
Octroiraad



[10] A **Terinzagelegging** [11] **7510739**

Nederland

[19] NL

- [54] Warmteuitwisselaar.
- [51] Int.Cl²: F28F1/00.
- [71] Aanvrager: The Babcock & Wilcox Company te New York.
- [74] Gem.: Ir. F.X. Noz c.s.
Algemeen Octrooibureau
Boschdijk 155
Eindhoven.

-
- [21] Aanvraag Nr. 7510739.
- [22] Ingediend 12 september 1975.
- [32] Voorrang vanaf 3 maart 1975.
- [33] Land van voorrang: Ver St. v Am. (US).
- [31] Nummer van de voorrangsaanvraag: 554366.
- [23] --
- [61] --
- [62] --

-
- [43] Ter inzage gelegd 7 september 1976.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Aanvrager: THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, New York, Verenigde Staten van Amerika
Korte aanduiding: Warmteuitwisselaar.

5 De uitvinding heeft betrekking op een warmteuitwisselaar voorzien van een aantal in hoofdzaak longitudinaal gerichte en op afstand gelegen warmte-
uitwisselaarvloeistofstroompijpen.

Deze uitvinding heeft in het bijzonder betrekking op een constructie voor het ondersteunen van een aantal warmteuitwisselaarpijpen.

10 Een warmteuitwisselaar overeenkomstig deze beschrijving is voorzien van een inlaatkast welke via een bundel pijpen in vloeistofverbinding staat met een uitlaatkast. Bovendien is de pijpbundel omsloten door een omhulsel waar door
15 een vloeistof kan stromen welke in aanraking is met de pijpbundel, waarbij de vloeistof warmte van een andere vloeistof kan opnemen of warmte aan de andere vloeistof kan afgeven, welke andere vloeistof stroomt door de pijpen van de bundel.

Hoewel alle pijpen van de bundel over het algemeen in kasten zijn bevestigd, dat wil zeggen, zijn vastgemaakt aan de pijpenplaat van de kast, zijn gewoonlijk een of meer ondersteuningën aangebracht om weerstand te bieden
20 aan uitwendige of inwendige krachten welke op de warmteuitwisselaar en de groep pijpen worden uitgeoefend. In het bijzonder bij een warmteuitwisselaar, welke voorzien is van op korte afstand van elkaar gelegen pijpen met een aanzienlijke lengte, bijvoorbeeld een warmteuitwisselaar van het een keer
25 doorvoerde type met afmetingen zoals gewoonlijk toegepast in een commerciële krachtinstallatie, zijn afstandmiddelen zowel als ondersteuningën vereist. Deze afstandmiddelen worden aangebracht om een verplaatsing van de pijpen, veroorzaakt door een thermische expansie of samentrekking, een vibratie te weeg gebracht door de stroming of door de zwaartekracht, te voorkomen. Een verplaatsing van een pijp als gevolg van bijvoorbeeld thermische expansie of
30 het ontbreken van ondersteuning en is ongewenst, aangezien een verandering in het stromingsoppervlak rondom aangrenzende pijpen een ongelijke warmteoverdracht en een groter drukverlies binnen de warmteuitwisselaar tot gevolg heeft en een rimpeling ("fretting") kan veroorzaken.

Verskillende wijzen van ondersteuning en op afstand houden van warmte-
uitwisselaarpijpen zijn tot op heden beproefd. Een gewoonlijk in de praktijk ge-
bruikte methode behelst de toepassing van doorboorde platen, met op afstand
gelegen openingen, gewoonlijk aangeduid als "baffle plates", welke op afstand
5 van . elkaar over de lengte van de warmteuitwisselaar zijn aangebracht. De
pijpen zijn gelegen in de perforaties en de platen zijn op afstanden van el-
kaar geplaatst, welke afstanden op experimentele en/of theoretische wijze
zijn vastgesteld, om het vibreren van de pijpen te voorkomen. Andere bekende
constructies zijn: het met draden omwikkelen van pijpen, het er doorheen
10 vlechten van flexibelebuisvormige organen tussen de warmteuitwisselaarpijpen
en het vormen van een warmteuitwisselaarpijp voorzien van een bocht in een
vlak om contact te maken met een aangrenzende pijp in hetzelfde vlak via
bindorgaan ("tie member").

Bij een een keer doorvoerde warmteuitwisselaar van het type voorzien van
15 pijpen met een aanzienlijke lengte en op korte afstand van elkaar gelegen,
worden de stromingsrestrictieproblemen in aanzienlijke mate geaccentueerd .
door slechts een geringe pijpverplaatsing. Bovendien is het bij het een keer
doorvoerde type warmteuitwisselaar heden ten dagen een vereiste dat het pijp-
materiaal en het materiaal van het omhulsel nauwkeurig worden uitgekozen en
20 de respectievelijke bedrijfstemperaturen zorgvuldig in de gaten worden ge-
houden teneinde zeer grote spanningen te voorkomen, welke het gevolg zijn van
het verschil in thermische expansie tussen deze materialen.

Dientengevolge bestaat er een behoefte om te voorzien in middelen voor h
ondersteunen, op afstand houden van en toelaten van een thermische expansie in
25 warmteuitwisselaarpijpen, in het bijzonder bij warmteuitwisselaars voor
commerciële krachtinstallaties van het type voorzien van pijpen met een
aanzienlijke lengte en een kleine diameter.

De uitvinding beoogt genoemde nadelen te vermijden en te voorzien in
een warmteuitwisselaar welke beantwoordt aan de hierboven gegeven doelstellingen
30 en de warmteuitwisselaar overeenkomstig de uitvinding wordt daartoe hierdoor
gekenmerkt, dat ten minste enige pijpen zijn voorzien van een zich in de lengte-
richting uitstrekkend gedeelte dat vanuit de lengtehartlijn van de pijp naar bu-
gebogen en wel nagenoeg schroeflijnvormig , waarbij het gedeelte in doorlopende

vloeistofstroomverbinding staat met de rest van de pijp, terwijl delen van het pijpgedeelte welke zich in de lengterichting successievelijk naar buiten uitstrekken ten minste enige van de aangrenzende pijpen tangentiaal raken.

Overeenkomstig de uitvinding wordt door een nieuw geconstrueerde pijp voorzien in het ondersteunen en op afstand houden van aangrenzende pijpen.

5 Bovendien zal de toepassing van dit nieuwe type pijp voor alle pijpen van de pijpbundel het probleem van het verschil in thermische expansie, zoals hierboven met betrekking tot het in een keer doorvoerde type warmteuitwisselaar, verlichten en het drukverlies in elke pijp nagenoeg gelijkmaken.

10 Een warmteuitwisselaarpijp met deze kenmerken is voorzien van een gedeelte met een schroeflijnvorm, waarbij de schroeflijn een schroef-of effectieve cylinderstraal heeft groter dan de straal van de pijp, zodat het (de) schroeflijnvormige gedeelte of lus : de onmiddellijk hieraan grenzende pijpen tangentiaal raakt.

15 In een andere voorkeursuitvoeringsvorm van de warmteuitwisselaar, waarbij de bundel pijpen in zeshoeken is opgesteld en de pijpen op gelijke afstanden van elkaar zijn gelegen, heeft de schroeflijn een effectieve straal gelijk aan de straal van de pijp plus de ruimte tussen twee aangrenzende pijpen, waarbij het schroeflijnvormige gedeelte zes pijpen, onmiddellijk hieraan grenzend, tangentiaal raakt naarmate het schroeflijnvormige gedeelte zich
20 onder een hoek voortzet om de lengtehartlijn van de pijp heen of de pijp omringt. Bovendien zijn de aangrenzende pijpen ook in aanraking met twee andere schroeflijnvormige gedeeltes, welke op een gelijke wijze als hierboven zijn aangebracht in pijpen die op gelijke afstanden rondom de aangrenzende pijpen zijn gelegen en dientengevolge wordt elke aangrenzende pijp ondersteund
25 en op afstand gehouden door een driepuntsaanraking met drie schroeflijnvormige gedeeltes. De schroeflijnvormig uitgevoerde pijpen worden op hun beurt ondersteund en op afstand gehouden door een zespuuntsaanraking met de zes aangrenzende pijpen welke daarom heen zijn gelgen. Bovendien kan het schroeflijnvormige gedeelte na het voltooiën van een hoek langs de longitudinale hartlijn worden herhaald, dat wil zeggen een nieuwe omringende lus aanvangen en
30 daarbij weer contact maken met enige of alle aangrenzende pijpen op een in de lengtercithing en axiaal vooruitgeschoven plaats. Bovendien kan het schroeflijnvormige gedeelte aanvankelijk minder dan een volledige lus maken

en daarbij in aanraking komen met slechts een of meer van de zes aangrenzende
pijpen, terugkeren naar zijn oorspronkelijke rechte en axiale stand van de
pijp en dan op een in longitudinale richting op afstand gelegen plaats zijn
schroeflijnvormige lusconstructie langs de pijp vervolgen om de aanraking
5 met de overgebleven aangrenzende pijpen te completeren.

Verder wordt de thermische expansie van de pijpen door de in de pijpen
aangebrachte gebogen schroeflijnvormige gedeelten opgenomen. Bij gevolg kan
de uitvinding bij een warmteuitwisselaar, zoals het hierboven genoemde
een keer doorvoerde type waarbij het verschil in thermische expansie van
10 het grootste belang is, op verschillende axiale plaatsen in elke pijp van
de pijpbundel worden toegepast. Op deze wijze worden alle pijpen van de
pijpbundel gesteund en op afstand van elkaar gehouden zoals hierboven verklaard
en is ook elke pijp voorzien van lusmiddelen voor het opnemen van het ver-
schil in thermische expansie. Bovendien, aangezien elke pijp van de pijpbundel
15 is voorzien van een schroeflijnvormig gedeelte, zal het drukverlies in
elke pijp, dat wil zeggen de vloeistoflooptlengte door de pijpen, nagenoeg
hetzelfde zijn. Dientengevolge zullen situaties van onbalans tengevolge van
ongelijke drukomstandigheden worden vermeden en zal de thermische belasting
van elke pijp ook nagenoeg gelijk zijn.

20 De verschillende kenmerken van de uitvinding zijn in het bijzonder
in de bijgaande conclusies opgesomd en vormen een deel van deze beschrijving.
Voor een beter begrip van de uitvinding, zijn bedrijfsvoordelen en de specifiek
doelstellingen welke door zijn toepassing worden verwezenlijkt, wordt verwezen
naar de bijgaande tekeningen en de beschrijving van de weergegeven uitvoerings-
25 vorm, welke een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding betreft.

In deze tekeningen is:

Fig. 1 een schematisch aanzicht in de lengterichting, gedeeltelijk
in doorsnede, van een warmteuitwisselaar van het een keer doorvoerde type
waarin de kenmerken van de uitvinding zijn toegepast;

30 Fig. 2 een aanzicht op een vergrote schaal, in onderaanzicht van een deel
van een groep warmteuitwisselaarpijpen overeenkomstig de uitvinding; en

Fig. 3 een aanzicht in de lengterichting op vergroteschaal van een
aantal warmteuitwisselaarpijpen overeenkomstig de uitvinding.

De nu volgende beschrijving betreft de weergegeven uitvoeringsvorm van de uitvinding in de bijgaande tekeningen.

In fig. 1 is een warmteuitwisselaar weergegeven, waarin een warme eerste vloeistof, zoals de koelvloeistof van een nucleaire kernreactor (niet weergegeven), wordt gevoerd door een over het algemeen rechtopstaand drukvat 10 en daarin een gescheiden warmteuitwisseling ondergaat met een tweede vloeistof, zoals water, dat aan het vat 10 wordt toegevoerd. De eerste vloeistof komt binnen in een verzamelkamer 11 aan een uiteinde van het vat 10 en stroomt door de pijpen 12 van de groep pijpen 12 A (alleen weergegeven met behulp van hartlijnen), welke pijpen zijn opgenomen in de pijplaten 13 en 14, verzamelt zich in verzamelkamer 15 aan het tegengover gelegen uiteinde van het vat 10 van waaruit het wordt afgevoerd voor een nieuwe kringloop.

Binnen het vat 10 is een dekring 16 gelegen welke de bundel pijpen 12 A omgeeft en aan beide uiteinden open is. Een plaatring 17 is aan de binnenkant verbonden met de dekring 16 en aan de buitenkant met de wand 18 van het vat 10, welke ring het binnenkomende voedingswater, via een mondstuk 19, scheidt van de uitgaande vloeistof welke via een ander mondstuk 20 het vat verlaat.

Over het algemeen moet een groep pijpen van een warmteuitwisselaar voorzien zijn van een pijpoudersteuningsconstructie of ondersteuningsplaten (niet weergegeven in fig. 1) om te zorgen voor de ondersteuning van de pijpen en voor het handhaven van de afstand tussen de pijpen. Voor het vermijden van de stromingsrestrictie- en warmteoverdrachtproblemen, welke verbonden zijn met de ondersteuningsconstructies, stelt de uitvinding voor dat de vereiste ondersteuning en het op afstand houden wordt verkregen door een tangenciaal pijp-op-pijp-aanraking tussen aangrenzende pijpen van dezelfde reeks en van de aangrenzende reeksen zoals weergegeven in fig. 2 en fig. 3. In overeenstemming met deze uitvinding zijn een aantal pijpen voorzien van een schroeflijnvorm²¹, zie de fig. 2 en 3.

In dit verband wordt er op gewezen, dat een schroeflijn een speciale geometrische figuur is met een nauwkeuring mathematisch evenwicht, en welke gedefinieerd wordt als een driedimensionale kromme, gelegen op een cylinder

en welke deze verdeelt in stukken onder een constante hoek. In de praktijk echter is het het meest waarschijnlijk dat het schroeflijnvormige gedeelte een op een schroeflijn gelijkende figuur vormt, die enkel de nauwkeurige mathematische definitie benadert. Hoewel de vorm aldus niet noodzakelijk een schroeflijn behoeft te zijn zoals nauwkeurig hierboven is gedefinieerd, zal de vorm door het ontbreken van een beter woord hier worden aangeduid als een schroeflijn.

In overeenstemming met deze uitvinding zijn gedeelten van de pijpen 12 uitgevoerd in de vorm van een schroeflijn 21, welke zich uitstrekt langs de pijphartlijn en vanuit deze hartlijn naar buiten tot in de ruimte tussen de pijp met de schroeflijnvorm en de rechte pijpgedeelten van de pijpen welke onmiddellijk hieraan grenzen. Bovendien zorgt de buitenwaartse uitgestrektheid van de schroeflijn of de effectieve omtrek 22 van de pijp met de schroeflijnvorm voor een tangentiale aanraking met de aangrenzende pijpen. Bovendien zijn de schroeflijnen 21 zodanig in de pijpen 12 aangebracht, dat elk recht pijpgedeelte symmetrisch langs zijn omtrek tangentiaal wordt geraakt en daarbij wordt ondersteund en op afstand gehouden door de schroeflijnvormige gedeelten daar om heen.

Ten behoeve van de beschrijving zijn de pijpen van de groep 12 A, in de fig. 2 en 3, geplaatst in een zeshoekige opstelling, en zijn de schroeflijnen 21 weergegeven met een effectieve straal welke gelijk is aan de straal van de pijp plus de ruimte tussen twee aangrenzende pijpen. Gezien in de richting van de longitudinale hartlijn (fig. 2) toont deze symmetrische pijpopstelling dat de schroeflijn 21 een effectieve cirkelomtrek 22 heeft welke de zes aangrenzende pijpen op de punten 22 A tot 22 F tangentiaal haakt. Opgemerkt wordt dat de pijpen welke behoren bij de punten 22 E en 22 F niet zijn weergegeven uit oogpunt van vereenvoudiging. Deze aanrakingspunten 22 A tot 22 F zijn in fig. 3 weergegeven, gelegen op een schroeflijnvormige lijn 23. De schroeflijnvormige lijn 23 is weergegeven als een onderbroken lijn vanaf punt 22 A' tot 22 D om de aanrakingspunten langs de achterzijde van de schroeflijn 21 weer te geven en is verder weergegeven als een doorgaande ononderbroken lijn langs de voorzijde van de schroeflijn voor het aanduiden van de daarop gelegen punten. Zoals weergegeven, raakt een lus

van de schroeflijn 21 alle zes aangrenzende pijpen op de punten 22 A tot 22 F. De schroeflijn kan zich echter voortzetten op een stapsgewijze manier langs de longitudinale hartlijn, waarbij deze elke aangrenzende pijp in welk aantal dan ook raakt, terugkeren naar zijn "rechte" pijpstand en vervolgens zijn kromlijnigeweg hervatten totdat alle aangrenzende pijpen zijn geraakt. Bovendien kan het schroeflijnvormige gedeelte zijn spiraal met een constante straal voortzetten tot op een punt bijvoorbeeld 22 A', dat op een afstand in de lengterichting is gelegen, waarbij weer elk voorafbepaald aantal pijpen wordt geraakt.

Bovendien, bij de in zeshoeken opgestelde groep pijpen, behoeft het schroeflijnvormige gedeelte alleen in elke derde pijp van een pijpreeks te worden aangebracht, teneinde er voor te zorgen dat elke pijp 12 een driepuntsondersteuning en afstand handhavende aanraking heeft, zoals weergegeven in fig. 2 met de aanrakingspunten 22 B, 22 G en 22 H. Pijp 21 met de schroeflijnform wordt ondersteund en op afstand gehouden door een zespuntsaanraking 22 A tot 22 F.

Bij sommige warmteuitwisselaars, zoals de een keer doorvoerde stoomgeneratoren, zie fig. 1, welke gewoonlijk in nucleaire stoomgeneratorkrachtinstallaties worden toegepast, is niet alleen een pijpondersteuning en het op afstand houden vereist, maar is het ook noodzakelijk dat rekening gehouden wordt met de verschillen in thermische expansie van de pijpen. Over het algemeen zijn deze problemen met betrekking tot de verschillen in thermische expansie een gevolg van de zeer lange pijplengtes, het temperatuursverschil dat optreedt in de pijpen en het omhulsel van de warmteuitwisselaar en/of verschillende materialen, dat wil zeggen de verschillende thermische uitzettingscoëfficiënten van de pijpen en het omhulsel. Bovendien is het eveneens noodzakelijk dat nagenoeg dezelfde drukval in alle pijpen optreedt, zodat hoge een lage stromingstoestanden daardoor en de daaruit resulterende mogelijke "hot spots" worden voorkomen.

Daarom, teneinde te voorzien in het ondersteunen, het handhaven van de afstand, het teweeg brengen van een nagenoeg gelijke drukval in de pijpen of een gelijke vloeistoflooplengte en om rekening te houden met de verschillen in thermische expansie van de zeer lange pijpen van een een keer doorvoerde

stoomgenerator, worden bij een uitvoeringsvorm van de uitvinding alle pijpen van de groep pijpen voorzien van schroeflijnvormige gedeelten. In de schematisch weergegeven opstelling van fig. 1 zijn, alle pijpen 12 (alleen weergegeven met behulp van de hartlijnen) voorzien van een schroeflijnvormig gedeelte 21, (weergegeven in de hartlijnen) welke de onmiddellijk aangrenzende pijpen, zoals hiervoor beschreven, tangentiaal raken. Bovendien zijn de schroeflijnvormige gedeelten van alle onmiddellijk aangrenzende pijpen aangebracht op verschillende longitudinale plaatsen van de pijpen. Op deze wijze heeft elke pijp een schroeflijnvormig gedeelte 21 dat in tangen-

10 aanraking is met een niet-schroeflijnvormig (recht) pijpgedeelte 24 van de pijpen 12, welke daaraan grenzen, en wordt op zijn beurt geraakt door de schroeflijnvormige gedeelten 21 van de naburige aangrenzende pijpen, ter plaatse van zijn eigen rechte gedeelte 24 op een andere longitudinaal plaats.

15 In de uitvoeringsvorm zoals weergegeven in fig. 1, alleen bij wijze van illustratie, wordt de groep pijpen 12 A gekenmerkt door drie karakteristieke longitudinale secties 25, 26 en 27. Uit deze illustratie blijkt duidelijk dat een longitudinale versprongen aanbrenging van de schroeflijngedeelten voor elke derde pijp van een pijpreeks van de groep pijpen 12 A, een tangentiale aanraking teweeg brengt tussen het schroeflijnvormige gedeelte van een pijp en de "rechte" gedeelten van de aangrenzende pijpen met betrekking tot elke longitudinale sectie van de reeks. Op deze manier wordt elke pijp 12 van de groep pijpen 12 A ondersteund en op afstand gehouden van zijn naburige pijpen, terwijl elke pijp is voorzien van een

20

25 schroeflijnvormig gedeelte voor het opnemen van de verschillen in thermische expansie, en elke pijp nagenoeg dezelfde looplengte of de daarin optredende drukvermindering heeft.

Het zal duidelijk zijn dat de longitudinaal versprongen opstelling van fig. 1 kan worden uitgevoerd in andere patronen en fig. 1 is dan ook niet

30 bedoeld om aan te geven dat een specifiek patroon vereist is. Bovendien kan het schroeflijnvormig gedeelte langs de pijplengte worden herhaald, afhankelijk onder andere van de specifieke afmetingen en stromingscondities van de warmteuitwisselaar. Bovendien, hoewel de hier weergegeven pijpen

dezelfde diameter hebben, zijn de pijpen voorzien van de schroeflijnvormige gedeelten niet noodzakelijk aan een diameter gebonden, echter wederom zullen de verschillen in afmetingen van de warmteuitwisselaarpijpen of de pijpen voorzien van de schroeflijnvormige gedeelten in zekere mate afhangen van de specifieke kenmerken, zoals de afmetingen en de stroomsnelheden van de
5 bepaalde warmteuitwisselaar.

Kort samengevat kan worden gesteld, dat de uitvinding wordt gekenmerkt doordat de pijpen van een groep pijpen van een warmteuitwisselaar zijn voorzien van een gedeelte dat de vorm heeft van een schroeflijn met een effectieve
10 straal welke gelijk is aan de straal van de pijp en de ruimte tussen twee aangrenzende pijpen, zodanig dat er een tangenciaal contact is met de rechte gedeelten van de pijpen welke onmiddellijkhieraan grenzen en aldus wordt voorzien in het ondersteunen, het handhaven van de afstand en het opnemen van de verschillen in thermische expansie.

15

- CONCLUSIES -

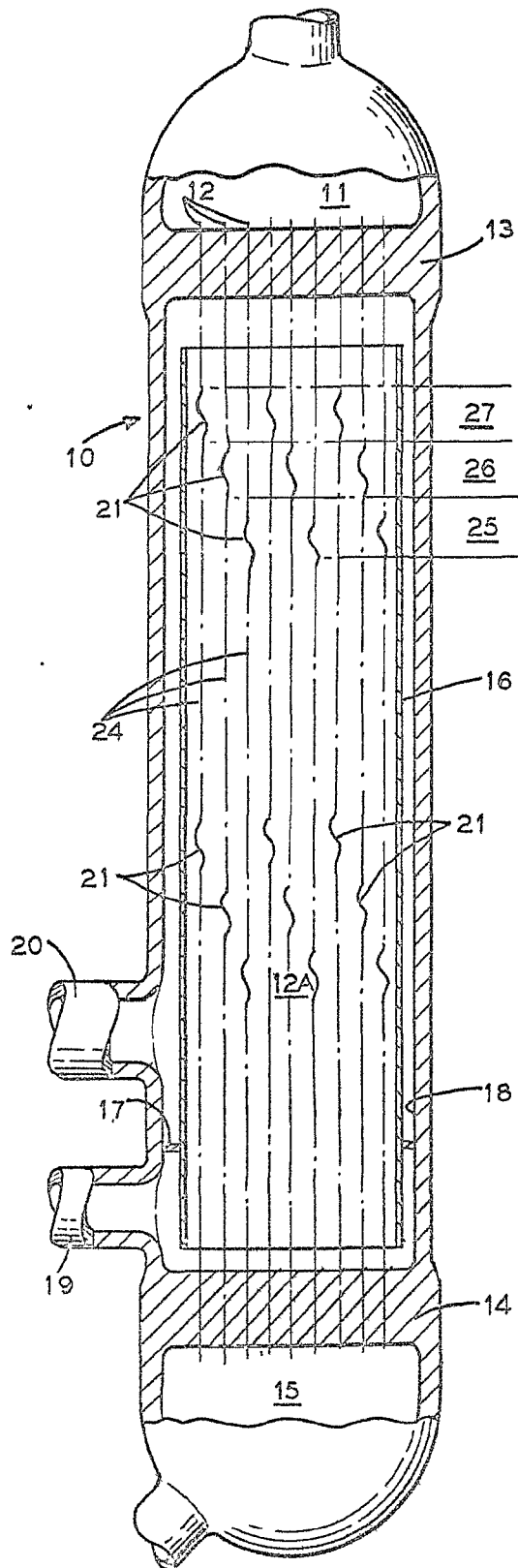
20

75 10 7 39

CONCLUSIES:

1. Warmteuitwisselaar voorzien van een aantal in hoofdzaak longitudinaal gerichte en op afstand gelegen warmteuitwisselaarvloeistofstroompijpen, met
5 het kenmerk, dat ten minste enige pijpen zijn voorzien van een zich in de lengterichting uitstrekkend gedeelte dat vanuit de lengtehartlijn van de pijp naar buiten is gebogen en wel nagenoeg schroeflijnvormig, waarbij het gedeelte in een doorlopende vloeistofstroomverbinding staat met de rest van de pijp, terwijl delen van het pijpgedeelte welke zich in de lengterichting successievelijk
10 naar buiten uitstrekken ten minste enige van de aangrenzende pijpen tangentiaal raken.
2. Warmteuitwisselaar voorzien van een aantal in hoofdzaak longitudinaal gerichte en op afstand gelegen warmteuitwisselaarvloeistofstroompijpen, waarbij de pijpen zeshoekige patronen vormen, met het kenmerk, dat althans
15 enige van deze pijpen zijn voorzien van een gedeelte met een nagenoeg schroeflijnvormige hartlijn dat zich uitstrekt in de lengterichting van de hartlijn van de pijp en van daaruit naar buiten verloopt, terwijl successievelijke delen van de buitenwand van het pijpgedeelte althans enige van de hieraangrenzende pijpen tangentiaal raken.
- 20 3. Warmteuitwisselaar volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de buitenwand van het pijpgedeelte alle daaromheen gelegen aangrenzende pijpen raakt.
4. Warmteuitwisselaar volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het pijpgedeelte is voorzien van in de lengterichting opeenvolgend , doorlopende delen welke dezelfde aangrenzende pijp tangensiaal raken op meerdere
25 dinale plaatsen.
5. Installatie voorzien van een of meer warmteuitwisselaars volgens een van de voorgaande conclusies.

FIG. 1



75 10 7 39

FIG. 2

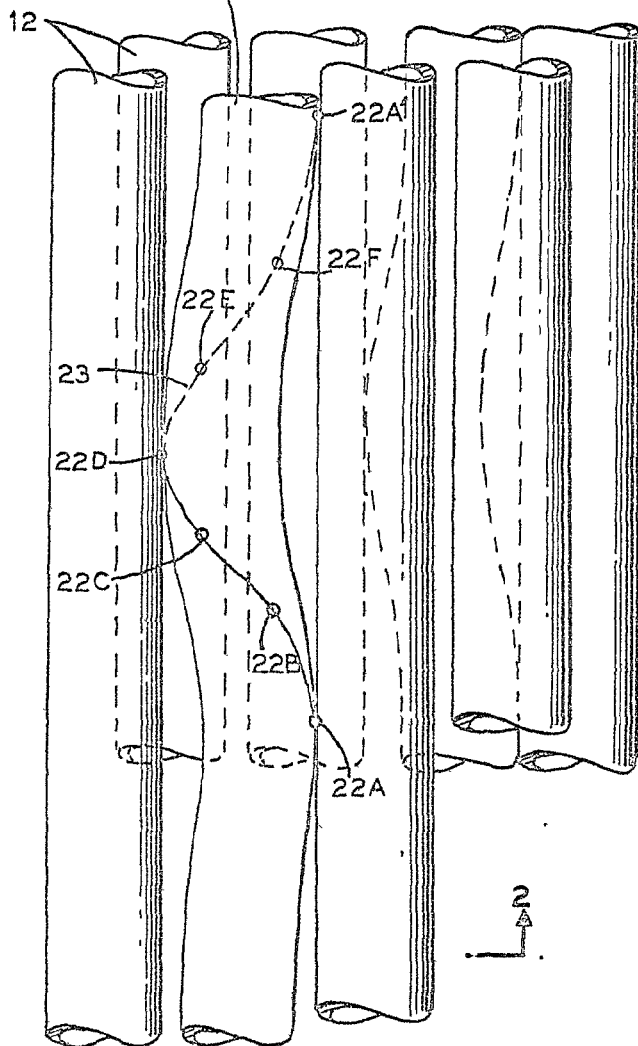
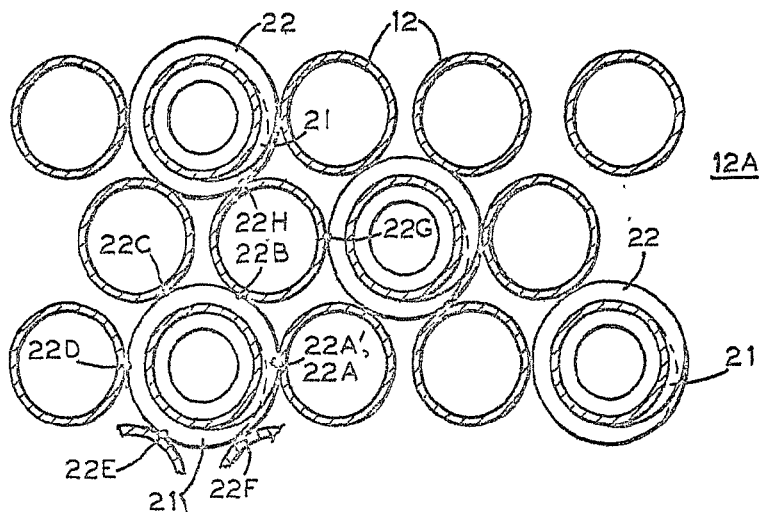


FIG. 3

12A