

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902096677A1

Publication Date

20140429

Applicant

M PUMPS SRL

Title

POMPA PER ALTISSIME TEMPERATURE

M PUMPS Srl - CORBOLA (RO)**TITOLO****POMPA PER ALTISSIME TEMPERATURE****DESCRIZIONE**

5 Il presente brevetto è attinente alle pompe a trascinamento magnetico ed in particolare concerne una nuova pompa a trascinamento magnetico per fluidi ad altissime temperature.

Sono note le pompe a trascinamento magnetico in cui la trasmissione del moto fra l'albero del motore e l'albero della girante avviene mediante coppie
10 di magneti a polarità opposta fissati all'albero della girante ed all'albero motore.

Sostanzialmente sull'estremità dell'albero della girante di pompaggio, all'estremità opposta a detta girante, sono fissati vari magneti disposti lungo una circonferenza a costituire un rotore magnetico interno.

15 Detto albero con girante e rotore interno ruota su cuscinetti, normalmente a strisciamento, calettati su un supporto pure esso interno alla pompa.

Detto rotore magnetico interno è alloggiato e ruota in una camera completamente confinata dietro alla camera di pompaggio in cui ruota la girante. Sostanzialmente detto rotore magnetico interno ruota in una camera
20 costituita dalla parete posteriore della girante e da un involucro a bicchiere o a campana di ridotto spessore.

Tale bicchiere o campana isola completamente la girante, la camera di rotazione della girante ed il rotore magnetico interno dall'ambiente esterno alla pompa. In particolare detto bicchiere o campana impedisce qualsiasi
25 anche minima fuoriuscita del liquido pompato.

Attorno a detto bicchiere o campana è posizionato, coassialmente al rotore magnetico interno, un rotore magnetico esterno comprendente vari magneti disposti a breve distanza attorno a detto bicchiere o campana e fissati ad un supporto a sua volta fissato ad un albero motore della pompa coassiale con detto rotore magnetico interno.

Detto albero motore viene collegato meccanicamente all'albero di un motore elettrico che genera il movimento rotatorio.

La rotazione dell'albero motore della pompa provoca, per accoppiamento e trascinamento magnetico dei magneti dei due rotori interno ed esterno, la rotazione dell'albero della girante.

Alcuni fluidi, in particolari impianti, raggiungono temperature molto elevate, nell'ordine di 500~800 gradi centigradi.

Il pompaggio di tali fluidi estremamente caldi è particolarmente difficile.

Alcuni impianti utilizzano fluidi ad altissima temperatura che, in aggiunta, hanno caratteristiche di estrema pericolosità, come ad esempio gli impianti elettro termonucleari.

Per il pompaggio di tali fluidi vengono attualmente utilizzate pompe magnetofluidodinamiche: attorno al tubo, amagnetico, in cui transita il fluido da pompare vengono posti due elettrodi ad una determinata distanza fra loro; per effetto della forza di Lorentz le particelle cariche del fluido in queste condizioni subiscono una forza in direzione parallela all'asse del tubo e verso determinato dal campo magnetico generato da detti due elettrodi.

Tali pompe magnetofluidodinamiche presentano il vantaggio di non avere parti in movimento ne parti a contatto con il fluido da pompare, ma presentano vari inconvenienti fra cui il costo di realizzazione delle varie

parti, il costo di generazione del campo magnetico, le prestazioni piuttosto limitate.

Attualmente non esistono materiali magnetici che conservano le caratteristiche fisiche a simili temperature

5 E' molto difficile supportare gli elementi tribologici che costituiscono le supportazioni assiali e radiali della pompa di circolazione di fluidi ad altissime temperature.

10 Data la pericolosità del fluido pompato si rende necessario impedire qualsiasi fuoriuscita di agenti contaminanti e/o impedire la contaminazione dell'ambiente esterno al circuito del fluido.

Per ovviare a tutti i suddetti inconvenienti si è studiata e realizzata una nuova pompa a trascinamento magnetico per fluidi altamente contaminanti ad altissime temperature.

15 Uno scopo della nuova pompa è permettere il suo utilizzo con fluidi ad altissime temperature mantenendo a lungo la capacità operativa.

Un altro scopo della nuova pompa è permettere il suo utilizzo con fluidi altamente contaminanti.

20 Questi ed altri scopi, diretti e complementari, sono raggiunti dalla nuova pompa a trascinamento magnetico per fluidi altamente contaminanti ad altissime temperature comprendente una flangia di separazione fra elemento pompante e accoppiamento magnetico, un cilindro protettivo di rivestimento attorno alla parte dell'albero rotore immersa nel liquido pompato ed un gas in pressione atto a mantenere costante il livello all'interno della pompa di detto liquido pompato.

25 La nuova pompa a trascinamento magnetico è atta al montaggio

esclusivamente verticale in cui l'asse di rotazione è verticale, la girante o elemento pompante è in posizione inferiore e l'accoppiamento magnetico è in posizione superiore.

5 La nuova pompa a trascinamento magnetico comprende una girante o elemento pompante inferiore collegato rigidamente ad un accoppiamento magnetico superiore mediante un albero rotore verticale.

10 Fra il rotore magnetico condotto e la girante o elemento pompante è presente una flangia atta ad isolare completamente la parte della pompa destinata al liquido da pompare dalla parte della pompa destinata agli organi di accoppiamento e trascinamento magnetico.

15 In particolare detta flangia presenta il foro di passaggio ed alloggiamento dell'albero rotore di dimensioni e tolleranza adeguate ad impedire qualsiasi trafilamento di fluido dalla parte sottostante la flangia di separazione in cui è presente la girante o organo di pompaggio alla parte sopratante la flangia di separazione in cui è presente l'accoppiamento magnetico.

Tale flangia di separazione viene fissata ermeticamente al coperchio del serbatoio del fluido da pompare così che la girante o l'elemento pompante siano immersi o comunque in comunicazione idraulica con detto fluido da pompare.

20 La porzione dell'albero rotore situata nella parte della pompa destinata al liquido da pompare è incapsulata da un cilindro protettivo di rivestimento.

Detto cilindro protettivo di rivestimento assolve ad una duplice funzione:

- limita la conduzione del calore, derivante dalla temperatura del fluido pompato, verso l'alto e cioè verso gli organi di trascinamento magnetico;

25

- supportare e proteggere delle camice dell'albero rotore.

Due cuscinetti ad attrito radente, posti fra detto albero rotore e detto cilindro di incapsulamento, consentono il centraggio e la rotazione dell'albero rotore stesso in detto cilindro di incapsulamento.

5 Detti cuscinetti ad attrito radente possono essere ad esempio metallici, fusi o sinterizzati, ceramici sinterizzati, carboni-grafiti, tecnopolimeri fusi e sinterizzati variamente caricati, fra loro variamente accoppiati per formare un cuscinetto a strisciamento adeguato alle caratteristiche di impiego della nuova pompa.

10 In particolare i cuscinetti ad attrito radente dell'albero rotore prossimi alla flangia di separazione non sono aderenti a detta flangia di separazione non sono aderenti ad essa ma sono disposti inferiormente ad una certa distanza dalla flangia stessa.

Uno o più elementi costituiscono il corpo pompa inferiore sottostante a detta
15 flangia e circoscrivono e racchiudono sia l'elemento pompante, sia la parte di albero rotore inferiore alla flangia, sia detto cilindro protettivo di rivestimento.

Tale corpo pompa inferiore comprende la camera di mandata, in cui alloggia la girante o l'elemento pompante, la camera di alloggiamento del cilindro
20 protettivo di rivestimento, condotti di mandata e ritorno del fluido pompato utilizzato come lubrificante.

Detto corpo pompa inferiore comprende almeno due aperture di cui una per l'aspirazione ed una di mandata del fluido pompato.

L'estremità superiore dell'albero rotore, superiormente a detta flangia di
25 separazione, è collegata con il rotore interno dell'accoppiamento magnetico.

All'estremità superiore dell'albero rotore è fissato il rotore magnetico condotto.

5 Un corpo superiore di supporto è fissato o vincolato a tenuta stagna a detta flangia di separazione e supporta la parte superiore dell'albero rotore compresa fra la flangia stessa ed il rotore magnetico condotto.

Un involucro a bicchiere o a campana di ridotto spessore, applicato su detto corpo di supporto, racchiude ermeticamente il rotore magnetico condotto in una camera compresa fra detto involucro a bicchiere o a campana e detto corpo superiore di supporto.

10 Detto involucro a bicchiere o a campana può essere realizzato in diversi materiali: plastici variamente caricati oppure no, metallici, compositi, ceramici e vari accoppiamenti coassiali degli stessi.

Attorno a detto involucro a bicchiere o a campana è posizionato, coassialmente al rotore magnetico condotto, un rotore magnetico esterno
15 conducente comprendente vari magneti disposti a breve distanza attorno a detto involucro a bicchiere o a campana e fissati ad un supporto a sua volta fissato ad un albero motore della pompa coassiale con detto rotore magnetico condotto interno.

20 Detto albero motore viene collegato meccanicamente all'albero di un motore, sia esso un motore elettrico oppure ad aria oppure a turbina, che genera il movimento rotatorio.

Il giunto magnetico può essere a rotori affacciati, a rotori coassiali oppure a rotore coassiale inverso.

25 Uno o più condotti, presenti nel corpo superiore di supporto e/o nella flangia di separazione permettono di immettere un opportuno gas di servizio, come

ad esempio azoto o argon, nella campana pneumatica costituita dall'involucro a bicchiere o a campana, dal corpo superiore di supporto, dalla flangia di separazione, dal corpo pompa inferiore.

5 Detto gas di servizio, ad opportune pressioni, consente di mantenere il liquido pompato sotto a detta flangia di separazione ed appena sopra ai cuscinetti a strisciamento superiori sottostanti a detta flangia di separazione, e comunque mai a contatto con l'involucro a bicchiere o a campana o con il rotore interno dell'accoppiamento magnetico.

10 Sono presenti sensori di pressione atti a monitorare costantemente la pressione di detto gas di servizio ed a comandare eventuali reintegri di detto gas di servizio.

15 E' previsto un elemento isolante termico posto fra detta flangia di separazione e detto corpo superiore di supporto così da limitare la trasmissione di calore dal liquido pompato e dalla camera di pompaggio al giunto magnetico soprastante.

E' previsto, inoltre, che il corpo superiore di supporto sia provvisto di elementi o parti, tipicamente alette radiali, atte a dissipare il calore.

20 Le caratteristiche della nuova pompa a trascinamento magnetico per fluidi ad altissime temperature saranno meglio chiarite dalla seguente descrizione con riferimento alla tavola di disegno, allegata a titolo di esempio non limitativo.

Nella figura 1 è rappresentata una sezione verticale di un esempio di realizzazione della nuova pompa.

25 In questo esempio viene fatto riferimento ad una pompa utilizzata per il pompaggio di sodio liquido ad una temperatura di 600 gradi centigradi.

La girante o l'elemento pompante (21) è collegata rigidamente a un rotore interno condotto (4) mediante un albero rotore (5) contenuto in un cilindro protettivo di rivestimento (14). La funzione del cilindro protettivo di rivestimento (14) dell'albero rotore (5) è duplice: primo peggiorare la conduzione di calore verso l'alto, cioè verso la zona del gruppo di trascinamento magnetico (2, 4); secondo, essendo prodotta in una lega speciale, rendere la funzione di sopportazione delle camice d'albero (13, 19) molto più semplice ed affidabile.

Tale albero rotore (4) ruota su cuscinetti ad attrito radente (16, 18, 19; 11, 12, 13) che, a seconda dell'applicazione, possono essere di vari materiali: metallici, fusi o sinterizzati, ceramici sinterizzati, carboni-grafiti, tecnopolimeri fusi e sinterizzati variamente caricati, e tutti questi variamente accoppiati per formare un cuscinetto a strisciamento (16, 18, 19; 11, 12, 13). Se la scelta cade su sistemi boccola-camicia d'albero (12, 13; 16, 19) in ceramico, ad esempio SiC oppure WC oppure altri, e carboni, è fondamentale controllare la differenza di dilatazione termica tra il materiale dell'albero rotore (5) e del supporto boccola (22;23) e del reggispira (11, 18) e i componenti in materiale ceramico e carbone.

A tal scopo la scelta cade su leghe con bassissimo coefficiente di dilatazione termica, molto vicino a quello dei componenti tribologici.

Anche le molle radiali, usati per accoppiare le camice d'albero (13, 19) e le bussole (12, 16) ai loro supporti, non rappresentati per semplicità, vanno scelti oculatamente facendo ben attenzione che alle temperature di esercizio richieste, presentino caratteristiche meccaniche ancora sufficienti, principalmente Rp_{0,2}.

La coppia di boccole (12, 16) più supporto (22, 23) sono montate su un supporto (25), fissato internamente al corpo pompa inferiore (15), che le tiene bloccate e coassiali.

5 L'albero rotore (5) prosegue, attraverso una flangia di separazione (24), fino ad un vano ove è collocato il rotore interno condotto (4).

Detto rotore interno condotto (4) può essere di due tipi: magnetico oppure come il rotore di un motore elettrico.

Nel primo caso, il giunto magnetico (2, 4) è sincrono ed il rotore esterno (2) è magnetico come il rotore interno (4).

10 Riguardo alla forma dell'accoppiamento (2, 4) sono possibili diverse soluzioni:

- 1) rotori affacciati
- 2) rotori coassiali
- 3) rotore coassiale inverso

15 Riguardo ai coassiali, sono possibili anche superfici tronco-coniche delle superfici affacciate, anziché cilindriche.

Nel secondo caso, il giunto non è magnetico, dato che il campo magnetico rotante è generato da un motore elettrico, con traferro aumentato, per consentire la collocazione dell'involucro a bicchiere o a campana (7).

20 In definitiva, in entrambe i casi, il rotore condotto (4) è messo in rotazione mediante un campo magnetico rotante generato, nel primo caso dalla rotazione del magnete conduttore (2) mediante opportuno dispositivo come ad esempio motore elettrico, motore ad aria, turbina, eccetera, nel secondo caso dall'avvolgimento statore elettrico.

25 L'involucro a bicchiere o a campana (7) che confina il liquido pompato

all'interno della pompa ermeticamente, può essere realizzato in diversi materiali: plastici variamente caricati oppure no, metallici, compositi, ceramici e vari accoppiamenti coassiali degli stessi.

5 La scelta del materiale più opportuno dipende evidentemente dalla applicazione.

La pompa è installata sempre verticalmente, e consente al livello del liquido pompato di salire un po' sopra al livello del sistema boccola-reggisplint-camicia (11, 12, 13) che costituisce il cuscinetto a strisciamento superiore, in modo da assicurare sempre il perfetto "annegamento" di detti componenti tribologici.

10 L'insieme di delle parti esterne della pompa, ovvero l'involucro a bicchiere o a campana (7), il corpo superiore di supporto (8), il corpo pompa inferiore (15) e la flangia di separazione (24), costituiscono una campana pneumatica, pressurizzata mediante opportuno gas di servizio, come ad esempio azoto o argon, che viene addotto attraverso opportuno condotto (X3) presente nella flangia di separazione (24).

15 La pressione del gas determina il livello del liquido, che pertanto non può mai arrivare all'insieme involucro a bicchiere o a campana (7) - parete di rotore interno (4).

20 Il perfetto funzionamento di questo sistema è garantito da un insieme di sensori:

Una prima coppia di sensori monitora il livello minimo ed il livello massimo del liquido pompato.

25 Un terzo sensore monitora in continuo la pressione della campana pneumatica (7, 8, 15, 24). Se la pressione diminuisce nel tempo e sono

richiesti reintegri di gas, dosati in automatico, significa che vi sono delle fughe verso l'esterno dell'involucro a bicchiere o a campana (7).

In certe installazioni, per esempio nel caso di liquidi radioattivi, tale evenienza non è ammessa e quindi viene associato un sistema di allarme che
5 interviene ed avvisa dell'anomalia.

Il sistema di reintegro automatico del gas continua a tenere controllato il livello del liquido impedendone la risalita verso il giunto magnetico. Tuttavia il gas sfuggito rimane comunque intrappolato nella pompa, dato che il motore impiegato è ermetico verso l'esterno e costituisce quindi una
10 seconda barriera di sicurezza.

La costruzione della pompa prevede che girante (21), boccole (12, 16), camice (13, 19) e reggispira (11, 18) siano immerse nel liquido pompato e sotto la flangia di separazione (24) che chiude parzialmente o totalmente il recipiente del liquido da pompare.

15 Al di sopra di tale flangia di separazione (24) è presente un isolante termico (9) ad altissima efficienza.

Il corpo superiore di supporto (8) è dotato di alette di dispersione termica sopra il quale è montata la flangia del motore (10).

Le parti immerse nel sodio fuso sono realizzate con un acciaio resistente alla
20 corrosione e al calore, per esempio AISI 310, che resiste molto bene ben oltre i 1000°C.

Camice d'albero (13, 19), boccole (12, 16) e reggispira (11, 18) sono realizzate in carburo di silicio sinterizzato grado alfa.

Le molle radiali sono realizzate in Inconel 625, il quale alla temperatura di
25 600°C conserva ancora ottime caratteristiche meccaniche.

L'albero rotore (5) della pompa è realizzato in lega NILO K, così come il supporto boccole (22;23).

5 La scelta della lega NILO K è dovuta al fatto che il coefficiente di dilatazione termica è quasi uguale a quello del carburo di silicio, il che consente degli accoppiamenti molto precisi.

Il supporto che ancora il supporto pompa, alla flangia di separazione (24) ed assemblaggio della stessa, al coperchio a tenuta ermetica del serbatoio del sodio fuso è realizzato in acciaio AISI 310.

10 Il corpo superiore di supporto (8), che collega la flangia di separazione (24) al motore, è realizzato anch'esso in acciaio AISI 310.

L'involucro a bicchiere o a campana (7) è costruito in materiale ceramico sinterizzato, esattamente in ossido di zirconio, stabilizzato ittrio, con uno spessore di 4mm.

15 La massima temperatura di impiego di questo materiale è 1450°C e sopporta uno shock termico alla temperatura massima di 800°C.

La girante (21) è del tipo a pompa periferica, realizzata in acciaio AISI 310.

Il rotore magnetico interno (4) ed il rotore magnetico esterno (2) sono realizzati in AlNiCo, il quale può resistere fino a 550°C.

20 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.

Pertanto con riferimento alla descrizione che precede e alla tavola acclusa si esprimono le seguenti rivendicazioni.

25

RIVENDICAZIONI

1. Pompa per altissime temperature, comprendente un albero rotore (7) avente all'estremità inferiore un elemento pompante (21) ed all'estremità superiore un giunto di trascinamento magnetico (2, 4, 7), **caratterizzata dal fatto** di
5 comprendere una flangia di separazione (24) posta fra detto elemento pompante (21) e detto giunto di trascinamento magnetico (2, 4, 7), e dove detta flangia di separazione (24), l'involucro a bicchiere o a campana (7) del giunto di trascinamento magnetico (2, 4, 7), il corpo superiore di supporto (8) ed il corpo pompa inferiore (15) costituiscono una campana pneumatica,
10 e dove del gas viene immesso e mantenuto in pressione in detta campana pneumatica in modo da mantenere il livello del liquido pompato ad un livello inferiore a detta flangia di separazione (24).
2. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto** di comprendere un cilindro protettivo di rivestimento (14) a bassa
15 conducibilità termica posto attorno all'albero rotore (5) nella sua parte inferiore a detta flangia di separazione (24) ed a contatto con il liquido pompato, e dove su detto cilindro protettivo di rivestimento (14) sono applicati i cuscinetti di rotazione (11, 12, 13; 16, 18, 19) dell'albero rotore (5).
- 20 3. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto** di comprendere almeno un sensore di livello minimo ed almeno un sensore di livello massimo del fluido pompato nello spazio attorno all'albero rotore (5) ed attorno al cilindro protettivo di rivestimento (14).
- 25 4. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazioni precedenti,

caratterizzata dal fatto che detta flangia di separazione (24) comprende un condotto (X3) per l'immissione di detto gas in detta campana pneumatica.

5. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto** di comprendere sensori per il monitoraggio della

5 pressione di detto gas in detta campana pneumatica, e dove un meccanismo automatico, collegato con detto sensore della pressione del gas, provvede a ristabilire la pressione interna a detta campana pneumatica in modo da mantenere il fluido pompato ad un livello inferiore a detta flangia di separazione (24) ma superiore ai cuscinetti di rotazione (11, 12, 13; 16, 18, 10 19) dell'albero rotore (5).

6. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto** di comprendere un elemento isolante termico (9) ad altissima efficienza posto fra detta flangia di separazione (24) ed il corpo superiore di supporto (8) della pompa.

- 15 7. Pompa per altissime temperature, come da rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto** che detto corpo superiore di supporto (8) della pompa comprende elementi o parti o alette radiali atte a dissipare il calore.

CLAIMS

1. Pump suited to operate at very high temperatures, comprising a rotor shaft (5) provided at its lower end with a pumping element (21) and at its upper end with a magnetic drive joint (2, 4, 7), **characterized in that** it comprises
5 a separation flange (24) located between said pumping element (21) and said magnetic drive joint (2, 4, 7), and wherein said separation flange (24), the glass or bell-shaped casing (7) of the magnetic drive joint (2, 4, 7), the upper supporting body (8) and the lower body (15) of the pump make up a pneumatic bell, and wherein gas is introduced and kept under pressure in
10 said pneumatic bell, so as to maintain the pumped liquid at a lower level with respect to said separation flange (24).
2. Pump suited to operate at very high temperatures according to claim 1, **characterized in that** it comprises a protective covering cylinder (14) with low heat conductivity, arranged around the part of the rotor shaft (5) that is
15 below said separation flange (24) and in contact with the pumped liquid, and wherein the rotation bearings (11, 12, 13; 16, 18, 19) of the rotor shaft (5) are applied to said protective covering cylinder (14).
3. Pump suited to operate at very high temperatures according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises at least one minimum level
20 sensor and at least one maximum level sensor for the fluid pumped in the space around the rotor shaft (5) and around the protective covering cylinder (14).
4. Pump suited to operate at very high temperatures according to the preceding claims, **characterized in that** said separation flange (24) comprises a duct
25 (X3) for the introduction of said gas in said pneumatic bell.

5. Pump suited to operate at very high temperatures according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises sensors for monitoring the pressure of said gas in said pneumatic bell, and wherein an automatic mechanism connected to said gas pressure sensor provides for restoring the correct pressure inside said pneumatic bell so as to maintain the pumped fluid at a level that is lower with respect to said separation flange (24) but higher with respect to the rotation bearings (11, 12, 13; 16, 18, 19) of the rotor shaft (5).
6. Pump suited to operate at very high temperatures according to the preceding claims, **characterized in that** it comprises a high efficiency heat insulation element (9) positioned between said separation flange (24) and the upper supporting body (8) of the pump.
7. Pump suited to operate at very high temperatures according to the preceding claims, **characterized in that** said upper supporting body (8) of the pump comprises radial elements or parts or fins suited to dissipate heat.

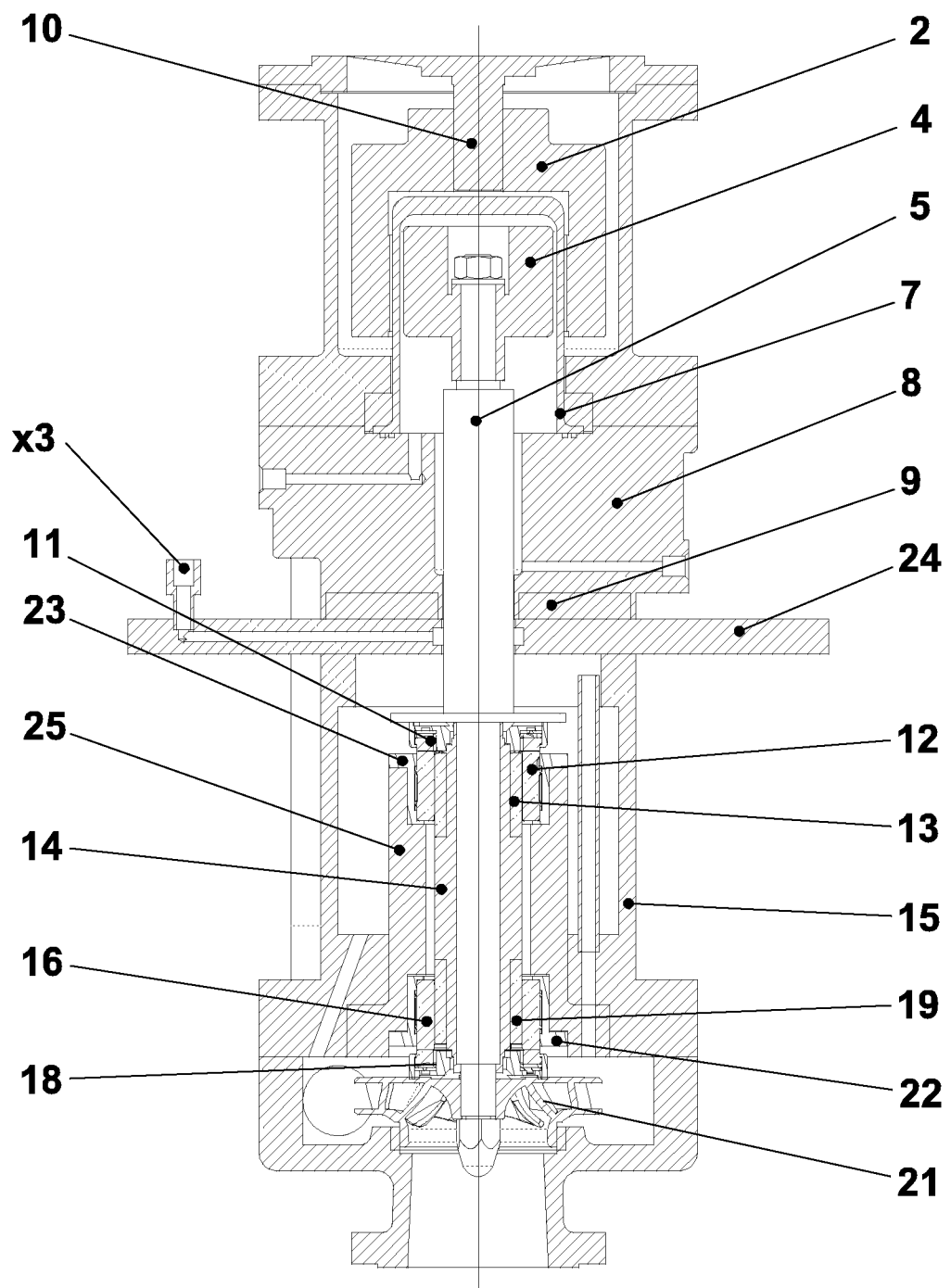


Fig. 1