



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336863

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

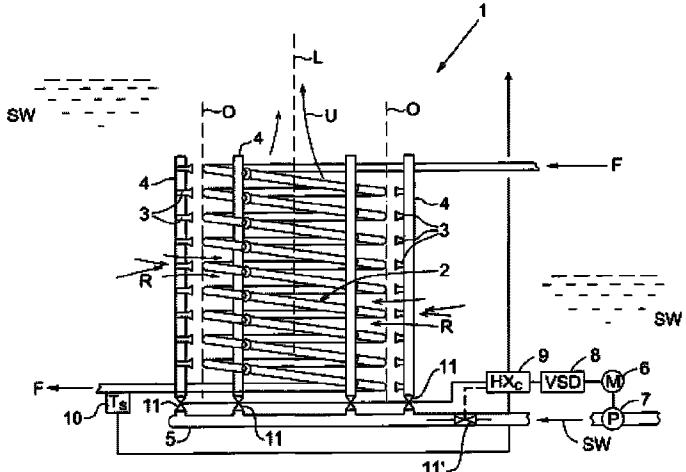
E21B 36/00 (2006.01)
F28D 1/047 (2006.01)
F28D 1/04 (2006.01)
F28F 13/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20130852	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2013.06.18	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2013.06.18	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2014.12.19		
(45)	Meddelt	2015.11.16		
(73)	Innehaver	Vetco Gray Scandinavia AS, Postboks 423, 1302 SANDVIKA, Norge		
(72)	Oppfinner	Ashish Jain, Karl Staaffs vei 17, 0665 OSLO, Norge Espen Hauge, Thorleifs Allé 6, 0489 OSLO, Norge Claudia Martins Da Silva, Michelets vei 112D, 1368 STABEKK, Norge		

(54)	Benenvnelse	Undersjøisk varmeveksler
(56)	Anførte publikasjoner	JP H09178371 A WO 2008/147219 A2 AT 10953 U2
(57)	Sammendrag	

En undersjøisk varmeveksler er beskrevet, der varmeveksleren har en bunt (1) rør som omfatter minst én rørvikling (2) innrettet til å operere nedsenket i vann og tjener til å lede et fluid (F) til avkjøling av omgivende vann i kontakt med røret, idet rørbunten har en lengde (L) og en omkrets (O). Et antall dyser (3) er fordelt i rommet omkring nevnte omkrets (O) slik at dysene tjener til å sende jetstråler (J) av vann som treffer rørene, der dysene er orientert slik at de i det omgivende vannvolumet genererer en fortrengning (R) som passerer omkretsen (O) på et antall steder og i et antall retninger.



Undersjøisk varmeveksler

Oppfinnelsens område

Foreliggende oppfinnelse vedrører varmevekslere med tvunget konveksjon for undersjøisk bruk.

Bakgrunn for oppfinnelsen og tidligere kjent teknikk

Ved gjenvinning og produksjon av gass og olje fra undersjøiske brønner vil det ofte kreves varmevekslere for å regulere temperaturen i produksjonsfluidet eller f.eks. i kjølemedia brukt i produksjonsutstyr.

Undersjøiske varmevekslere er ofte basert på naturlig konveksjon til sjøvann, og kan være av typen passive eller tvungne konveksjonskjølere. I utgangspunktet omfatter en passiv konveksjonskjøler en serie rør som er eksponert av sjøvann som kan sirkulere fritt mellom rørene. Passive konveksjonskjølere er som oftest omfangsrike og tunge strukturer og er utsatt for driftsparametre som ikke lar seg styre, slik som variasjoner i havstrømmer og vanntemperatur, noe som fører til liten eller ingen styringsmulighet av avkjølingsprosessen.

En tvungen konveksjonskjøler omfatter typisk en rørbunt omsluttet av et ytre skall eller kanal som er koblet til en drevet pumpe eller propell som genererer en tvungen strøm av vann/sjøvann gjennom kanalen. Eksempler på tvungne konveksjonskjølere kan finnes f.eks. i WO 2010/002272 A1, WO 2012/141599 A1 eller WO 2013/004277 A1. Kanaliserte, tvungne konveksjonskjølere gir en forbedret styring av temperaturen i målfluidet, men kan fortsatt være utsatt for biologisk begroing og avsetning av materiale på varmevekslerrørene.

Sammenfatning av oppfinnelsen

Foreliggende oppfinnelse sikter på å fremskaffe en tvungen konveksjonsvarmeveksler med forbedret styring av kjølingsprosessen.

Et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å fremskaffe en tvungen konveksjonsvarmeveksler som er mindre utsatt for avleiringer av partikler eller biologiske materialer på varmevekslerrør.

5

Enda et annet formål med foreliggende oppfinnelse er å fremskaffe effektiv avkjøling ved tvunget konveksjon i en varmeveksler som har kompakt konstruksjon.

- 10 Disse og andre formål blir oppnådd i en varmeveksler i henhold til foreliggende oppfinnelse idet en turbulent strøm av vann over varmevekslerrørene blir dannet ved hjelp av et antall dyser som er innrettet til å sende ut jetstråler av vann mot rørene.

15

Mer nøyaktig forklart er det skaffet en undersjøisk varmeveksler som omfatter:

- en bunt av rør som har minst én rørvikling som er innrettet for drift nedsenket i vann og som tjener til å lede et fluid

20 som skal avkjøles av omgivende vann som er i kontakt med røret, rørbunten har en lengde og en omkrets,

- en manifold og et antall stigerør som strekker seg fra manifoden i lengderetningen av rørbunten, idet hvert stigerør bærer et sett dyser fordelt i rommet rundt omkretsen, og

25 - en undersjøisk motor-og-pumpesammenstilling som sender sjøvann med forhøyet trykk og strømningsrate inn i manifoden, idet dysene tjener til å sende ut jetstråler av vann som treffer rørene, der dysene er orientert slik at de genererer en fortrengning i det omgivende vannvolumet, som passerer

30 omkretsen på et antall steder og i et antall og retninger.

Dysene er konfigurert til å generere turbulent fortrengning av vannet nær rørene.

- 35 En turbulent strøm kan oppnås når, slik som det er foretrukket, dyser er innrettet i en vinkel i et plan på tvers av en forlengelse i lengderetningen av rørbunten slik at jetstråler

av vann kommer fra tilnærmet tangensiell retning og treffer omkretsen av rørbunten i en vinkel på 90° .

I denne forbindelse kan oppfinnelsen realiseres i ulike
5 utførelser og konfigurasjoner med hensyn til plassering av
dyser i forhold til rørbunten.

I én utførelse er dysene innrettet radielt utenfor rørbunten.
Nærmere bestemt kan dysene være innrettet radielt utenfor den
10 sirkulære omkretsen av en spiralformet rørbunt, idet dysene er
rettet innover mot et sentrum på rørbunten. I denne utførelsen
kan dysene være rettet slik at de i sjøvannet som omgir varme-
veksleren genererer en innoverrettet fortrengning som varierer
fra hovedsaklig tangensiellt til omkretsen eller hovedsakelig
15 radiellt i forhold til sentrum av den spiralformede rørbunten,
sett i ett radielt plan av varmeveksleren.

I en annen utførelse er dysene innrettet inne i rørbunten.
Nærmere bestemt kan dysene være innrettet radielt inne i en
20 spiralformet rørbunt med dysene rettet utover mot en omkrets av
rørbunten. I denne utførelsen kan dysene være rettet mot
sjøvannet inne i den spiralformede rørbunten og generere en
utover rettet fortrengning som kan være radiell eller ikke-
radiell i forhold til radialplanet i rørbunten.

25 Den vinklede orienteringen av dyser kan utnyttes til å danne en
roterende bevegelse og fortrenge omgivende sjøvann i og omkring
rørbunten.

30 I hver av de ovenfor nevnte utførelsene kan dysene dessuten
være innrettet i en skråstilling for å generere eller støtte en
stigende fortrengning av sjøvann gjennom varmeveksleren. Derved
kan dysene, alternativt eller i tillegg til vinkelinnstillingen
35 av dyser i radialplan, være innrettet med en skråstilling mot
lengdeaksen i aksialplanet for å sende jetstråler av sjøvann
med fra om lag 30° til 90° vinkel til omkretsen av rørbunten.

Dysene får tilført sjøvann ved hjelp av en undersjøisk motor- og-pumpesammenstilling. Ved å regulere utløpet fra motor-og-pumpesammenstillingen og/eller å stenge dyser ved hjelp av av/på-ventiler, kan en oppnå en aktiv regulering av 5 temperaturen i målfluidet. For dette formålet tillater en motor med variabelt turtall (variable speed drive - VSD) som driver sjøvannspumpen, en felles regulering av dysene.

Dysene kan alternativt være regulerbare (be controllable) i 10 fellesskap ved hjelp av en trykkregulerende innretning i vannfordelingsmanifolden.

Et sett dyser kan i tillegg være regulerbare atskilt fra andre dysesett. For eksempel kan dysesettet bli regulert for 15 intermitterende utløp av jetstråler av vann etter et veksleende program og i rekkefølge. Denne utførelse vil effektivt redusere kravet til kapasitet hos motor-og-pumpesammenstillingen.

I én utførelse kan pulserende jetstråler av vann fra dysene 20 oppnås ved å installere en strømningspulsgenerator oppstrøms dysene.

Dysene kan være utformet som blender utformet på stigerørene 25 som får tilført sjøvann via manifolen.

Dysene kan alternativt være utformet som venturirør eller ejektorer som opererer i samsvar med Bernoullis prinsipp.

Kort beskrivelse av tegningsfigurene

30 Utførelser av oppfinnelsen vil bli nærmere forklart nedenfor med henvisning til de vedlagte skjematiske tegningsfigurene. Tegningsfigurene viser følgende:

Figur 1 er et sideriss som viser en første utførelse av en 35 varmeveksler i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Figur 2 er et grunnriss av varmeveksleren på figur 1.

Figur 3 er et grunnriss tilsvarende figur 2 og viser en annen utførelse av varmeveksleren.

Figur 4 er et utsnitt i større skala som viser dysearrangement
5 i varmeveksleren.

Figur 5 er en tilsvarende detalj som viser alternative arrangement av dyser i varmeveksleren.

10 Figur 6 er et sideriss som viser en annen utførelse av varmeveksleren.

Figur 7 er et grunnriss som viser enda en annen utførelse av varmeveksleren.

15

Detaljert beskrivelse av foretrukne utførelser

Det presiseres at mens oppfinnelsen er beskrevet her med henvisning til en vertikalt orientert varmeveksler åpen for omgivende sjøvann, kan lærdommene her likedan anvendes for
20 nedsenkede varmevekslere med horisontal eller skråstilt orientering. Derfor er enhver term som er brukt i beskrivelsen for å definere forhold i rommet, å forstå slik at den inkluderer tilsvarende termer brukt på varmevekslere av andre hovedorienteringer enn den illustrerte vertikale.

25

En varmeveksler 1 med tvunget konveksjon for undersjøisk bruk bruker en bunt av rør som omfatter minst én rørvikling 2, som en fluidstrøm F føres gjennom under overføring av varme via rørveggen til omgivende sjøvann SW. Varmeveksleren 1 opererer
30 altså nedsenket i sjøvann, som illustrert på figur 1.

Fluidstrømmen F kan være en strøm av hydrokarbonproduksjonsfluid, som krever avkjøling før den når nedstrøms plassert utstyr slik som pumper, kompressorer o.l. Varmeveksleren 1 er
35 imidlertid ikke begrenset til avkjøling av produksjonsfluid, men kan tilsvarende tjene til avkjøling av andre fluider som er

involvert i undersjøisk hydrokarbonproduksjon, slik som f.eks. kjølefluid, smørefluid eller barrierefloid.

Varmeveksleren 1 omfatter videre et antall dyser 3 som er
5 fordelt i rommet omkring en omkrets 0 av rørbunten 2. I denne sammenhengen, slik det er brukt i beskrivelsen, er "i rommet omkring" å forstå som at dysene 3 er fordelt rundt omkretsen 0, eller i det minste langs vesentlige deler av omkretsen, og eksternt eller internt på en avstand fra omkretsen 0, som vist
10 på et sideriss eller på et grunnriss eller bunnriss av varmeveksleren.

Dysene 3 tjener til utløp av jetstråler av sjøvann mot rørbunten 2. Dysene 3 er innrettet på stigerør 4 slik at på
15 hvert stigerør 4 er montert et sett av dyser 3. Stigerørene 4 blir tilført sjøvann via en manifold 5 som distribuerer sjøvann med forhøyet trykk og strømningsrate, generert av en undersjøisk motor 6 og pumpe 7.

20 Driften av motor-og-pumpesammenstillingen 6, 7 kan bli styrt via en drift med variabelt turtall (VSD) 8 og en varmeveksler-styreenhet (HXC) 9 som justerer tilførselen av sjøvann til dysene 3 i samsvar med temperaturen i målfluidet F, detektert
25 av en temperaturføler (TS) 10. På denne måten justerer HXC og VSD felles virkemåte for driften av dysene i samsvar med en påkrevd kjølevirkning og reduksjon av temperaturen i målfluidet F.

Driften av dysene 3 kan i tillegg eller som alternativ bli
30 regulert med ventiler 11 innrettet til å åpne for eller sperre strømmen av vann gjennom stigerøret 4, og dermed regulere driften av et sett dyser 3 separat fra de andre settene av dyser.

35 Ventilene 11 kan være utformet som av/på-ventiler, og regulert av HXC'en. Ved å åpne ventilene 11 f.eks. én av gangen i rekkefølge, kan pulserende jetstråler mot rørbunten 2 oppnås. Dette arrangementet reduserer vesentlig også den påkrevde

kapasiteten ved motor og pumpe som er installert for å forsyne dysene med sjøvann. Pulserende jetstråler kan alternativt bli generert ved hjelp av en pulsgenerator installert i tilførselen av sjøvann oppstrøms dysene (ikke vist på tegningsfigurene).

5

Driftsmessig styring av antallet dyser kan alternativt oppnås ved hjelp av en trykkregulerende anordning 11' innrettet til å justere strømmen i sjøvannsfordelingsmanifolden 5, som illustrert på figur 1.

10

På en måte som er strukturmessig ukomplisert kan dysene være utformet som blender laget gjennom veggen av stigerørene.

15

Mer effektive jetstråler av vann kan bli generert fra dyser utformet som venturirør eller ejektorer som opererer i samsvar med det velkjente Bernoullis prinsipp. En tilsvarende ejektor er vist på figur 4, der denne ejektoren omfatter en dyse 3 som er installert i et venturirør 12 med en diffusorseksjon 13 med økt radius. Dysen 3 kommuniserer med stigerøret 4 via en passasje 14 gjennom veggen av stigerør. En jetstråle J med høy hastighet blir sendt ut av den konvergerende munningen av dyse 3, og danner en lavtrykksone inne i røret 12 som trekker inn sjøvann via et åpent innløp til røret. Det innestengte sjøvannet blir blandet med jetstrømmen i røret, og de blandede strømmene blir så sendt ut fra utløpsenden som vender mot rørbunten 2.

20

Dysene 3 er orientert for utløp av jetstråler av vann som treffer varmevekslerrørene 2 og innfører en strøm i eller fortrengning R av det omgivende volumet av vann som passerer omkretsen O av varmevekslerrørene 2. Jetstrålene av vann blir splittet av rørene og blir gjenforent i områder av turbulent vann T på lesiden av rørene, i hovedsak slik det er illustrert skjematisk på figur 4. Jetstrålene som treffer losiden av rørene og den turbulente strømmen på lesiden av rørene bidrar begge til å redusere begroing, slik som begroing i form av avleiring av partikler, skjellvekst og biologisk groing på varmevekslerrørene.

Mens utsnittet på figur 4 illustrerer dyser 3 som er orientert på tvers av eller i rett vinkel mot omkretsen 0, viser utsnittet på figur 5 dyser som er vinklet i forhold til omkretsen, og mer nøyaktig som er skråstilt oppover i en vinkel 5 α relativt til omkretsen 0. Den skrå orienteringen av dyser 3 kan brukes til å forsterke en stigende fortrengning U av sjøvann gjennom rørbunten 2, som kommer i tillegg til den naturlige oppoverbevegelsen i form av konveksjonsstrømmer på grunn av varme som blir absorbert av det omgivende vannet. Det 10 antas at vinkelen α kan variere fra om lag 30° til 90° i praksis.

Med henvisning nå til utførelsen som er vist på figurene 1 og 2, er det illustrert en varmevekslerkonstruksjon, der et antall 15 dyser 3 er innrettet langsetter den sirkulære omkretsen av en spiralformet rørbunt 2, og radielt utenfor denne. Nærmere angitt er et antall stigerør 4 fordelt omkring rørbunten, der rørene 4 stiger opp fra en sirkulær manifold 5 som forbinder stigerørene med motor-og-pumpesammenstillingen 6, 7 (vist bare 20 på figur 1). Fortrinnsvis kan stigerørene være plassert med lik vinkelavstand rundt rørbunten 2 som illustrert.

Hvert stigerør 4 fører et sett dyser 3^1 til 3^6 . Mens dysene 3^1 - 25 3^3 på venstre side av tegningen på figur 2 er orientert i radielle retninger mot sentrum C av rørbunten, er dysene 3^4 - 3^6 på høyre side av tegningen orientert i hovedsak i tangentiell retning relativt til omkretsen av rørbunten 2. Innretning av dysene i ulike orienteringer i samme varmeveksler som illustrert på figur 2 er mulig. Denneasjonen er vist her 30 for illustrasjonsformål, og det antas at en hyppigere praksis vil omfatte dyser som er likt orientert i forhold til omkretsen eller sentrum av varmeveksleren. Ulike kombinasjoner av antall og orientering av dyser kan imidlertid tenkes.

35 Det presiseres at den utvendige plasseringen av dysene 3^1 - 3^3 på figur 2 vil medføre en fortrengning i det omgivende vannvolumet, en fortrengning der hovedkomponenten av retning er radielt mot sentrum av rørbunten 2. Likedan er det slik at den

utvendige plasseringen av de tangensielt orienterte dysene $3^4 - 3^6$ på figur 2 i det omgivende vannvolumet vil føre til en fortrengning som omfatter en tangensiell komponent av retning, som blir avbøyd mot det indre av varmeveksleren av jetstrålen 5 som kommer fra den nærliggende nedstrøms dysen. I begge tilfeller vil de eksternt plasserte og innoverrettede eller de hovedsakelig tangensielt rettede dysene 3^1 til 3^6 generere en fortrengning R av omgivende vann som passerer omkretsen O av rørbunten på et antall steder og i et antall retninger, og 10 forårsake turbulens nær rørene. Forflytningen av vann fra utsiden til innsiden av rørbunten vil videre føre til en aksiell, oppoverrettet fortrengning og utskifting av volumet av vann som er omgitt av rørviklingen 2. I tillegg vil de ikke-radielt eller hovedsakelig tangensielt orienterte dysene $3^4 - 3^6$ generere en roterende forflytning av vann som omgir 15 varmevekslerrørene 2 (dvs. en medurs rotasjon i henhold til oppstillingen på figur 2).

En invertert konstruksjon av varmeveksleren er illustrert på 20 figur 3. Utførelsen på figur 3 skiller seg fra den foregående ved at stigerørene 4 og dysene 3 er plassert langs en sirkulær omkrets av en spiralformet rørbunt 2 og radielt innenfor denne, der dyseåpningen peker utover mot omkretsen av rørbunten. Mens dysene $3^1 - 3^3$ på høyre side av tegningsfiguren er orientert 25 hovedsakelig i radiell retning fra sentrum C, er dysene $3^4 - 3^6$ på venstre side av tegningsfiguren orientert i ikke-radielle retninger relativt til sentrum C. Også her er det mulig å innrette dysene i ulike retninger i samme varmeveksler som 30 illustrert på figur 3. Denne muligheten er vist her for illustrasjonsformål, og det er antatt at en hyppigere praksis vil innebære dyser som er likt orientert i forhold til omkretsen eller til sentrum av varmeveksleren. Imidlertid kan det tenkes ulike kombinasjoner av antall dyser og orienteringer.

35

Det vil fremgå at den interne plasseringen av dysene $3^1 - 3^3$ på figur 3 vil generere en fortrengning i det omgivende vannvolumet som er omgitt av rørviklingen 2, en fortrengning

der hovedkomponenten av retning er radielt utover i forhold til sentrum C. Likedan fremgår det at den interne plasseringen av dysene $3^4 - 3^6$ på figur 3 vil generere en fortrengning i det omgivende vannvolumet, en fortrengning som omfatter en tangensiell retningskomponent.

I begge tilfeller vil dysene 3^1 til 3^6 som er plassert innvendig og rettet utover, radielt eller ikke radielt, generere en fortrengning R i det omgivende vannvolumet som passerer omkretsen O på et antall steder og i et antall retninger, og forårsake turbulens nær rørene. Fortrengningen av vann fra innsiden til utsiden av rørbunten vil videre forårsake en fortrengning nedefra av vannvolumet som er fortrent fra innsiden av rørviklingen 2. I tillegg vil dysene $3^4 - 3^6$ som er ikke-radielt rettet kunne generere en roterende fortrengning av vann som omgir varmevekslerrørene 2 (altså en rotasjon mot urviseren i henhold til oppstillingen på figur 3).

Oppfinnelsen er ikke begrenset til noe spesifikt antall stigerør 4, antall dyser 3 eller antall vindinger i en rørvikling 2. Andre konstruksjoner i tillegg til den sirkulære konfigurasjonen illustrert på figurene 1-5 er også mulig.

En alternativ konstruksjon er illustrert på figur 6, som viser et sideriss av en varmeveksler som omfatter en flat eller stort sett flat serpentindrørvikling 2. Et antall dyser 3 er distribuert langsetter store deler av en rektangulær omkrets O, og utenpå dette dysene som i drift sørger for en fortrengning R av omgivende vann som passerer omkretsen O på et antall steder og i et antall retninger og forårsaker turbulens nær rørene 2.

Enda en annen alternativ konstruksjon er illustrert på figur 7, som viser en planskisse av det øverste rørskiktet i en varmeveksler som omfatter en rørbunt inkludert flere flatgjorte eller hovedsaklig flatgjorte spiralformede eller serpentinformede rørviklinger 2. Et antall dyser 3 er fordelt langs større deler av en rektangulær omkrets O og utenpå dette er dysene innrettet i sett av rør 4 som stiger fra en manifold

5. Det bemerkes at i planskissen på figur 7 er det vist bare
den øverste dysen 3 i hvert sett med dyser.

Andre dysekonstruksjoner enn det viste venturirøret kan tenkes,
5 slik som en fluiddyse konstruert til å generere en
selvoscillerende jet. Selvsvingende jetdyser har ingen
bevegelige deler og krever i utgangspunktet ikke vedlikehold,
hvilket gjør dem ønskelige for undersjøisk bruk og for
implementering i den tvungne konveksjonsvarmeveksleren. Bruken
10 av dyser som frembringer selvsvingende jetstråler fører til
høyere varmeoverføringskoeffisient og større dekningflate, slik
at det kreves mindre antall sammenlignet med standard jetdyser.

En annen gruppe av dyser som kan tenkes brukt i nedsenkede
15 tvungne konveksjonsvarmevekslere, er dyser konstruert for å
danne syntetiske jetstråler av omgivende vann ved hjelp av
periodisk innsuging og utskyting av fluid ut av en blende til
en kavitet. En membran som er innebygd i en vegg i kaviteten
20 blir satt i en tidsrytmisk bevegelse, drevet av f.eks. en
piezoelektrisk generator eller et elektromagnetisk drevet
stempel.

På grunnlag av lærdommene som her er presentert, vil andre
modifikasjoner være mulig uten å avvike fra grunnideen ved
25 oppfinnelsen slik den er definert i de vedlagte patentkravene.

Patentkrav

1. Undersjøisk varmeveksler som omfatter:

- en bunt (1) av rør som omfatter minst én rørvikling (2) innrettet til å operere nedsenket i vann og tjener til å lede et fluid (F) til avkjøling av omgivende vann i kontakt med røret, idet rørbunten har en lengde (L) og en omkrets (O),
- en manifold (5) og et antall stigerør (4) som strekker seg fra manifoden i lengderetningen (L) av rørbunten, idet hvert stigerør bærer et sett dyser (3) fordelt i rommet omkring omkretsen (O), og
- en undersjøisk motor-og-pumpesammenstilling (6, 7) som sender sjøvann med forhøyet trykk og strømningsrate inn i manifoden (5),
idet dysene tjener til å sende ut jetstråler (J) av vann som treffer rørene, der dysene er orientert slik at de genererer en fortrengning (R) i det omgivende vannvolumet (R) som passerer omkretsen (O) på et antall steder og i et antall retninger.

2. Varmeveksler i henhold til krav 1, idet dysene (3) er konfigurert til å generere en turbulent fortrengning (R) av vann nær rørene (2).

3. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet dysene (3) er innrettet i et plan på tvers av lengderetningen (L) til å sende jetstråler av vann (J) fra om lag tangensiell retning til 90° vinkel til omkretsen (O) av rørbunten.

4. Varmeveksler i henhold til kravene 1-3, idet dysene (3) er innrettet med en skråstilling i et plan parallelt med lengderetningen (L) til å sende jetstråler av vann (J) fra om lag 30° til 90° nedslagsvinkel til omkretsen (O) av rørbunten.

5. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet dysene (3) er innrettet radielt utenfor omkretsen (O) av en spiralformet rørbunt, der dysene peker innover mot sentrum (C) av rørbunten.

6. Varmeveksleren i henhold til hvilket som helst av kravene 1-5, idet dysene (3) er innrettet radielt inne i en spiralformet rørbunt, der dysene peker utover mot omkretsen (0) av rørbunten.

5

7. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet dysene (3) er styrbare i fellesskap ved hjelp av en VSD-motor (6) som driver en sjøvannspumpe (7).

10

8. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet dysene (3) er styrbare i fellesskap ved hjelp av en trykkreguleringsinnretning (11') i vanndistribusjonsmanifolden (5).

15

9. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet et sett dyser (3) er styrbare for seg, separat fra andre sett av dyser.

20

10. Varmeveksler i henhold til krav 8, idet ved at sett av dyser arbeider i vekslende rekkefølge.

11. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet at dysene (3) er ejektorer (12) som opererer i samsvar med Bernoullis prinsipp.

25

12. Varmeveksler i henhold til hvilket som helst foregående krav, idet en strømningspulsgenerator er installert oppstrøms dysene.

30

13. Varmeveksler i henhold til krav 1 som omfatter:

- en vertikalt orientert, spiralviklet, ikke kanalmontert varmevekslerrørenhet åpen mot omgivende sjøvann;
- en sirkulær manifold innrettet i nedre ende av varmeveksleren, der manifolen får tilført sjøvann fra en motor-og-pumpesammenstilling;
- et antall stigerør som stiger vertikalt fra den sirkulære manifolen, plassert med passende vinkelavstand inne i den spiralviklede varmevekslerrørenheten, og

- et sett dyser på hvert stigerør, der dyseåpningen rettet radielt innover mot sentrum av varmevekslerrørenheten.

14. Varmeveksler i henhold til krav 1 som omfatter:

- 5 - en vertikalt orientert spiralviklet, ikke kanalmontert varmevekslerrørenhet åpen mot det omgivende sjøvannet;
- en sirkulær manifold innrettet i nedre ende av varmeveksleren, der manifoden får tilført sjøvann fra en motor-og-pumpesammenstilling;
- 10 - et antall stigerør som stiger vertikalt fra den sirkulære manifoden i passende vinkelavstand inne i den spiralviklede varmevekslerrørenheten, og
- et sett dyser på hvert stigerør, der dysene peker radielt utover mot omkretsen av varmevekslerrørenheten.

1/4

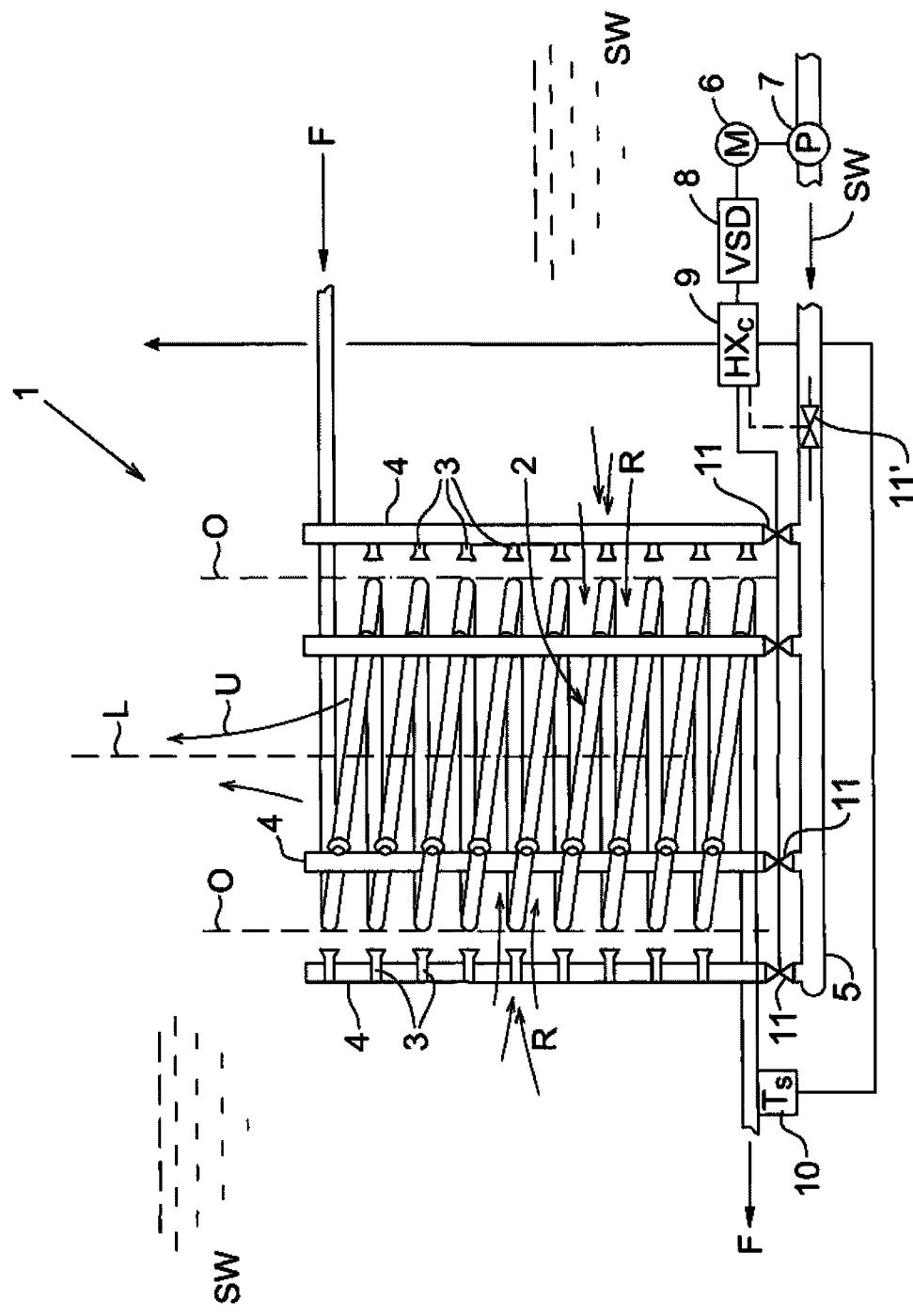


Fig. 1

2/4

Fig. 2

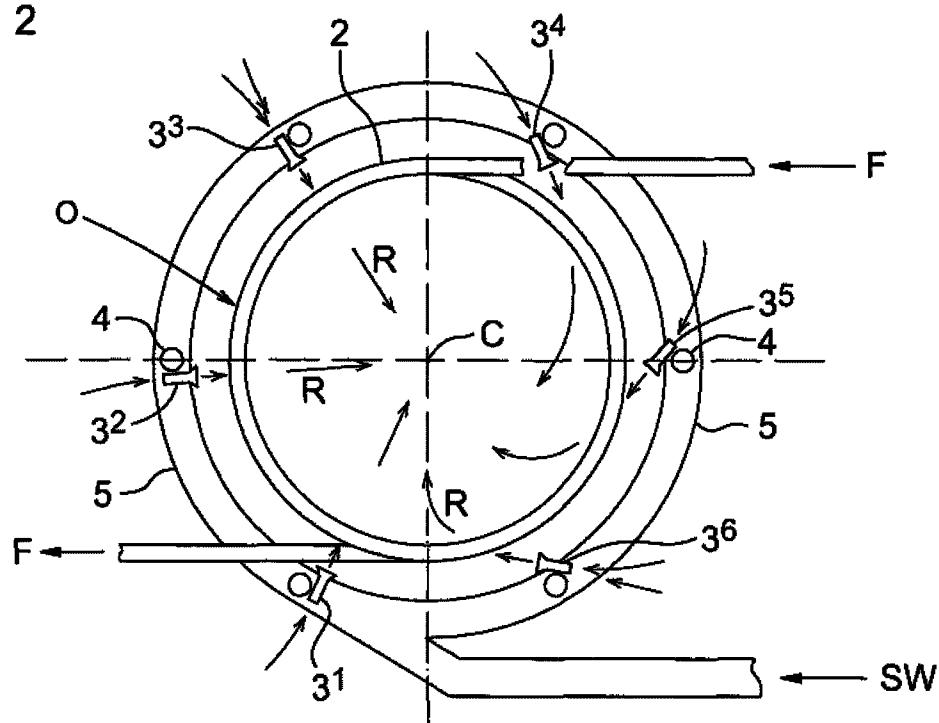
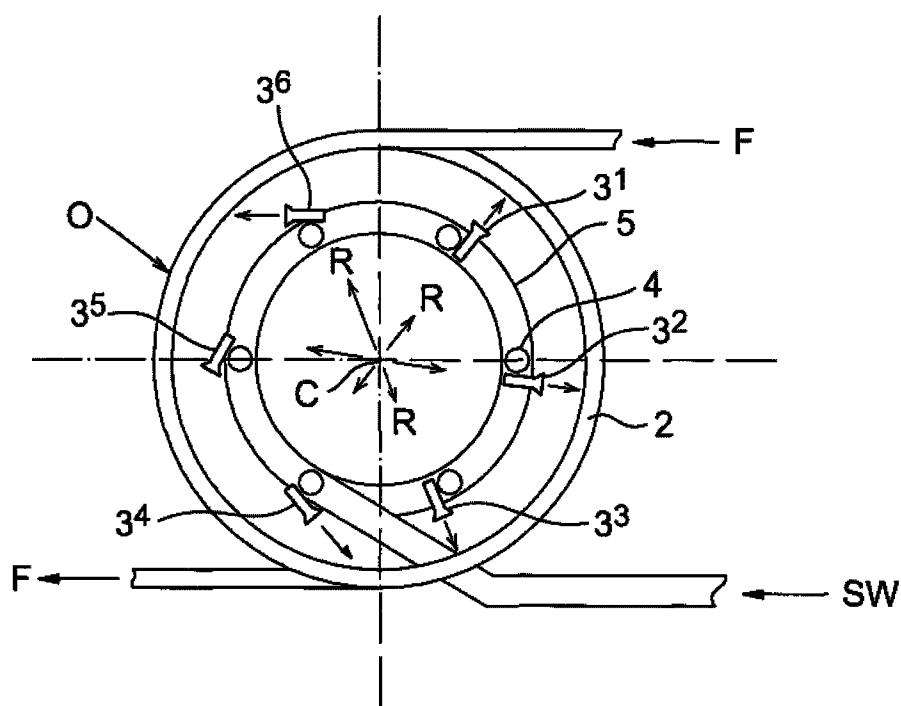


Fig. 3



3/4

Fig. 4

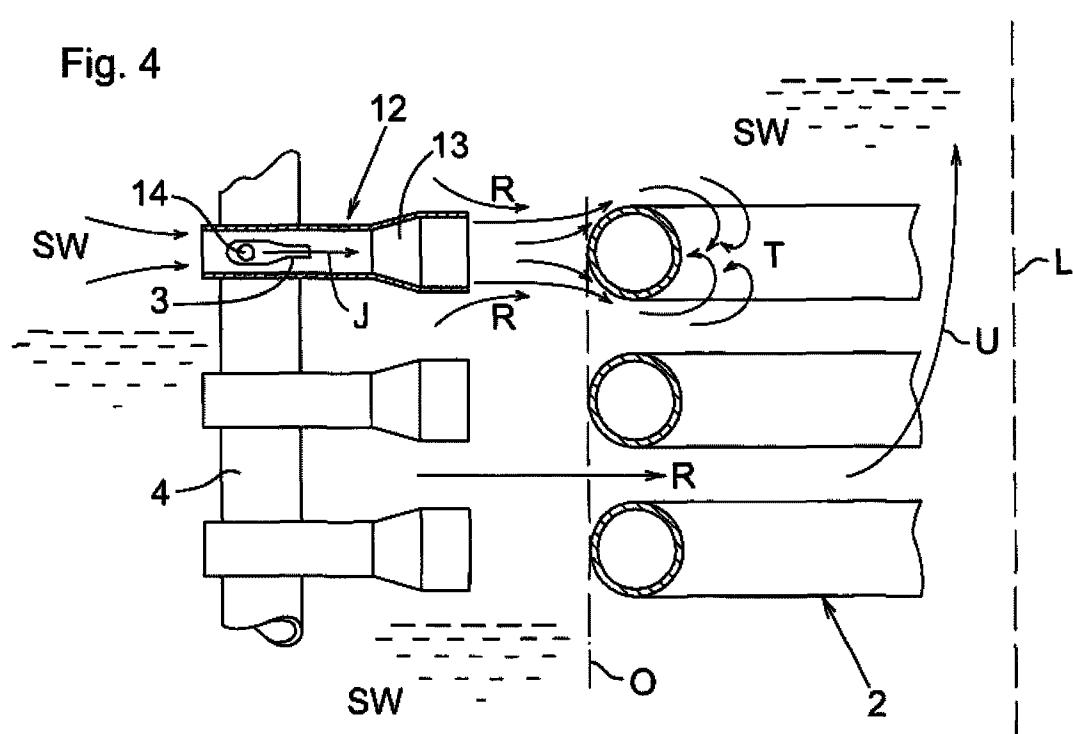
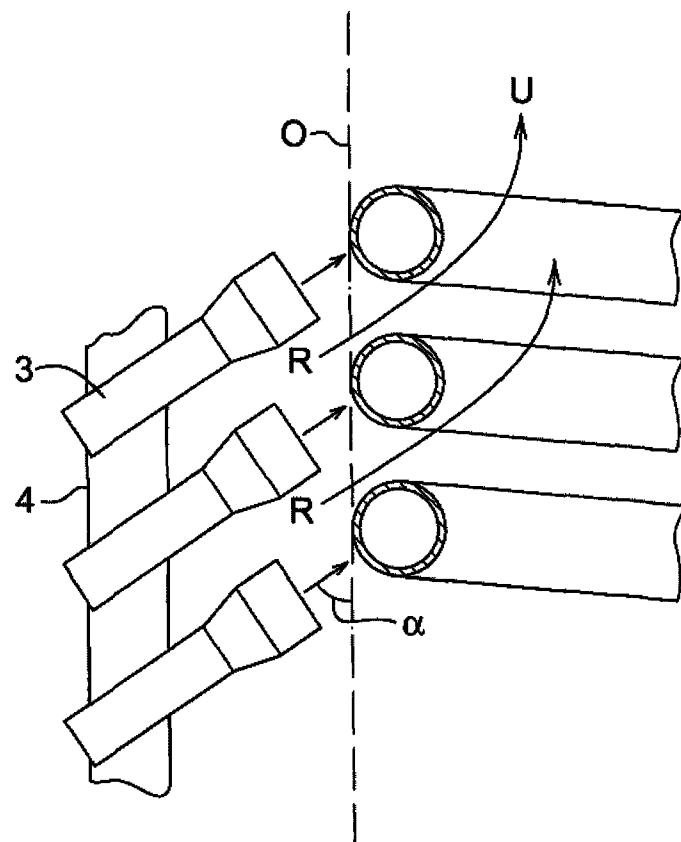


Fig. 5



4/4

Fig. 6

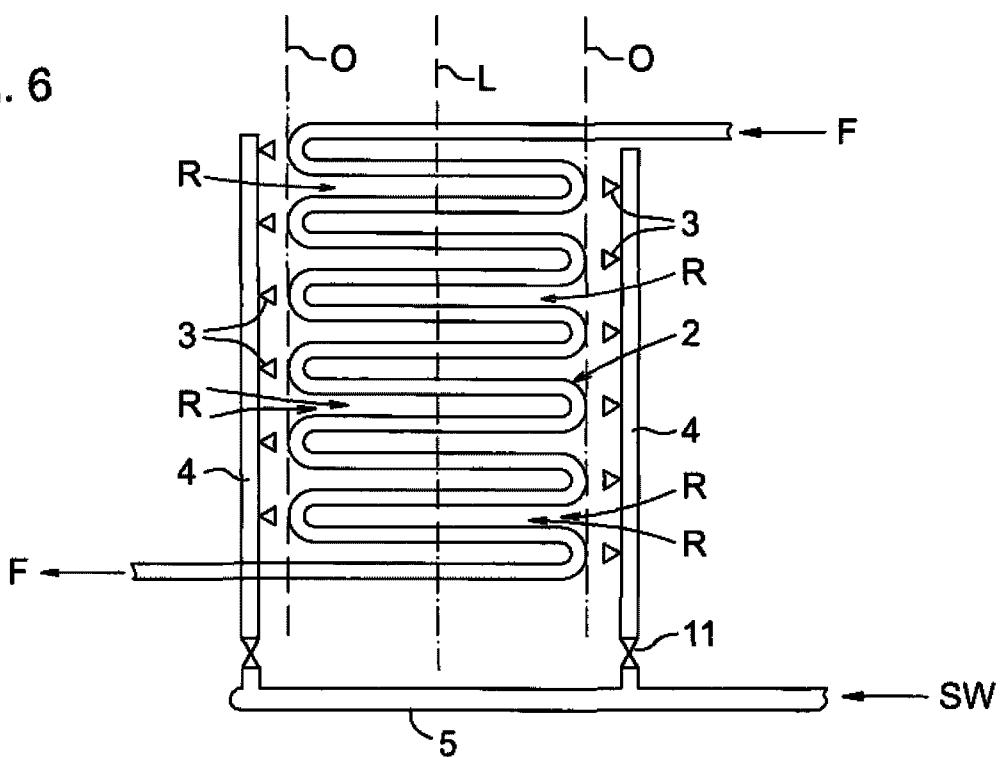


Fig. 7

