ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901725248A1

Publication Date

20101022

Applicant

TURBODEN SRL

Title

SISTEMA DI RIVELAZIONE, MISURA E SEPARAZIONE MEDIANTE STRIPPAGGIO DELLE FRAZIONI LEGGERE IN OLIO DIATERMICO

Front page automatically generated by WIPO

D E S C R I Z I O N E

del BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE

avente per titolo:

"SISTEMA DI RIVELAZIONE, MISURA E SEPARAZIONE MEDIANTE STRIPPAGGIO DELLE FRAZIONI LEGGERE IN OLIO DIATERMICO"

a nome di TURBODEN Srl, di nazionalità italiana, con sede in Via Cernaia 10 – 25124 Brescia.

Inventori designati: GAIA Mario

BINI Roberto

*****

Campo dell'Invenzione

La presente invenzione riguarda in generale i processi o impianti utilizzanti un olio diatermico come vettore di calore e di scambio termico con altro fluido termovettore, e si riferisce in particolare ad un sistema di rivelazione, misura e separazione di frazioni leggere in olio diatermico.

Stato dell'Arte

Nel campo dei turbogeneratori ORC (Organic Rankine Cycle) si utilizza frequentemente, come sorgente di calore, un flusso di olio diatermico ad alta temperatura, riscaldato per esempio in una caldaia alimentata da biomassa oppure in uno scambiatore termico previsto per recuperare calore da un processo industriale. Gli oli diatermici che, peraltro, appaiono largamente utilizzati nell'industria quale vettore di calore, si caratterizzano per il fatto di avere una tensione di vapore alla

temperatura di impiego piuttosto modesta, sovente inferiore alla pressione atmosferica. Spesso è proprio questa loro caratteristica che li fa preferire rispetto ad altri fluidi termovettori, quali ad esempio il vapore d'acqua o l'acqua pressurizzata.

Nel funzionamento reale degli impianti può tuttavia verificarsi un aumento della tensione di vapore del fluido diatermico ad una temperatura assegnata, in relazione al fatto che nell'olio diatermico, oltre ai componenti corrispondenti alla sua formulazione iniziale, possono essere presenti anche altri componenti. Tipicamente si tratta di prodotti della degradazione termica dell'olio stesso, oppure di sostanze entrate accidentalmente nel circuito di olio, quali acqua o composti organici più volatili dell'olio utilizzati come fluido di lavoro nel circuito deve si realizza il processo ORC con cui l'olio diatermico scambia calore, ovvero gas incondensabili. Il cambiamento della tensione di vapore, incluso il contributo degli eventuali gas incondensabili, può risultare assai dannoso nell'impianto, in quanto può essere causa, ad esempio, di fenomeni di cavitazione nelle pompe di circolazione dell'olio diatermico, i quali oltre a danneggiarle possono addirittura portare all'arresto della circolazione del fluido con gravi conseguenze.

Obiettivo dell'Invenzione

La presente invenzione è stata concepita per rispondere alla duplice esigenza: i) di rilevare ed identificare la presenza di frazioni volatili, in particolare fluido di lavoro del ciclo di potenza nell'olio diatermico e ii) di sottrarre progressivamente all'olio i composti volatili, il tutto per ovviare ai

sopra riferiti problemi della tecnica nota ed con il vantaggio di poter misurare le frazioni separate.

Corrispondentemente l'invenzione propone un sistema di rivelazione, misura e/o separazione della frazione leggera, ovvero volatile, in un olio diatermico circolante in un'unità ORC che si basa su un processo di strippaggio condotto in una posizione ottimale del circuito di olio diatermico nell'ambito di detta unità ORC. Il sistema comprende essenzialmente un recipiente di strippaggio collocato a valle dei gruppi termici propri di un impianto ORC e destinato ad essere attraversato da un flusso di olio diatermico, mezzi per un apporto di un flusso di olio diatermico dal condotto di ritorno del circuito di olio diatermico ad un'entrata del recipiente di strippaggio, mezzi per collegare un'uscita di detto recipiente di strippaggio al condotto di ritorno di detto circuito, un alimentatore di mandata di un gas inerte di strippaggio a detto recipiente per causare una separazione di frazioni leggere dall'olio nel recipiente ed una loro uscita da quest'ultimo, e una linea di spurgo collegata alla sommità di detto recipiente e configurata per un raffreddamento e una raccolta delle frazioni leggere in uscita da detto recipiente e per monitorare la presenza di specifici contaminanti contenutivi.

Come mezzi per prelevare un flusso di fluido dal condotto di ritorno del circuito di olio diatermico potrà essere adottata una pompa o una presa di fluido dinamica.

Il flusso di olio diretto al recipiente sarà di preferenza riscaldato in quanto con una temperatura più alta aumenta la pressione parziale

dei componenti volatili, quindi aumenta la separazione/asportazione di frazioni leggere.

L'uscita delle frazioni separate dal recipiente di strippaggio verso la linea di spurgo potrà essere controllata da una valvola modulante gestita a sua volta da un misuratore di livello del fluido nel recipiente.

Breve Descrizione dei Disegni

Ulteriori dettagli dell'invenzione risulteranno evidenti dal prosieguo della descrizione fatta con riferimento agli allegati disegni puramente indicativi, nei quali:

la Fig. 1 mostra uno schema di massima del sistema dell'invenzione; e

le Figg. 2 e 3 mostrano due varianti nella modalità di derivazione di un flusso di fluido dal circuito di olio termico.

Descrizione Dettagliata dell'Invenzione

In detti disegni è rappresentato lo schema di massima di una unità ORC, indicata genericamente con 10, alimentata con olio diatermico attraverso un relativo circuito 11 nel quale le frecce F, F1 indicano le direzioni di flusso lungo condotti di andata, o alimentazione, e di ritorno 12, 13, rispettivamente. In una parte a monte del suo circuito 11, l'olio diatermico è portato ad alta temperatura in una caldaia predisposta per la combustione di una biomassa, ovvero in un gruppo di collettori solari, ovvero in un ricuperatore di calore di un processo industriale, non rappresentati, o da altra sorgente ancora.

Quindi, attraverso il condotto di andata 12, l'olio è portato all'unità ORC 10. Qui l'olio caldo causa un'evaporazione di un fluido

organico di lavoro in un evaporatore 14 e, in successione, un preriscaldamento del fluido di lavoro liquido in preriscaldatore 15 per uscire poi dall'unità ORC attraverso il condotto di ritorno 13 .

L'unità ORC 10 comprende, peraltro, ulteriori componenti, tra cui almeno: una turbina 16 in cui avviene l'espansione del vapore del fluido organico di lavoro; un generatore elettrico 17, azionato di preferenza direttamente dalla turbina, oppure attraverso un riduttore 18, idoneo a trasformare la potenza meccanica della turbina in potenza elettrica; un condensatore 19 in cui il vapore di fluido di lavoro torna allo stato liquido cedendo calore a una corrente d'acqua di raffreddamento 19'; una pompa di alimentazione 20 che riporta la pressione del fluido di lavoro alla pressione compatibile con quella di evaporazione. Spesso, tra la turbina e il condensatore è anche presente un rigeneratore 21 che conferisce al liquido da evaporare il calore sensibile del vapore espanso proveniente dall'uscita di detta turbina.

L'unità ORC 10 si presenta tipicamente come un sistema integrato e compatto, in cui i vari componenti sono montati a bordo di una o più opportune piattaforme ("skid") completi di tubazioni di collegamento e cablaggi.

Nel condotto di andata 12, cioè di alimentazione, dell'olio è inserita, in maniera nota, una valvola a tre vie 22 con funzione di valvola distributrice. Oppure, con effetto del tutto analogo, si inserisce una valvola miscelatrice 23 sul condotto di ritorno 13, in modo da ottenere una regolazione della portata di olio caldo ammessa ai gruppi di scambio termico 14, 15 dell'unità ORC 10.

Ora, secondo un modo di realizzazione dell'invenzione, nel circuito 11 dell'olio diatermico è inserita anche una pompa di ricircolo 24 con la duplice funzione

di mantenere una portata ricircolante di olio una volta raffreddatosi attraverso i suddetti gruppi di scambio termico 14, 15, e

di ridurre ed uniformare la temperatura dell'olio alimentato ai gruppi stessi, in particolare nelle fasi in cui l'alimentazione di olio sia fortemente parzializzata dalla o dalle valvole a tre vie 22 o 23.

Di preferenza, la pompa 24 sarà del tipo a velocità variabile, per intensificare la portata di fluido ricircolato nella fasi di avviamento con poca portata attraverso le valvole a tre vie 22 o 23..

Più precisamente, la pompa di ricircolo 24 è collegata, in entrata, al condotto di ritorno 13 del circuito di olio diatermico e si trova quindi a valle dell'unità ORC 10. Essa è gestita per prelevare un flusso d'olio diatermico da tale condotto di ritorno 13 e convogliarlo, in uscita, attraverso un gruppo di strippaggio con un gas inerte. Questo gruppo comprende:

un recipiente di strippaggio 25, alimentato di olio con continuità da detta pompa 24 attraverso una valvola di non ritorno 26 e una valvola modulante 27,

un alimentatore di gas inerte 28, quale azoto, argon, ecc, proveniente da un relativa sorgente 29 in forma di bombola o altra fonte,

una linea di spurgo 30 posta alla sommità di detto recipiente e dotata di valvola di modulazione e regolazione della portata 31, di

raffreddatore/condensatore 32, di un serbatoio ricevente 33, di rivelatori 34 e/o 35 della presenza di specifici contaminanti (in particolare, rivelatori della presenza di composti ascrivibili ad un ingresso del fluido di lavoro nell'olio diatermico) dalla linea di ritorno 13.

Il serbatoio 33 sarà preferibilmente dotato di almeno una finestra trasparente 36 per visualizzare il contenuto ed il livello di liquido al suo interno. Inoltre, tale serbatoio può comprendere uno o più misuratori di livello 37 per monitorare la quantità di liquido raccolto ed eventualmente differenziare liquidi non miscibili di diversa densità, quali acqua e olio, nonché di un relativo scarico di fondo 33' .

Sulla linea di fluido dalla pompa di ricircolo 24 al recipiente di strippaggio 25 può essere previsto un eventuale riscaldatore 38 per riscaldare l'olio diretto a tale recipiente e contribuire con ciò a migliorare il processo di strippaggio. Tale riscaldatore 38 può allora utilizzare vantaggiosamente, come veicolo di scambio termico, l'olio caldo prelevato direttamente dal condotto di andata 12 attraverso una linea 39 e rimandato poi alla linea di ritorno 13 del circuito 11. In aggiunta, l'uscita della pompa 24, meglio a valle della relativa valvola di non ritorno 26, è di preferenza collegata alla linea di andata 12 del circuito di olio diatermico 11 attraverso una linea 40 includente una valvola regolabile 41.

D'altra parte, il recipiente di strippaggio 25 ha un'uscita che si collega al condotto di ritorno 13 del circuito 11 mediante una linea 42 includente una valvola di non ritorno 43. Esso sarà inoltre dotato di uno

scarico di fondo con una relativa valvola 44.

In una variante di esecuzione, che consente peraltro di eliminare la pompa di ricircolo 24, la presa di un flusso di olio diatermico dal condotto di ritorno 13 del relativo circuito 11 per l'alimentazione del recipiente di strippaggio 25, effettuata sempre a valle dell'unità ORC 10, può essere di tipo dinamico, realizzata allora (Fig. 2) mediante un tubo di prelievo 45 ed un tubo di ritorno 46: il primo collegato al detto condotto 13 a monte di una strozzatura, determinata per esempio mediante un boccaglio 47, lungo il medesimo e diretto al recipiente 25; il secondo che si estende dal detto recipiente 25 e si collega al condotto 13 a valle di detta strozzatura, ed ognuno di essi dotato di una rispettiva valvola 45', 46'.

In un'altra variante quale mostrata in Fig. 3, peraltro analoga a quella appena descritta e nella quale vengono usati gli stessi riferimenti per indicare parti uguali o similari, la strozzatura lungo il condotto di ritorno 13 è costituita da un tratto di tubo ad effetto Venturi 47' cui si congiunge il tubo di ritorno 46 dal recipiente di strippaggio 25.

Sostanzialmente, l'olio diatermico è prelevato mediante la pompa 24 (Fig. 1) oppure la presa dinamica 45, 46 (Figg. 2, 3) dalla linea di ritorno 13 dell'olio diatermico dai gruppi di scambio termico 14, 13 dell'ORC 10 ed inviato almeno in parte al recipiente 25, previo eventuale riscaldamento attraverso lo scambiatore 38. La parte di olio mandato al recipiente 25 può essere variata e, comunque, determinata dal grado di strozzamento delle valvole 27, 41 o 47/47'. L'olio attraversa quindi il recipiente 25 e torna alla linea di ritorno attraverso

la linea 42.

Durante la sua permanenza nel recipiente 25, l'olio è attraversato dal flusso di gas inerte alimentato controllatamente dal rispettivo gruppo alimentatore 28, 29. Passando nel recipiente 25, il gas inerte asporta dall'olio che si trova ad attraversare le frazioni volatili, in relazione alla rispettiva pressione parziale all'interno delle bolle di gas.

Il gas si accumula nella parte alta del recipiente 25 ed è separato dalla fase liquida a mezzo di separatore apposito, schematizzato come filtro 48. Il livello di liquido nel recipiente 25 è mantenuto mediante la modulazione della valvola 31 sotto il controllo di un misuratore di livello 49. Per una migliore modulazione, la valvola 31 può essere costituita da un gioco di valvole di diverso diametro in parallelo fra loro.

Il flusso di fluido asportato attraverso la valvola 31 alimenta gli strumenti 34 e/o 35 di rivelazione della presenza di frazioni volatili (in particolare di composti presenti nel fluido di lavoro dell'unità ORC), per esempio attraverso la misura dell'assorbimento di radiazione infrarossa, a seconda che la posizione sia a monte o a valle del raffreddatore/condensatore 32. La frazione volatile condensata si raccoglie nel serbatoio 33, quella non condensata esce dal serbatoio stesso attraverso uno sfiato 33", eventualmente dotato di ulteriori rivelatori e/o filtri.

Quando è presente la pompa 24, la frazione dell'olio inviata da essa erogata e che non viene ammessa al recipiente 25 può raggiungere, attraverso una linea 40, il condotto di andata 12 a monte dei gruppi di

scambio termico, contribuendo quindi a mantenere una portata maggiore rispetto a quella alimentata a partire dal detto condotto di andata.

Il sistema nel suo insieme garantisce, dunque, una estrazione graduale delle frazioni leggere presenti nell'olio, qualunque sia la loro origine, ma soprattutto consente una tempestiva segnalazione della presenza di dette frazioni volatili. Per quanto riguarda la rivelazione e la misura di composti provenienti dal fluido di lavoro dell'ORC, il sistema provvede al prelievo dell'olio immediatamente a valle del punto di potenziale contaminazione (tipicamente rappresentato dai gruppi di scambio termico dell'ORC). La raccolta nel serbatoio 33 consente poi di effettuare eventuali analisi dei fluidi separati.

Nel sistema può anche essere integrata un'ulteriore segnalazione di sicurezza che consiste nell'inserimento sul condotto di ritorno 13 del circuito dell'olio diatermico 11 di un recipiente 50, attraversato dall'olio proveniente dai gruppi di scambio termico 14, 15, dotato di un misuratore di livello e di pressione 51. In caso di rottura catastrofica, ad esempio rottura di un tubo dell'evaporatore, l'improvvisa diminuzione di livello e/o l'incremento di pressione in tale recipiente 50 costituiscono elementi di immediato allarme e consentono di abbreviare i tempi di intervento e di un eventuale arresto del sistema.

La linea 52, consentirà lo scarico all'esterno di eventuali lenti accumuli di incondensabile, oppure un loro convogliamento ad un punto opportuno a bassa pressione del circuito, in modo da evitare false segnalazioni.

Nell'ambito dell'insieme, poi, la segnalazione della presenza di composti estranei nel fluido di lavoro potrà essere rilevata ed elaborata dall'apparecchiatura di gestione e controllo dell'unità ORC, causando, tipicamente, l'arresto della macchina e la conseguente riduzione della pressione nei gruppi di scambio termico.

Brescia, 22 Aprile 2009

Enrico BARBIERI (No. 320)

"SISTEMA DI RIVELAZIONE, MISURA E SEPARAZIONE MEDIANTE STRIPPAGGIO DELLE FRAZIONI LEGGERE IN OLIO DIATERMICO"

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Sistema di rivelazione, misurazione e separazione delle frazioni leggere in un olio diatermico alimentante in particolare un impianto ORC (Organic Rankine Cycle), dove l'olio diatermico è veicolato in un circuito avente un condotto di andata (12) da una sorgente di riscaldamento verso i gruppi termici di detto impianto e un condotto di ritorno (13) da detti gruppi termici a detta sorgente di riscaldamento, comprendente

un recipiente di strippaggio (25), posto a valle dei gruppi termici dell'impianto ORC e destinato ad essere attraversato da un flusso di olio diatermico,

mezzi (24; 45) per un apporto di un flusso di olio diatermico dal condotto di ritorno (13) di detto circuito (11) ad un'entrata del recipiente di strippaggio,

mezzi (42, 46) colleganti un'uscita di detto recipiente di strippaggio al condotto di ritorno (13) di detto circuito (11),

un alimentatore (28) di mandata di un gas inerte di strippaggio in detto recipiente per causare una separazione di frazioni leggere dall'olio nel recipiente ed una loro uscita da quest'ultimo, e

una linea di spurgo (30) collegata alla sommità di detto recipiente e configurata per un raffreddamento e una raccolta delle frazioni leggere in uscita da detto recipiente e per monitorare la

presenza di specifici contaminanti contenutivi.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi di apporto di un flusso di olio diatermico all'entrata del recipiente di strippaggio (25) includono una pompa (24), lungo una linea che si estende dal condotto di ritorno (13) al detto recipiente (25) ed è dotata di una valvola di non ritorno (26) e di una valvola di regolazione (27) del flusso di fluido a monte di detto recipiente, detta pompa essendo in particolare del tipo a velocità variabile.

3. Sistema secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detta pompa (24) è gestita sia per mantenere una portata di olio diatermico di alimentazione del recipiente di strippaggio, sia per ridurre ed uniformare la temperatura dell'olio alimentato ai detti gruppi termici.

4. Sistema secondo le rivendicazioni 1-3, in cui lungo la linea di flusso da detta pompa al detto recipiente di strippaggio è predisposto un riscaldatore (38) per l'olio diatermico, detto riscaldatore utilizzando, come veicolo di scambio termico, olio caldo prelevato direttamente dal condotto di andata (12) e rimandato poi alla linea di ritorno (13) del circuito di olio diatermico (11).

5. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi di apporto di un flusso di olio diatermico all'entrata del recipiente di strippaggio includono, in connessione con il condotto di ritorno (13) di detto circuito, una presa dinamica comprendente un tubo di prelievo (45) collegato al detto condotto (13) a monte di una sua strozzatura (47, 47') per un afflusso di olio al detto recipiente e un secondo tubo (46) che si estende dal detto recipiente (25) e si collega al detto condotto (13) a

valle di detta strozzatura, ognuno di detti condotti essendo dotato di una rispettiva valvola (45', 46').

6. Sistema secondo la rivendicazione 5, in cui detta strozzatura è costituita da un boccaglio (47) o da un tratto di tubo ad effetto Venturi (47').

7. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la linea di spurgo (30) è dotata di valvola di modulazione e regolazione della portata (31), di raffreddatore/condensatore (32), di un serbatoio (33) destinato a ricevere le frazioni leggere separate provenienti dal recipiente di strippaggio, di rivelatori (34 e/o 35) della presenza di contaminanti.

8. Sistema secondo la rivendicazione 7, in cui detta valvola di modulazione e regolazione della portata (31) è gestita da un misuratore di livello di fluido (49) in detto recipiente.

9. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'uscita della pompa (24) può essere collegata alla linea di andata (12) del circuito di olio diatermico (11) attraverso una linea (40) includente una valvola regolabile (41).

Brescia, 22 Aprile 2009

Enrico BARBIERI (No. 320)

Italian Patent Application No. BS2009A000074 filed on 22/04/2009 in the name of TURBODEN Srl.

"DETECTION, MEASURING AND SEPARATION SYSTEM BY STRIPPING LIGHT FRACTIONS IN DIATHERMIC OIL"

C L A I M S

1. A detection, measuring and separation system of light fractions in diathermic oil feeding in particular an ORC system (Organic Rankine Cycle), where the diathermic oil is distributed in a circuit having a delivery conduit (12) from a heating source towards the thermal groups of said system and a return conduit (13) from said thermal groups to said heating source, comprising

a stripping receptacle (25), positioned downstream of the thermal groups of the ORC system and designed to be crossed by a flow of diathermic oil means (24; 45) for an input of a flow of diathermic oil from the return conduit (13) of said circuit (11) to an input of the stripping receptacle,

means (42, 46) connecting an output of said stripping receptacle to the return conduit (13) of said circuit (11), a feeder (28) of an inert stripping gas in said receptacle to cause a separation of light fractions from the oil in the receptacle and their exit from the latter, and

a drainage conduit (30) connected to the top of said receptacle and configured to cool and collect the light fractions exiting from said receptacle and to monitor the presence of specific pollutants contained in it.

2. A system according to claim 1, wherein the means for an input of a flow of diathermic oil to the input of the stripping receptacle (25) comprise a pump (24), along a line that extends from the return conduit (13) to said receptacle (25) and is provided with a check valve (26) and a register valve (27) of the flow of fluid upstream of said receptacle, said pump being in particular with variable speeds.

3. A system according to claim 1 or 2, wherein said pump (24) is run to maintain an input delivery of diathermic oil to the stripping receptacle, both to reduce and equalize the temperature of the oil delivered to said thermal groups.

4. A system according to claims 1-3, wherein a heater (38) is provided along the flow line of said pump to said stripping receptacle for the diathermic oil, said heater using, as a heat exchange means, hot oil taken directly from the delivery conduit (12) and then delivered to the return line (13) of the diathermic oil circuit (11).

5. A system according to claim 1, wherein the means for an input of a flow of diathermic oil to the input of the stripping receptacle include, in connection with the return conduit (13) of said circuit, a ramming intake comprising a drawing tube (45) connected to said conduit (13) upstream of one its choke (47, 47') for a flow of oil to said receptacle and a second tube (46) that extends from said receptacle (25) and connects to said conduit (13) downstream of said choke, each of said conduits being provided with a respective valve (45', 46').

6 A system according to claim 5, wherein said choke is made up of a nozzle (47) or a length of tube with Venturi effect (47').

7. A system according to any of the previous claims, wherein the drainage conduit (30) is provided with a modulation and adjustment of the delivery valve (31), with a cooler/condenser (32), with a tank (33) designed to receive the separate light fractions coming from the stripping receptacle, with detectors (34 and/or 35) of the presence of contaminants.

8. A system according to claim 7, wherein said modulation and adjustment valve of the delivery (31) is controlled by a fluid level calculator (49) in said receptacle.

9. A system according to any of the previous claims, wherein the output of the pump (24) can be connected to the delivery line (12) of the diathermic oil circuit (11) by means of a line (40) comprising an adjustable valve (41).

Brescia, 18 June 2009

Enrico BARBIERI (No. 320)

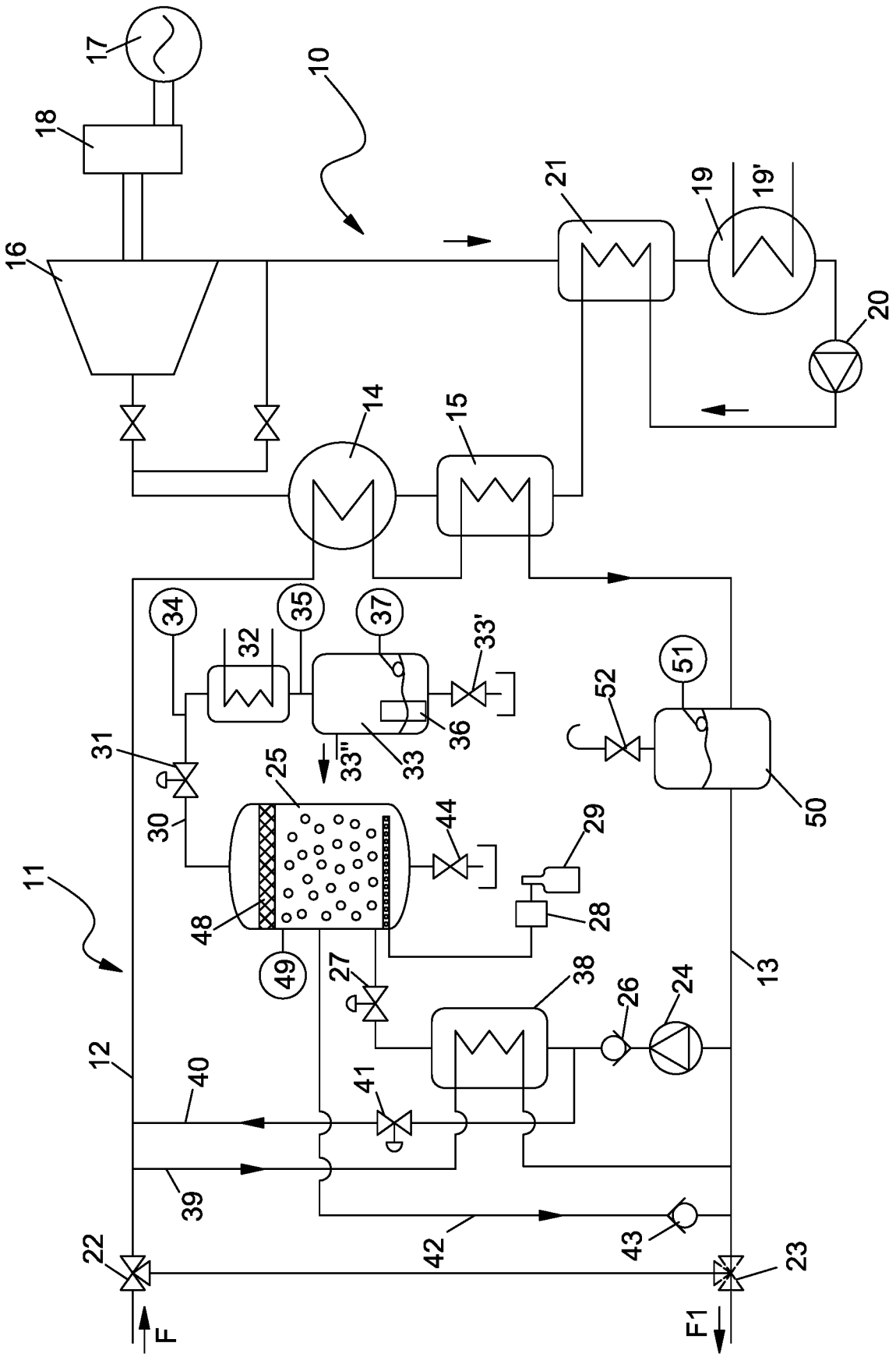

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
19'
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
33'
33"
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
48
49
50
51
52
F
F1

FIG. 1

FIG. 2

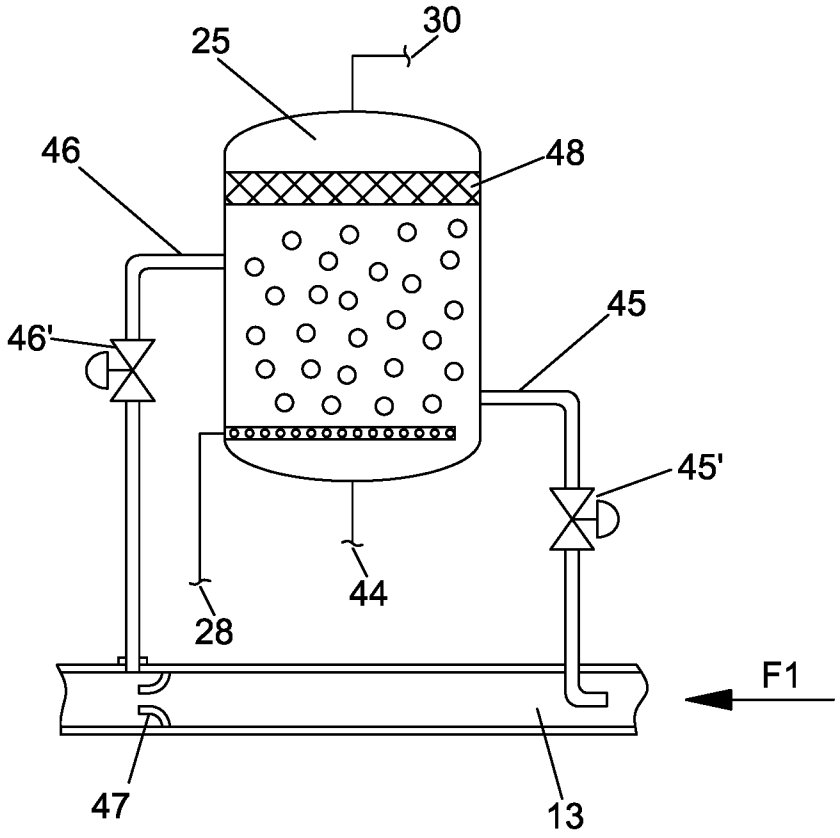


FIG. 3

