaly požadovaný účinek při minimální tlakové ztrátě procházejícího vzduchu. V oblastech s minimálními teplotami venkovního vzduchu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (po dobu pěti dní za sebou) se volí mříž s maximálními roztečemi trubek, v oblasti s minimálními teplotami venkovního vzduchu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (po dobu pěti dní za sebou) se volí mříž s minimálními roztečemi trubek. Při použití kondenzátoru v oblasti s minimálními teplotami venkovního vzduchu mezi -15 až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ se volí rozteče trubek podle ostatních povětrnostních podmínek.

Při zvýšených nárocích na kondenzační plochu je často vhodné uspořádání trubek kondenzátoru ve tvaru písmene „A“. V tomto případě sestává kondenzátor vodní páry ze dvou svazků souběžných teplosměnných a dochlazovacích trubek, přičemž nízkožebrované trubky tepelně-hydraulické mříže jsou umístěny na vnitřní straně sestavy, zatímco žaluzie na její vnější straně. Velikost vrcholového úhlu sestavy se volí v souvislosti s prostorovými možnostmi, popř. podle druhu protékajícího chlazeného média.

Příkladné provedení zařízení ke kondenzaci vodní páry podle vynálezu je dále blíže znázorněno na připojených výkresech, kde

obr. 1 představuje svislý podélný řez zařízením, u nějž je hydraulická mříž tvořena dvěma řadami nízkožebrovaných trubek kruhového průřezu, za nimiž paralelně umístěn svazek teplosměnných trubek s jednou řadou dochlazovacích trubek a žaluzií rozdělenou na dva samostatně ovladatelné díly, a

obr. 2 představuje částečný příčný řez zařízením podle obr. 1, vedený rovinou A—A.

Zařízení ke kondenzaci vodní páry v provedení podle obr. 1 a obr. 2 sestává z tepelně-hydraulické mříže, kterou tvoří dvě řady přesazeně uspořádaných nízkožebrovaných trubek 1, umístěných před svazkem teplosměnných trubek 2 kolmo ke směru toku chladicího vzduchu. Nízkožebrované trubky 1 tepelně-hydraulické mříže jsou charakterizovány zvětšením teplosměnné plochy oproti hladkým trubkám do 500 % a jsou uspořádány tak, že jejich příčná rozteč h_p kolmá ke směru toku chladicího vzduchu, činí 0,5—1 příčné rozteče t teplosměnných trubek 2 diagonální rozteč h_d nízkožebrovaných trubek 1 pak činí 0,4 až 0,7 příčné rozteče t teplosměnných trubek 2. Svazek teplosměnných trubek 2 umístěný za tepelně-hydraulickou mříží ve směru toku chladicího vzduchu označeného šipkou 12 tvoří dvě souběžné řady teplosměnných trubek 2 s vysokými žebry, charakterizovanými zvětšením teplosměnné plochy oproti hladkým trubkám v rozmezí 1500 až 2000 %. Za řadami teplosměnných trubek 2 je umístěna jedna řada dochlazovacích trubek 3, jejichž žebra vykazují stejnou výšku a rozteč jako žebra teplosměnných trubek 2. Pára se přivádí přívodem 9 do horní rozdělovací komory 4 a rozděluje se jednak do dvou řad přesazeně uspořádaných nízkožebrovaných trubek 1 tvořících hydraulickou mříž, jednak do dvou řad vysokožebrovaných teplosměnných trubek 2. Vnitřním prostorem trubek protéká pára ve směru od shora dolů za současné kondenzace. Kondenzát stéká souprůdně do spodní sběrné komory 5, která je společná jak pro trubky 1 tepelně-hydraulické mříže, tak i pro trubky teplosměnné 2 i pro řadu dochlazovacích trubek 3. Ze sběrné komory 5 je kondenzát odváděn hrdlem 10 přes sifon 11 k opětovnému použití. Inertní plyny a zbytky páry proudí ze společné spodní sběrné komory 5 směrem nahoru vnitřním prostorem dochlazovacích trubek 3. V dochlazovacích trubkách 3 zkondenzuje zbytek páry a kondenzát stéká zpět do společné sběrné komory 5, odkud je odváděn spolu s hlavními podíly hrdlem 10 přes společný sifon 11, zatímco ochlazené inertní plyny jsou odsávány ze samostatné horní komory 6 dochlazovacích trubek 3.

Za řadou dochlazovacích trubek 3 je ve směru toku vzduchu dále instalována žaluzie, kterou ve znázorněném provedení tvoří dva nad sebou umístěné vzájemně nezávisle ručně nebo automaticky ovladatelné díly 7, 8. Žaluzie je sestavena z vodorovně uspořádaných listů, jejichž šířka je maximálně 0,3 m. Horní část žaluzie 7 pokrývá 50 až 80 % průtočné plochy kondenzátoru, dolní část 8 žaluzie pak 20 až 50 % průtočné plochy kondenzátoru.

Předností uspořádání zařízení podle vynálezu je možnost omezit průtok vzduchu v přímém směru na vlastní teplosměnné trubky, čímž se v zimním období zabrání

podchlazení popř. zamrznutí kondenzátu, zejména v dolních částech trubek. Na omezení průtoku vzduchu v přímém směru se přitom podílí v kombinaci jak účinek tepelně-hydraulické mříže, tak i velikosti přívěru či rozvěvené žaluzie.

V praxi se postupuje tak, že při umístění zařízení v oblasti s minimálními teplotami venkovního vzduchu -15°C (po dobu pěti dní za sebou) se volí mříž s maximálními roztečemi trubek. Pro oblast s minimální teplotou venkovního vzduchu -40°C (po dobu pěti dní za sebou) se volí mříž s nej-

menšími roztečemi. Při použití zařízení v oblastech s teplotami ležícími mezi -15 až -40°C se volí rozteče trubek míže podle dalších povětrnostních podmínek, jako je síla a četnost větru apod.

Při provozu zařízení v obou teplotních oblastech při teplotách venkovního vzduchu do -5°C budou oba díly žaluzie rozvěveny, takže omezení přímého toku vzduchu na teplosměnné trubky bude zajišťovat pouze tepelně-hydraulická mříž. Při poklesu teplot bude pak spodní část žaluzie stupňovitě nebo plynule uzavírána.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení ke kondenzaci vodní páry upůsobené k použití zejména v oblastech s možnými nízkými teplotami venkovního vzduchu, sestávající ze svazku teplosměnných a dochlazovacích trubek umístěných za sebou ve směru toku chladicího vzduchu a dále ze žaluzie pro regulování přítoku chladicího vzduchu vyznačující se tím, že svazku teplosměnných trubek (2) je ve směru proudění vzduchu předřazena tepelně-hydraulická mříž tvořená nejméně jednou řadou hladkých, popř. nízkožebrovaných trubek (1), přičemž jak teplosměnné trubky (2), tak i trubky hladké, popř. nízkožebrované (1) jsou zaústěny horními konci do společné horní rozdělovací komory (4) opatřené hrdlem (9) pro přívod páry a spodními konci do společné sběrné spodní komory (5) opatřené hrdlem (10) pro odvod kondenzátu, kde společná sběrná spodní komora (5) je společná i pro nejméně jednu řadu dochlazovacích trubek (3), a kde za řadou dochlazovacích trubek (3) následuje ve směru toku žaluzie, rozdělená popř. ve dva nebo více samostatně ručně nebo automaticky ovladatelných nad sebou sestavených dílů (7, 8).

2. Zařízení podle bodu 1 vyznačené tím, že nízkožebrované trubky (1) tepelně-hydraulické mříže jsou charakterizovány zvětšením teplosměnné plochy oproti hladkým trubkám až do 500 %, zatímco teplosměnné trubky (2) jsou charakterizovány oproti

hladkým trubkám zvětšením teplosměnné plochy v rozmezí 1500 až 2000 %.

3. Zařízení podle bodů 1 a 2 vyznačující se tím, že horní část (7) žaluzie pokrývá 50 až 80 % průtočné plochy kondenzátoru, zatímco dolní část (8) žaluzie 20 až 50 % průtočné plochy kondenzátoru.

4. Zařízení podle bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že průřez nízkožebrovaných trubek (1) je kruhový.

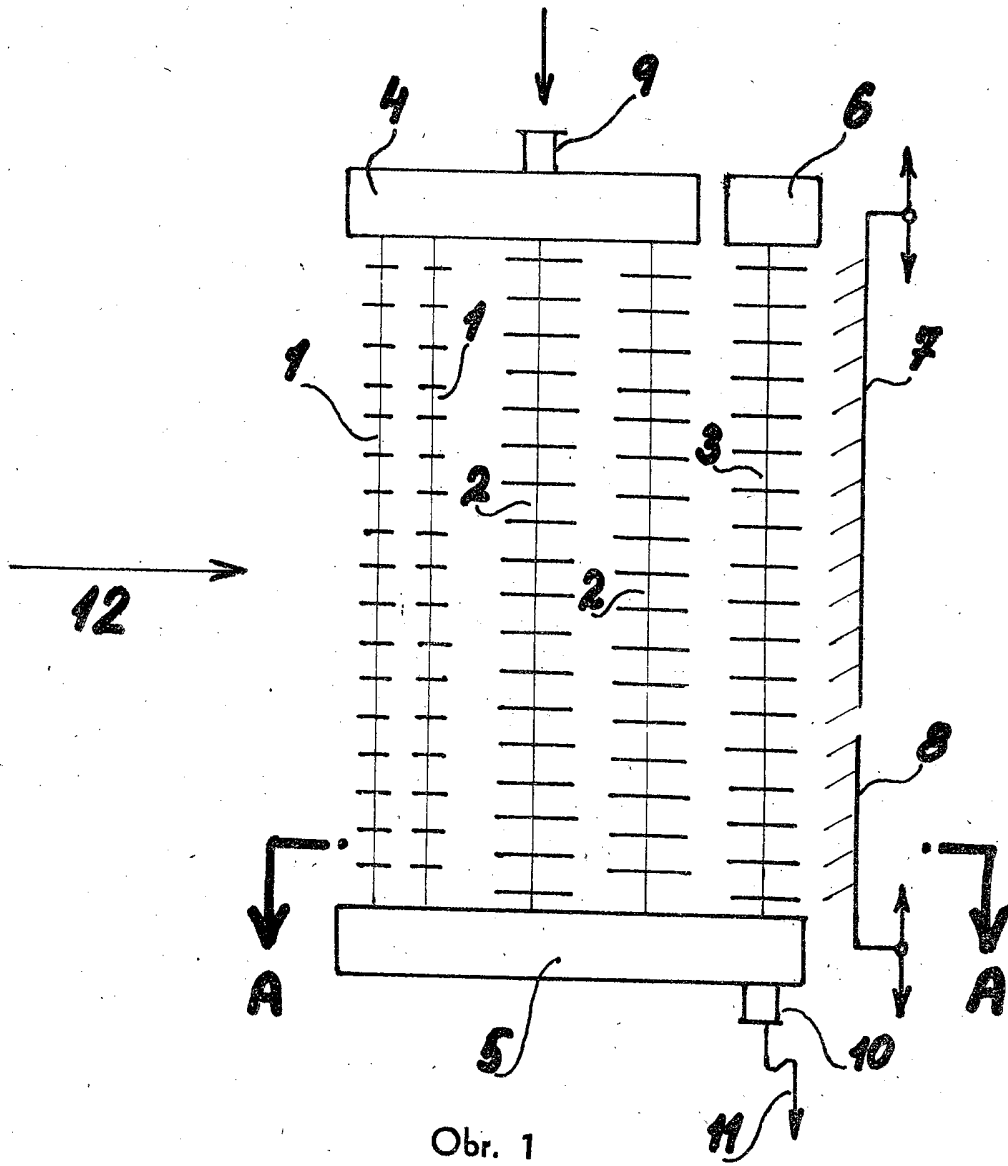
5. Zařízení podle bodů 1 až 3 vyznačující se tím, že průřez nízkožebrovaných trubek (1) je oválný, popř. plochooválný.

6. Zařízení podle bodů 1 až 5 vyznačené tím, že průtočný průřez nízkožebrovaných trubek (1) je stejný nebo menší než průřez teplosměnných trubek (2).

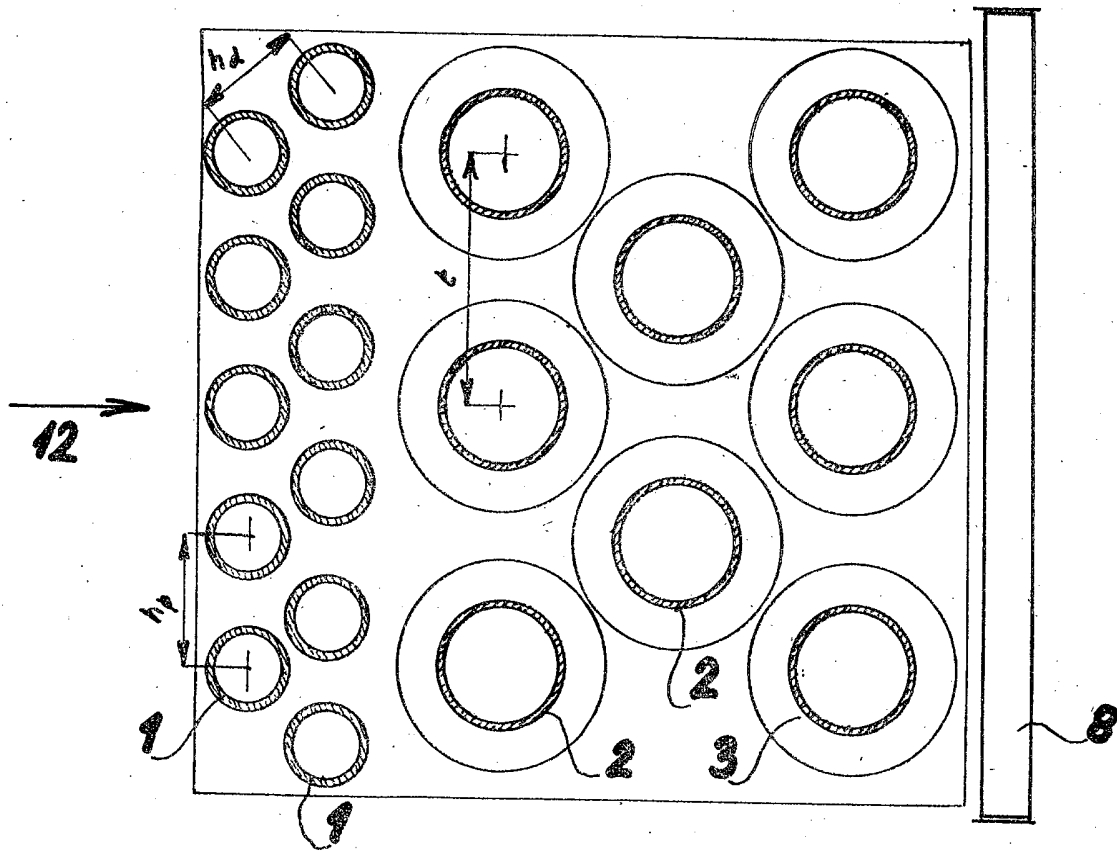
7. Zařízení podle bodů 1 až 6 vyznačené tím, že příčná rozteč (h_p) nízkožebrovaných trubek (1), kolmá ke směru toku chladicího vzduchu činí 0,5 až 1 příčné rozteče (t) teplosměnných trubek (2), zatímco diagonální rozteč (h_d) 0,4 až 0,7 příčné rozteče (t) teplosměnných trubek (2).

8. Zařízení podle bodů 1 až 7 vyznačené tím, že sestává ze dvou svazků souběžných teplosměnných trubek (2) a dochlazovacích trubek (3) uspořádaných navzájem do tvaru písmene „A“, kde nízkožebrované trubky (1) tepelně-hydraulické mříže jsou umístěny na vnitřní straně sestavy, zatímco žaluzie (7, 8) na její vnější straně.

2 listy výkresů



Obr. 1



Obr. 2