



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102019000007257
Data Deposito	27/05/2019
Data Pubblicazione	27/11/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	08	B	3	14

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	D	3	10

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	D	3	14

Titolo

PROCESSO DI LAVAGGIO DI ARTICOLI INDUSTRIALI IN GENERE QUALI MINUTERIE DI PRECISIONE, PEZZI MECCANICI, CIRCUITI STAMPATI, LENTI, ARTICOLI DI OROLOGERIA, OREFICERIA, OCCHIALERIA O ALTRO E IMPIANTO ATTUANTE TALE PROCESSO
--

MEG Srl – ROMANO D'EZZELINO (VI)

TITOLO

**PROCESSO DI LAVAGGIO DI ARTICOLI INDUSTRIALI IN
GENERE QUALI MINUTERIE DI PRECISIONE, PEZZI
MECCANICI, CIRCUITI STAMPATI, LENTI, ARTICOLI DI
OROLOGERIA, OREFICERIA, OCCHIALERIA O ALTRO E
IMPIANTO ATTUANTE TALE PROCESSO**

DESCRIZIONE

10 Il presente brevetto è attinente agli impianti di lavaggio di articoli industriali, chiamato in seguito semplicemente impianti di lavaggio industriale e/o processo di lavaggio industriale ed in particolare concerne un nuovo processo con rigenerazione dei solventi di lavaggio e impianto attuante tale processo.

15 **1. Stato dell'arte degli impianti di lavaggio industriale di tipo monocamera e sotto vuoto**

Gli impianti di lavaggio industriale attualmente presenti sul mercato internazionale sono in gran parte del tipo monocamera. Ciò significa che gli articoli e il materiale da lavare viene introdotto in una camera di lavaggio a tenuta di vuoto, in cui viene ricircolato il solvente di lavaggio una o più volte con grado di purezza via via maggiore man mano che si arriva all'ultimo ciclo di lavaggio.

20 Sono previste talvolta varianti quali lavaggio ad immersione con ausilio di ultrasuoni, lavaggio in fase vapore o altre varianti che avvengono comunque tutte all'interno di una camera di lavaggio.

25 Al termine del ciclo, si applica il vuoto all'interno di detta camera di

lavaggio e in tal modo il solvente residuo evapora a causa della pressione molto bassa.

5 Gli impianti di lavaggio monocamera utilizzano prevalentemente, come liquidi di lavaggio, dei solventi organici, oppure soluzioni acquose o, talvolta, una combinazione di acqua e solvente. I solventi maggiormente utilizzati sono alcoli modificati che hanno un punto di ebollizione superiore a 155°C, solventi clorurati quali il tetracloro etilene e solventi a basso punto di ebollizione quali il cloruro di metilene, la famiglia degli HFE, degli HFO, gli HFC ed il Solstice™, solventi che a pressione atmosferica bollono fra
10 15°C e 60°C.

Tutti i solventi vengono normalmente rigenerati per distillazione. Tale processo costituisce una parte integrante nel processo di lavaggio e viene eseguito normalmente nel medesimo impianto di lavaggio.

15 Attualmente i solventi ad alto punto di ebollizione vengono distillati, anche se sotto vuoto, con sistemi di riscaldamento a resistenze elettriche, oppure con acqua calda prodotta comunque con resistenze elettriche o con combustibili.

Il vapore prodotto viene poi condensato, in genere con acqua refrigerata. Pertanto i solventi ad alto punto di ebollizione richiedono un certo dispendio di energia sia per farli evaporare che per condensare i vapori prodotti durante la distillazione.
20

I solventi come gli HFE, gli HFO, gli HFC ed il cloruro di metilene che hanno invece un punto di ebollizione attorno a 40°C a pressione atmosferica, possono essere distillati con gli stessi sistemi usati per gli alcoli modificati, ma anche con pompe di calore.
25

In questo caso la pompa di calore fa circolare il fluido frigorifero nella fase di compressione, ossia quando è caldo, all'interno di serpentine immerse nella parte bassa del distillatore e poi lo stesso liquido frigorifero, che nella fase di espansione si raffredda notevolmente, viene fatto circolare nella parte alta del distillatore.

5

In tal modo, l'unica energia in gioco è l'energia meccanica necessaria per compiere un ciclo frigorifero, in quanto l'energia necessaria per evaporare il solvente è compensata dall'energia spesa per la sua condensazione. Indicativamente, la distillazione con pompa di calore richiede un'energia almeno tre volte inferiore rispetto all'energia elettrica utilizzata per la distillazione mediante resistenze e per la condensazione con acqua refrigerata.

10

Un limite di quest'ultimo metodo utilizzando la pompa di calore è costituito dal fatto che, se la temperatura di ebollizione della miscela costituita dal solvente e dallo sporco nel distillatore sale a causa della presenza di olio o di sporco e si avvicina alla temperatura raggiunta dal fluido frigorifero, la capacità di distillazione si riduce, fino ad annullarsi.

15

Una variante del metodo, che viene applicata molto frequentemente, è quella di distillare in depressione in modo da abbassare la temperatura di ebollizione fino a diversi gradi in meno rispetto alla temperatura di condensazione del fluido frigorifero. Ciò tuttavia è difficilmente applicabile per la distillazione degli alcoli modificati in quanto la loro temperatura di ebollizione è in genere attorno 170°C a pressione atmosferica.

20

Nel lavaggio industriale, la tecnologia della distillazione per termocompressione o compressione dei vapori non è mai utilizzata, mentre

25

viene usata nell' industria chimica e soprattutto nella distillazione dell'acqua, sia in campo farmaceutico sia nel campo del trattamento delle acqua reflue in quanto, a parità di potenza elettrica assorbita, ha una capacità di distillazione maggiore di altri sistemi di distillazione.

5 Tuttavia, un impianto a termocompressione per acqua è in genere molto costoso soprattutto se si tratta di distillare soluzioni che tendono a sporcare gli scambiatori di calore di cui è dotato l'impianto.

Dato il costo importante di un impianto di distillazione a termocompressione, questa tecnologia non è mai stata presa in
10 considerazione nel campo degli impianti di lavaggio industriali.

L'invenzione descritta di seguito tratta invece di un processo per il lavaggio industriale, di articoli di produzione industriale in genere, metallici o non metallici, quali minuterie di precisione, pezzi meccanici, circuiti stampati, lenti, articoli di orologeria, oreficeria, occhialeria o altro.

15 Tale processo che usa la distillazione a termocompressione, e dell'impianto attuante tale processo, in cui il componente principale, ossia il compressore, che in questo caso è una pompa da vuoto a secco, permette di effettuare nell'apparecchiatura di lavaggio industriale le seguenti funzioni:

- Distillazione del solvente usato per il lavaggio;
- 20 - Asciugatura sotto vuoto nella camera di lavaggio a fine ciclo;
- Distillazione del solvente sotto vuoto per ridurre al minimo la percentuale di solvente di lavaggio nei rifiuti di distillazione.

E' possibile usare una sola pompa da vuoto a secco in quanto due delle tre funzioni, ossia asciugatura dei pezzi nella camera di lavaggio e distillazione
25 sotto vuoto, sono utilizzate per una frazione di tempo abbastanza ridotta

rispetto alla funzione principale, che è quella di rigenerare il solvente per distillazione.

5 L'invenzione trova particolare ed efficace applicazione in impianti di lavaggio industriale del tipo monocamera, con asciugatura finale sotto vuoto, che utilizzano solventi organici per il lavaggio, dove tali solventi organici hanno, a pressione atmosferica, un punto di ebollizione compreso fra 15°C e 60°C.

10 L'applicazione del medesimo metodo utilizzando solventi aventi un punto di ebollizione maggiore comporta invece numerosi inconvenienti: un punto di ebollizione più alto richiede una maggiore attenzione nello scambio termico che avviene durante il processo di distillazione e può comportare più consumo di energia, una maggior complicazione e quindi una maggiore criticità. Impiegando ad esempio alcoli modificati, quando la temperatura di ebollizione di abbassa al di sotto dei 100°C, la densità dei vapori è molto
15 bassa tanto che, onde avere una discreta quantità di distillato prodotto, occorre una portata del compressore molto elevata con elevato dispendio di energia meccanica.

Al contrario, il metodo di seguito descritto e rivendicato, che utilizza solventi a punto di ebollizione più basso è applicabile in modo più semplice.

20 La figura 1 mostra uno schema idraulico e strumentale semplificato che descrive il processo e l'impianto di lavaggio industriale in una prima forma realizzativa, privo dell' indicazione di strumenti e componenti quali sensori di temperatura, livello, pressione e di vuoto, che sono presenti nella realizzazione pratica, come noto al tecnico del ramo, ma che non è
25 necessario specificare in questa sede per spiegare il funzionamento

dell'impianto e lo svolgimento delle funzioni.

In questa prima soluzione, l'impianto comprende:

- almeno una camera di lavaggio W, destinata a contenere il materiale da lavare;
- 5 - almeno un primo distillatore o distillatore principale DIST1, dove vengono inviati, tramite una pompa di mandata P3 i liquidi di lavaggio provenienti da detta camera di lavaggio W;
- almeno una prima pompa a secco P1 collegata a detto primo distillatore DIST1 e atta ad aspirare i vapori da detto primo distillatore
- 10 DIST1 e ad inviarli ad almeno uno scambiatore HEAT1;
- detto almeno uno scambiatore HEAT1 atto a condensare detti vapori provenienti da detto primo distillatore DIST1;
- almeno una seconda pompa o pompa di ricircolo P2 per inviare il liquido di lavaggio da detto primo distillatore DIST1 a detto scambiatore
- 15 HEAT1, dove viene utilizzato per lo scambio di calore nella condensazione di detti vapori, e poi per ricircolare detto liquido nuovamente in detto primo distillatore DIST1.

2. Descrizione della funzione/fase di distillazione a termocompressione

Questa funzione sinteticamente è realizzata aspirando i vapori dalla sommità

20 di detto primo distillatore DIST1 tramite detta prima pompa da vuoto a secco P1 che crea una certa depressione in detto primo distillatore DIST1 e pertanto abbassa la temperatura di ebollizione del solvente ivi contenuto. L'uscita di detta prima pompa a secco P1 è a pressione atmosferica oppure a pressione leggermente inferiore, se l'impianto è in leggera depressione

25 rispetto all'atmosfera, come spesso avviene per ridurre le perdite casuali di

solventi a basso punto di ebollizione.

Detto primo distillatore DIST1 può essere anche a pressione atmosferica e detta prima pompa a secco P1 può comprimere i vapori aspirati da detto primo distillatore DIST1 anche oltre la pressione atmosferica. In ogni caso, qualunque sia la pressione di detto primo distillatore DIST1, aspirando i vapori e comprimendoli, si realizza una differenza di pressione fra il liquido che bolle ed i vapori compressi che devono essere condensati.

La differenza di pressione, com'è noto dalla chimica fisica, provoca una differenza di temperatura. Quindi il liquido, a pressione inferiore rispetto ai vapori compressi da detta prima pompa a secco P1, ha una temperatura inferiore a quella del vapore condensante a valle della prima pompa P1 stessa.

I termocompressori del tipo noto funzionano nel modo seguente: per condensare i vapori, anziché una fonte di freddo esterna, si invia in uno scambiatore il liquido contenuto in un distillatore che ha una temperatura di qualche grado inferiore a quella di condensazione dei vapori. Il liquido, passando nello scambiatore, a contatto con la parete più calda lambita dai vapori, si riscalda e ritornando in detto distillatore dove la pressione è inferiore, evapora parzialmente. Pertanto tutta l'energia richiesta per condensare i vapori è uguale a quella fornita per crearli in detto distillatore.

Con riferimento allo schema idraulico mostrato in figura 1, l'uscita di detta prima pompa a secco P1 è collegata ad uno scambiatore HEAT1 di grande superficie dove i vapori vengono condensati tramite lo scambio di calore che avviene con il solvente pompato da detto distillatore DIST1 tramite una seconda pompa, o pompa di ricircolo P2 a bassa prevalenza ed ad alta

portata. Non è necessaria una potenza elevata per questa pompa di ricerca P2 perché in genere gli scambiatori di calore hanno bassissime perdite di carico. E' necessaria invece un'alta portata perché la differenza di temperatura fra liquido e vapore è molto bassa.

5 In detto scambiatore HEAT1, la pressione dei vapori è sempre superiore a quella di detto primo distillatore DIST1 in quanto detta prima pompa a secco P1 si comporta come un compressore di vapori, seppure con un rapporto di compressione molto limitato.

10 La differenza di pressione fra detto primo distillatore DIST1 e lato vapori di detto scambiatore HEAT1 creata da detta prima pompa a secco P1 provoca l'ebollizione del solvente nel primo distillatore DIST1, ma ad una temperatura inferiore rispetto a quella di condensazione poiché quest'ultima avviene a pressione più elevata. Il solvente in fase liquida, più freddo dei vapori compressi da detta prima pompa a secco P1, viene usato quindi come
15 liquido per condensare i vapori. Quando il sistema raggiunge le condizioni di equilibrio, si stabilisce un regime termico e di pressione a monte e a valle di detta prima pompa a secco P1 che dipende dalla capacità di detto scambiatore HEAT1, dalla potenza meccanica trasmessa ai vapori durante la compressione e dallo scambio termico dell'intero impianto (distillatore
20 DIST1, prima pompa a secco P1, pompa di ricircolo P2, tubazioni ecc.) con l'ambiente.

Se tutti questi componenti sono ben coibentati, la capacità di distillazione è pari alla portata di detta prima pompa a secco P1 espressa in kg/m³, aumentata leggermente a causa del fatto che l'energia meccanica del motore
25 di detta prima pompa a secco P1, trasferita ai vapori, contribuisce anch'essa

alla distillazione in quanto l'energia meccanica si trasforma in calore.

Nel campo dei solventi che hanno punto di ebollizione compreso fra 15°C e 60°C, lo scambio termico con l'ambiente è limitato, per cui la capacità di distillazione risente molto poco delle condizioni ambientali.

5 Tuttavia, se alla messa in marcia di detto primo distillatore DIST1 la temperatura del solvente è di diversi gradi inferiore a quella di ebollizione, il solvente inizia a bollire ad una temperatura molto inferiore e quindi si sviluppano vapori più rarefatti, il che significa una capacità di distillazione, espressa in Kg/h, decisamente più bassa.

10 Lentamente l'energia meccanica di detta pompa di ricircolo P2 e l'energia trasmessa ai vapori da detta prima pompa a secco P1 fanno aumentare la temperatura di distillazione fino a quando si raggiunge una situazione di equilibrio.

15 Per raggiungere più velocemente le condizioni di equilibrio, alla partenza del ciclo o fase di distillazione si può attivare un piccolo sistema di riscaldamento costituito da una serpentina percorsa da acqua calda oppure da piccole resistenze scaldanti che, attraverso il fondo o le pareti di detto primo distillatore DIST1, riscaldano il fluido da distillare. Raggiunte le condizioni di equilibrio il riscaldamento può essere sospeso.

20 Detta prima pompa a secco P1 tuttavia è utilizzata anche per effettuare l'asciugatura sotto vuoto dei pezzi lavati per cui, in serie a detto scambiatore HEAT1, è installato un condensatore COND1 che ha lo scopo di condensare i vapori estratti dalla camera di lavaggio W dell'impianto di lavaggio.

25 Talvolta, con i pezzi da lavare, viene introdotta in detto distillatore DIST1 una certa quantità di acqua che, in piccola parte, distilla anch'essa. Pertanto

il distillato ottenuto potrebbe essere costituito da una miscela di solvente e da piccole tracce di acqua, che non è solubile nel solvente se non in una piccolissima percentuale.

5 Pertanto, a valle di detto condensatore COND1, è inserito un separatore acqua-solvente SEP1 che, sfruttando la differenza di densità dell'acqua rispetto al solvente e il fatto che i due componenti di fatto non sono miscibili, permette di ottenere un distillato esente da acqua.

10 Nello schema di figura 1 si mostra che la miscela acqua-solvente che entra in detto separatore SEP1 si stratifica in due strati A, B di cui quello superiore A è costituito da acqua, più leggera del solvente, mentre quello inferiore B è costituito da solvente.

15 Un tubo T che pesca dal fondo di detto separatore SEP1 permette quindi l'uscita del solvente esente da acqua, con esclusione di una piccolissima percentuale d'acqua, dovuta alla solubilità a livello molecolare dell'acqua nel solvente. Il solvente separato dall'acqua viene ricircolato in un serbatoio di accumulo del distillato ACC.

20 Durante la distillazione per termocompressione, detto primo distillatore DIST1, o distillatore principale, è collegato ad un secondo distillatore DIST2 tramite una valvola VP5. Detto secondo distillatore DIST2 è quindi in parallelo a detto primo distillatore DIST1, ma è alimentato da una piccola sorgente di calore S, ad esempio costituita di acqua calda contenuta in una camicia o resistenze scaldanti, che permette di distillare una piccola quantità di solvente.

25 Da detto secondo distillatore DIST2 esce quindi del solvente pulito in fase vapore ed entra solvente in fase liquida, proveniente da detto primo

distillatore DIST1 e contenente sporco o olio.

Dal momento che olio e sporco non evaporano, man mano che il solvente pulito esce sotto forma di vapori, la concentrazione di sporco in detto secondo distillatore DIST2 aumenta e di conseguenza aumenta anche la
5 temperatura di distillazione. Quando la temperatura di distillazione raggiunge un valore prossimo alla temperatura della sorgente di calore S, la distillazione si arresta. A quel punto è necessario avviare la distillazione sotto vuoto trattata più avanti.

3. Descrizione della fase di asciugatura sotto vuoto nella camera di lavaggio a fine ciclo.

Questa funzione viene attivata quando richiesto dal programma che gestisce il ciclo di lavaggio dell'impianto. Detta fase di asciugatura inizia chiudendo una prima valvola VP1, che collega detta pompa a secco P1 a detto primo distillatore DIST1 ed arrestando detta pompa di ricircolo P2. A questo punto
15 si apre una seconda valvola VP2 che collega detta pompa a secco P1 con detta camera di lavaggio W.

Detta pompa a secco P1 aspira i vapori da detta camera di lavaggio W che attraversano detto scambiatore HEAT1 senza condensare. Detti vapori vengono invece condensati in detto condensatore COND1, alimentato da
20 acqua refrigerata. I vapori condensati passano in detto separatore SEP1 e da lì vanno a detto serbatoio di accumulo del distillato ACC.

La fase di asciugatura del materiale in detta camera di lavaggio W termina in genere quando si è raggiunta una pressione assoluta di pochi mbar, valore impostato in base al programma di lavaggio ed alle caratteristiche del
25 materiale da lavare. La durata di detta fase di asciugatura può durare meno

di un minuto fino ad un massimo di qualche minuto. I cicli di lavaggio in genere durano fra i 10 ed i 20 minuti e quindi il periodo in cui detta prima pompa a secco P1 è impegnata in detta fase di asciugatura è decisamente inferiore al periodo in cui è utilizzata per detta fase di distillazione per termocompressione, sopra descritta.

5

4. Descrizione della funzione di distillazione del solvente sotto vuoto per ridurre al minimo la percentuale del solvente nei rifiuti di distillazione.

Le apparecchiature e gli impianti di lavaggio industriale hanno il compito di rimuovere lo sporco dai materiali da lavare, sporco che in genere è costituito da residui di lavorazione, trucioli, olio emulsionabile, olio intero e sporco di vario genere. La parte corpuscolare dello sporco viene in genere trattenuta da filtri inseriti nel circuito di lavaggio mentre la parte liquida, proveniente dalla camera di lavaggio W, va a finire dapprima in detto primo distillatore DIST1 e successivamente in detto secondo distillatore DIST2, ove si concentra maggiormente. Prima o poi occorre quindi rimuovere i residui di olio/sporco distillando a fondo, ossia a vuoto spinto, il liquido contenuto in detto secondo distillatore DIST2.

10

15

Tale operazione viene effettuata:

- chiudendo detta prima valvola VP1 di collegamento tra detto primo distillatore DIST1 e detta prima pompa a secco P1;
- chiudendo detta valvola VP5 di collegamento tra detti primo e secondo distillatore DIST1 e DIST2;
- aprendo una valvola VP3 di collegamento tra detto secondo distillatore DIST2 e detta prima pompa a secco P1;
- arrestando detta pompa di ricircolo P2;

20

25

- mantenendo in funzione detta prima pompa a secco P1.

In una soluzione alternativa, tra detti primo e secondo distillatore DIST1 e DIST2 è montata una pompa di trasferimento, non indicata nelle figure, dove detta pompa di trasferimento è atta a trasferire, quando serve, il liquido da distillare a vuoto da detto primo distillatore DIST1 a detto secondo distillatore DIST2.

Il vuoto generato da detta prima pompa a secco P1 e il calore generato da detta sorgente di calore S di cui è dotato detto secondo distillatore DIST2 permettono di continuare la distillazione in detto secondo distillatore DIST2 stesso fino a quando il solvente evapora quasi del tutto lasciando in questo secondo distillatore DIST2 solo lo sporco.

Ad esempio, utilizzando come sorgente di calore S dell'acqua calda a 80°C e impostando una temperatura massima di ebollizione di 80°C, avendo i solventi previsti per questo impianto una temperatura di ebollizione non superiore a 60°C, la combinazione di pressione assoluta di evaporazione molto bassa dovuta a detta prima pompa a secco P1 e al calore trasmesso al liquido da distillare, permette di ottenere un residuo di distillazione a fine processo con una percentuale di solvente molto bassa, anche decisamente inferiore all'uno per cento.

Le condizioni di temperatura e di pressione assoluta per terminare la distillazione sotto vuoto vanno stabilite dall'utilizzatore in base al tipo di residuo che potrebbe essere semplicemente costituito da olio, oppure potrebbe contenere paste di pulitura ed avere un aspetto melmoso difficile da scaricare. La forma di detto secondo distillatore DIST2 e la modalità di scarico del residuo di distillazione vanno stabiliti in base al tipo di

inquinante da rimuovere.

In un impianto di lavaggio in cui la quantità di sporco e di olio sia trascurabile, si può evitare di aggiungere in parallelo al distillatore principale DIST1 il secondo distillatore DIST2. In questo caso quando la capacità di distillazione tende a calare a causa dell'aumento della quantità di olio e sporco che entra in detto distillatore principale DIST1, si può effettuare la distillazione sotto vuoto nello stesso distillatore principale DIST1 che deve essere quindi dotato di una sorgente di calore o mezzi scaldanti per arrivare all'incirca a 80°C e deve essere strutturato per resistere al vuoto spinto.

5. Calcolo del costo di distillazione di un solvente tramite termocompressione

Il calcolo riguarda la sola funzione di distillazione a termocompressione in quanto la funzione di distillazione sotto vuoto e quella di asciugatura sotto vuoto dei pezzi da lavare richiedono un'energia trascurabile rispetto a quella spesa per rigenerare il solvente.

Nel calcolo si è considerato come solvente il cloruro di metilene che a pressione atmosferica ha una temperatura di ebollizione di 40° e che rientra nel campo dei solventi indicati come efficacemente utilizzabili nel nuovo impianto.

Per i solventi clorurati, varie normative nazionali raccomandano che tutto l'impianto rimanga in leggera depressione rispetto all'atmosfera, in modo tale che se c'è una mancanza di integrità a causa di qualche guarnizione o di qualche valvola, il solvente non esca, ma invece entri aria. Un sistema controlla che non ci sia un ingresso di aria anomalo.

I solventi a basso punto di ebollizione, che evaporano facilmente, non formano gocce nei punti di eventuali perdite, in quanto si ha una evaporazione immediata a meno che la perdita non sia grave. Nel caso in cui l'impianto non sia in depressione c'è quindi il rischio di perdere una elevata quantità di solvente senza che, visivamente, si possa riscontrare una perdita elevata. Di conseguenza, è raccomandato mantenere l'impianto sempre in depressione, 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

Qualche tratto di tubazione inevitabilmente per qualche fase del ciclo si trova a pressione maggiore di quella atmosferica. Si tratta ad esempio della tubazione del ricircolo del liquido del distillatore DIST1 e della mandata della pompa di lavaggio P3. Potrebbero esserci anche altre parti dell'impianto in pressione positiva a seconda della tipologia di lavaggio. Tutto il resto dell'impianto rimane sempre in depressione.

Dati di calcolo riguardanti il nuovo impianto come descritto precedentemente.

- depressione in cui è mantenuto l'impianto: -70 mbar;
- temperatura di ebollizione all'interno di detto primo distillatore DIST1: 33°C;
- pressione di ebollizione: 800 mbar;
- calore di evaporazione del cloruro di metilene: 330 kjoule/kg;
- densità dei vapori di cloruro di metilene alla temperatura ed alla pressione di distillazione: 2,656 Kg/m³;
- portata nominale del termocompressore: 350 m³/h;
- portata dei vapori aspirata da detta pompa a secco P1 in un'ora: 930 Kg;

- potenza elettrica assorbita complessivamente da detta pompa a secco P1 e da detta pompa di ricircolo P2: 11 KW;
- distillato prodotto per ogni KW di potenza: 84 Kg/h

6. Calcolo del costo di distillazione di un solvente tramite un distillatore tradizionale a riscaldamento elettrico con condensazione effettuata con acqua refrigerata

5

L' energia richiesta per far evaporare oppure condensare un kg di cloruro di metilene è pari a 330 kjoule/kg

10

A questa energia occorre aggiungere quella necessaria per produrre acqua refrigerata attraverso un refrigeratore. In genere l'energia elettrica consumata da un refrigeratore è il 30% di quella resa come energia termica, quindi il valore di 330 kjoule/kg va aumentato del 30%.

15

In totale, quindi, per distillare un kg di cloruro di metilene utilizzando un distillatore elettrico di tipo tradizionale, occorrono 429 kjoule che corrispondono ad una potenza di 0,120 KW applicata per un'ora.

20

Pertanto con un KW di potenza si distillano e si condensano 8,33 Kg di solvente contro gli 84 Kg ottenuti secondo il nuovo metodo per termocompressione.

I calcoli di cui sopra riguardanti la termocompressione sono stati effettuati considerando un impianto di lavaggio sempre in depressione per evidenti condizioni di sicurezza, calcolo che cambia nel caso in cui l'impianto sia a pressione atmosferica o meglio ancora se la parte a valle di detta prima pompa a secco P1, compreso detto scambiatore di calore HEAT1, è a pressione positiva, ad esempio 200 mbar.

25

In quest'ultimo caso, i vapori di solvente sono prelevati da detto primo

distillatore DIST1 a pressione atmosferica ed hanno quindi una densità maggiore. Di conseguenza, la quantità di distillato prodotta è maggiore.

Infine, condensando a pressione più elevata e quindi con una differenza di temperatura fra il liquido di raffreddamento in detto scambiatore HEAT1 ed i vapori condensanti ad una pressione superiore a quella atmosferica, è necessaria una portata inferiore di detta pompa di ricircolo P2, con un conseguente minor consumo energetico ed una superficie di scambio inferiore e quindi con ulteriore riduzione dei costi di impianto e dei costi energetici.

10 Indicativamente, se la distillazione a termocompressione secondo il nuovo metodo avviene a pressione atmosferica oppure ad una pressione leggermente superiore a quella atmosferica, la capacità di distillare, a parità di potenza, può essere maggiore anche del 20 – 30% rispetto a quanto calcolato sopra.

15 **7. Variante costruttiva in cui detto scambiatore HEAT2, dove detto scambiatore HEAT2 è montato su detto primo distillatore DIST1 ed è preferibilmente del tipo a fascio tubiero, immerso in detto primo distillatore DIST1, ottenendo un rendimento energetico ancora più elevato (fig. 2)**

20 Una variante costruttiva è costituita da un scambiatore a fascio tubiero realizzato nella parte bassa di detto primo distillatore DIST1. I tubi di detto scambiatore HEAT2 si trovano quindi immersi nel liquido da distillare mentre i vapori vengono inviati dalla pompa a secco nello spazio esterno ai tubi.

25 Nonostante uno scambiatore a fascio tubiero interno al distillatore abbia

generalmente un costo maggiore rispetto ad uno scambiatore esterno, questa configurazione comporta comunque l'importante vantaggio di poter eliminare detta pompa di ricircolo.

Per eseguire l'eventuale pulizia dello scambiatore HEAT2 sarà sufficiente aprire e svuotare detto primo distillatore DIST1.

5

8. Variante costruttiva per alte portate di distillazione e rendimento energetico ancora più elevato, realizzata con due pompe a secco P1, P4 in serie (fig. 3)

Questa variante è uguale a quella di figura 1 salvo il fatto l'impianto comprende due pompe a secco P1, P4 in serie, di cui detta prima pompa a secco P1, ad esempio di tipo roots in grado di pompare grandi portate di vapore a bassa prevalenza e quindi non in grado di effettuare un vuoto spinto, e una seconda pompa a secco P4 di portata inferiore, ma in grado di effettuare un vuoto spinto soprattutto se inserita in serie a detta prima pompa a secco P1, più grande.

10

15

Detta seconda pompa a secco P4 può avere una portata anche tre volte inferiore a quella di detta prima pompa a secco P1, in quanto aspira vapori già parzialmente compressi. Il vantaggio di questa configurazione è costituito dal fatto che la termocompressione non necessita di un compressore in grado di effettuare un vuoto spinto, ma necessita solo di un compressore di alta portata e basso rapporto di compressione, che richiede quindi meno energia di compressione.

20

L'insieme di dette due pompe a secco P1, P4 costituisce quindi la migliore combinazione per ottenere quantità molto elevate di distillato, con un basso consumo energetico e nello stesso tempo una capacità di realizzazione del

25

vuoto spinto quando serve.

La configurazione con la sola prima pompa da vuoto a secco P1, come rappresentata in figura 1, è comunque valida per impianti di lavaggio che non necessitano di grandi quantità di solvente puro e che in genere costituiscono la maggioranza delle applicazioni.

5

Queste sono le modalità schematiche sufficienti alla persona esperta per realizzare il trovato, di conseguenza, in concreta applicazione potranno esservi delle varianti senza pregiudizio alla sostanza del concetto innovativo.

10

Pertanto con riferimento alla descrizione che precede e alle tavole accluse si esprimono le seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Processo di lavaggio industriale di articoli di produzione industriale in genere, mediante utilizzo di solventi comprendente le seguenti fasi:

5 - lavaggio di detti articoli in almeno una camera di lavaggio (W) a tenuta di vuoto mediante utilizzo di almeno un solvente;

- rigenerazione di detto solvente mediante una prima distillazione in almeno un primo distillatore (DIST1) e condensazione in almeno uno scambiatore (HEAT2);

- asciugatura di detto materiale in detta camera a vuoto (W);

10 **caratterizzato dal fatto** che l'aspirazione dei vapori da detto primo distillatore (DIST1) e da detta camera di lavaggio (W) sono eseguiti mediante una prima pompa a secco (P1),

e dove detta fase di rigenerazione comprende almeno una fase di distillazione per termocompressione, utilizzando detta medesima prima
15 pompa secco (P1).

2. Processo come da rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti solventi sono del tipo aventi un punto di ebollizione, a pressione atmosferica, compreso fra 15 °C e 60°C.

3. Processo come da rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di
20 comprendere una ulteriore fase di distillazione sotto vuoto per concentrare ulteriormente i residui di distillazione, e dove detta fase di distillazione a vuoto avviene utilizzando detta medesima prima pompa a secco (P1).

4. Processo come da rivendicazioni 1 o 3, caratterizzato dal fatto che
25 detta fase di rigenerazione avviene in un tempo diverso da detta fase di asciugatura e da detta eventuale fase di distillazione sotto vuoto.

5. Processo come da una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di rigenerazione per termocompressione avviene utilizzando detta prima pompa a secco (P1), mentre dette fasi di ulteriore distillazione sotto vuoto e di asciugatura avviene utilizzando una seconda
5 pompa a secco (P4) in serie a detta prima pompa a secco (P1) per ottenere una maggiore depressione.

6. Processo, come da una delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che la pressione di evaporazione e la pressione di condensazione sono comprese tra -500 mbar e +500 mbar.

10 7. Processo, come da rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto di avvenire con impianto in depressione.

8. Processo, come da rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di avvenire con impianto a pressione atmosferica, mentre la pressione nella mandata di detta prima pompa a secco (P1) e in detto scambiatore (HEAT1)
15 è mantenuta ad una pressione maggiore di quella atmosferica.

9. Processo, come da una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere anche la fase di condensazione dei vapori estratti da detta camera di lavaggio (W), dove detta condensazione avviene in almeno un condensatore (COND1) in serie a detto scambiatore
20 (HEAT1).

10. Processo, come da rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di comprendere anche la fase di separazione per densità dell'acqua dal solvente contenuti nel liquido proveniente da detto almeno un condensatore (COND1).

25 11. Impianto di lavaggio a solventi, attuante il procedimento di cui a una

qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno una camera di lavaggio (W), destinata a contenere il materiale da lavare;
- 5 - almeno un primo distillatore o distillatore principale (DIST1), dove vengono inviati, tramite una pompa di mandata (P3) i liquidi di lavaggio provenienti da detta camera di lavaggio (W);
- almeno una prima pompa a secco (P1) collegata a detto primo distillatore (DIST1) e atta ad aspirare i vapori da detto primo distillatore (DIST1) e ad inviarli ad almeno uno scambiatore (HEAT1, HEAT2);
- 10 - detto almeno uno scambiatore (HEAT1, HEAT2) atto a condensare detti vapori provenienti da detto primo distillatore (DIST1);

e dove detta prima pompa a secco (P1) funge selettivamente da compressore per realizzare la distillazione per termocompressione di detto liquido contenuto in detto primo distillatore, da pompa di aspirazione per aspirare i

15 vapori da detta camera di lavaggio (W) durante la fase di asciugatura

12. Impianto, come da rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto di comprendere anche almeno una seconda pompa o pompa di ricircolo (P2) per inviare il liquido di lavaggio da detto primo distillatore (DIST1) a detto

20 scambiatore (HEAT1), dove viene utilizzato per lo scambio di calore nella condensazione di detti vapori, e poi per ricircolare detto liquido nuovamente in detto primo distillatore (DIST1).

13. Impianto di lavaggio come da rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto di comprendere una seconda pompa a secco (P4) montata in serie a

25 detta prima pompa a secco (P1) e di portata inferiore rispetto a detta prima

pompa a secco (P1).

14. Impianto di lavaggio come da rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detto scambiatore (HEAT1) è esterno a detto primo distillatore (DIST1).

5 15. Impianto di lavaggio come da rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detto scambiatore (HEAT2) è del tipo a fascio tubiero e montato all'interno di detto primo distillatore (DIST1) in modo da trovarsi immerso nel liquido da distillare.

10 16. Impianto di lavaggio come da una delle rivendicazioni da 10 a 14, caratterizzato dal fatto di comprendere anche almeno un condensatore (COND1) in serie a detto scambiatore (HEAT1, HEAT2) per la condensazione dei vapori estratti da detta camera di lavaggio (W) mediante detta prima pompa a secco (P1) ed eventualmente anche mediante detta seconda pompa a secco (P4).

15 17. Impianto di lavaggio come da rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un separatore (SEP1) a valle di detto almeno un condensatore (COND1) e destinato a ricevere il liquido da detto condensatore (COND1), e dove detto separatore (SEP1) comprende un condotto (T) atto a prelevare il solvente separatosi per gravità dall'acqua e a riciclarlo in almeno un serbatoio di accumulo (ACC), a sua volta idraulicamente collegato a detta camera di lavaggio (W).

20 18. Impianto di lavaggio industriale come da una delle rivendicazioni da 10 a 17, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un secondo distillatore (DIST2) configurato per eseguire una ulteriore distillazione sotto vuoto del liquido proveniente da detto primo distillatore (DIST1) attraverso

25

una valvola (VP5) e/o attraverso una pompa di trasferimento montata tra detti primo e secondo distillatore (DIST1, DIST2),

e dove detto secondo distillatore (DIST2) comprende almeno una sorgente di calore (S) ed è collegato almeno a detta prima pompa a secco (P1)

5 mediante una ulteriore valvola (VP3)

e dove detta pompa a secco (P1) funge anche da pompa di aspirazione per aspirare i vapori da detto distillatore (DIST2).

19. Impianto di lavaggio industriale come da una delle rivendicazioni da 10 a 18, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di regolazione della
10 pressione di evaporazione e di condensazione.

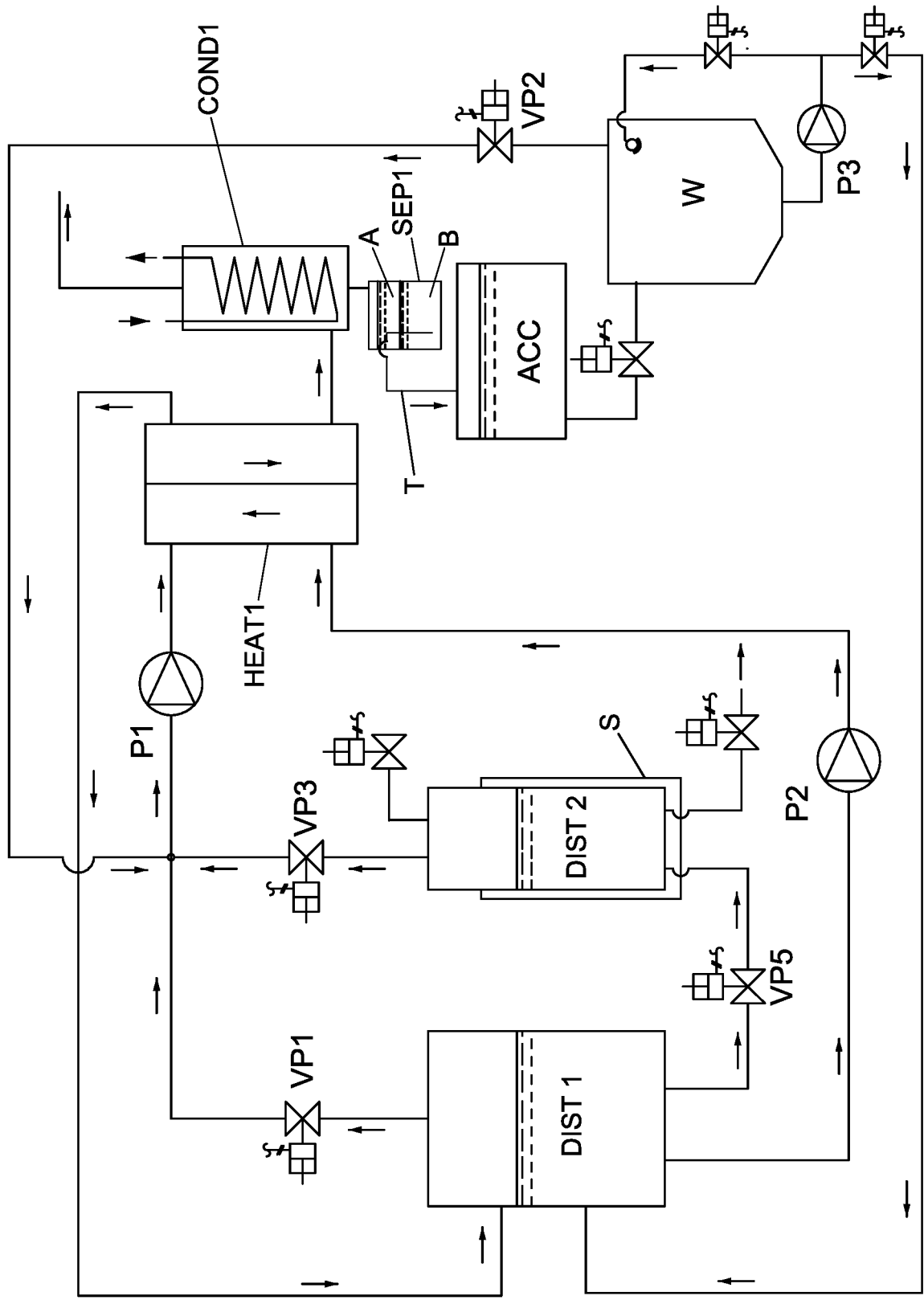


Fig. 1

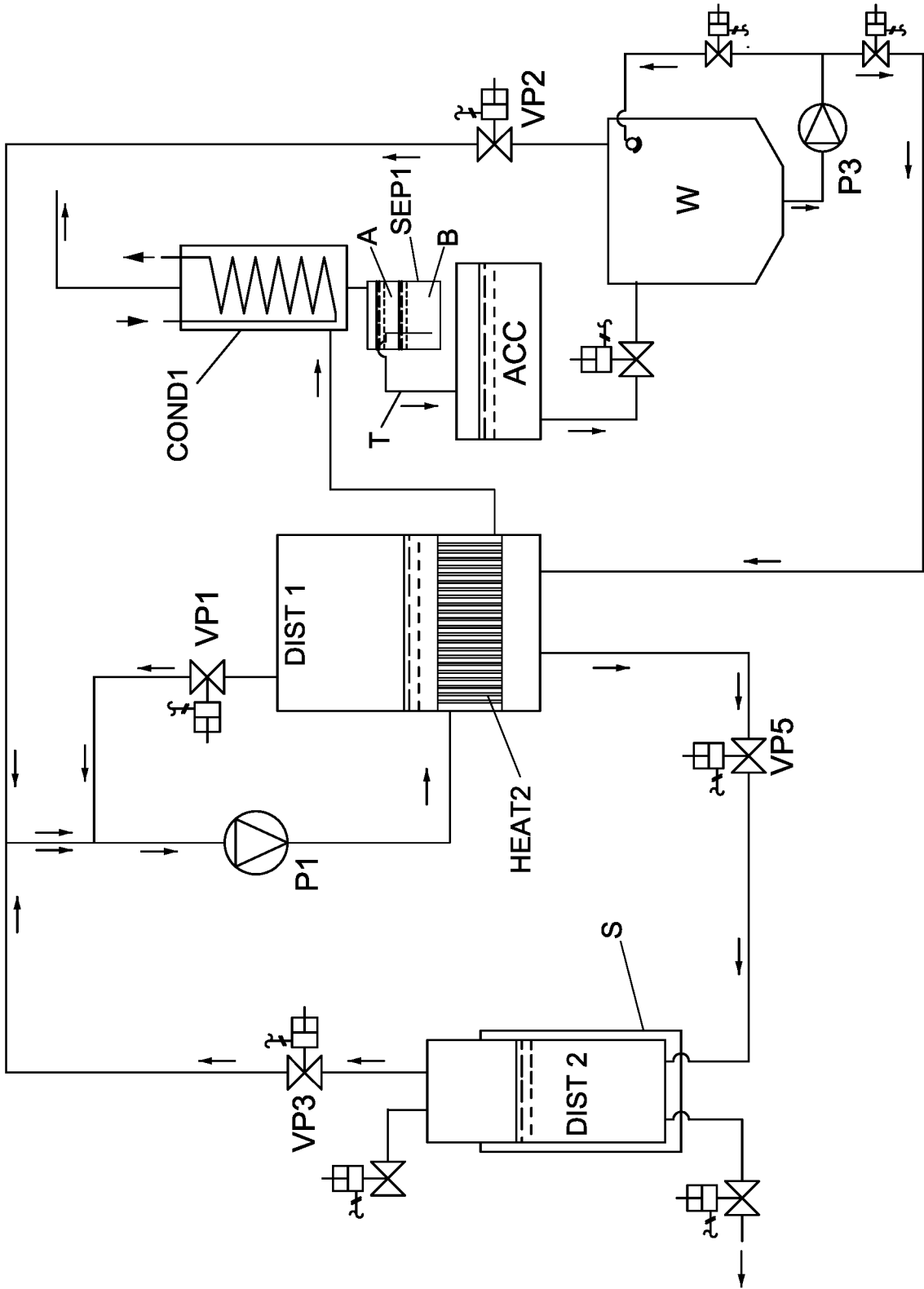


Fig. 2

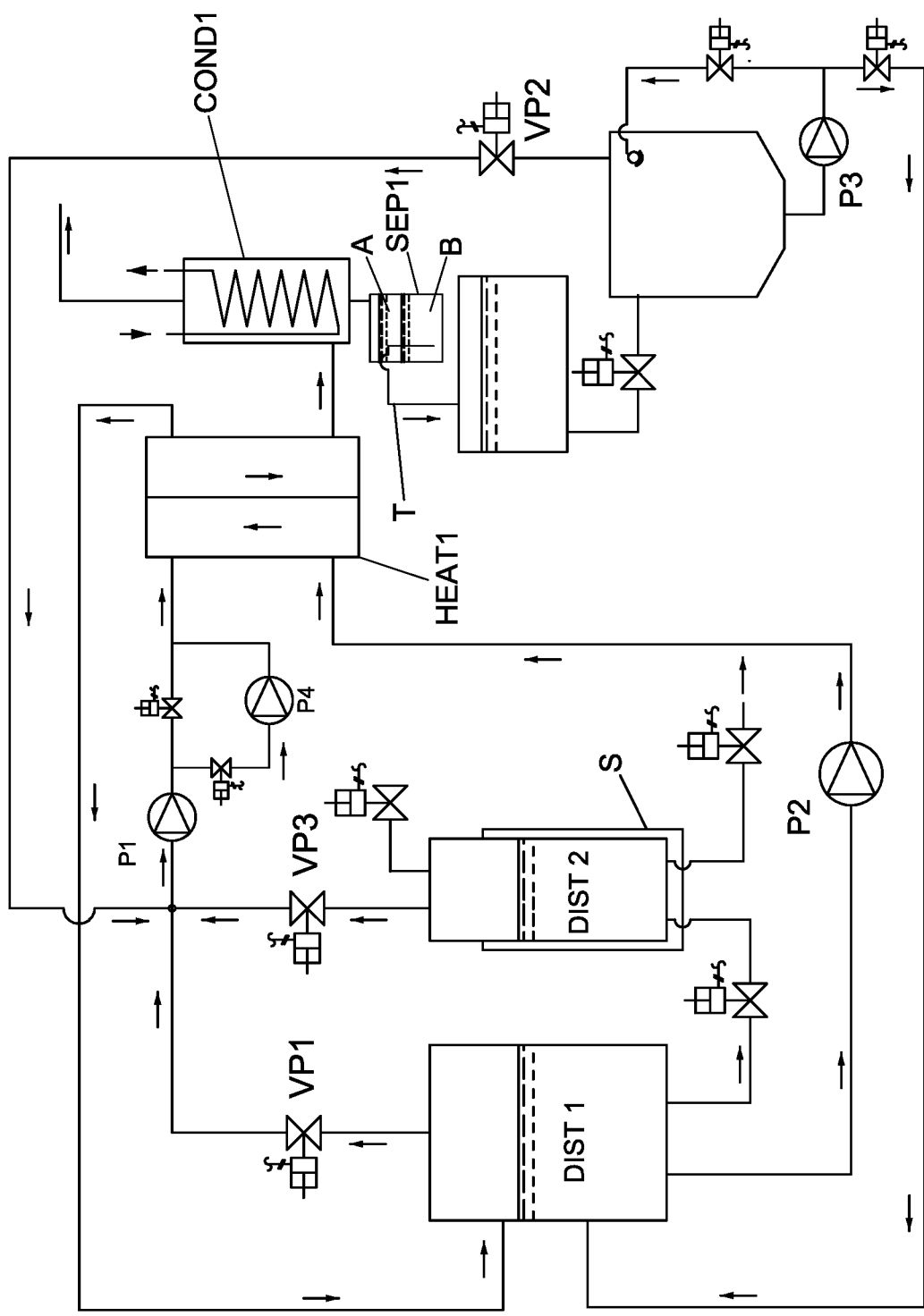


Fig. 3