



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00766

(22) Data de depozit: 28.09.2009

(41) Data publicării cererii:

30.03.2011

BOPI nr. 3/2011

(71) Solicitant:

• COJOCARU FILIP, STR. LUPENI NR.4,
BL. N13, AP.6, PLOIEȘTI, PH, RO

(72) Inventatori:

• COJOCARU FILIP, STR. LUPENI NR.4,
BL. N13, AP.6, PLOIEȘTI, PH, RO

(54)

PROCEDEU ȘI SISTEM DE ACȚIONARE PNEUMATICĂ CU RECUPERARE DE ENERGIE PENTRU MIȘCĂRI CICLICE ASCENDENTE ȘI DESCENDENTE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și la un sistem de acționare pneumatică, cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, folosit în industria de exploatare minieră, auto sau navală. Procedeu conform invenției constă în folosirea unei instalații pneumatice, în circuit închis, având, ca fluid de lucru, un gaz comprimat, de preferință azot, ce realizează o mișcare ascendentă, în care un gaz aflat într-un recipient, sub o anumită presiune, este aspirat de către un generator de presiune și refulat cu o presiune superioară, într-o cameră de lucru a unui motor pneumatic, liniar, precum și o mișcare descendentă, obținută prin inversarea sensului de deplasare a gazului. Sistemul conform invenției este compus dintr-o grindă (1) balansier, având, la un capăt, o articulație (2) fixă, prevăzută cu o articulație (3) mobilă, de care se fixează tija unui motor (4) pneumatic, liniar, iar la celălalt capăt fiind montat un dispozitiv de prindere a sarcinii în mișcare ascendentă și descendentă, și o instalație pneumatică alcătuită dintr-un distribuitor (5) prevăzut cu două bobine electromagnetice, activate alternativ de câte un limitator de cursă, electric, superior și, respectiv, inferior, ce poate fi comutat în două poziții, în prima poziție, pentru a conecta, la refularea unui generator (6.1) de presiune, o cameră a motorului (4) pneumatic corespunzătoare suprafeței mari a unui piston, și la aspirație, unul sau mai multe recipiente (7) cu gaz sub presiune, pentru realizarea mișcării ascendente, iar în a doua poziție a distribuitorului (5) se inver-

sează sensul de deplasare a gazului, niște manometre (8 și 9) pentru măsurarea presiunii maxime și minime, o supapă (10) de siguranță, pentru asigurarea unei protecții împotriva unor suprapresiuni accidentale, un generator (17) de presiune, auxiliar, pentru azot, precum și un sistem de comandă și control, ce monitorizează funcționarea instalației.

Revendicări: 5

Figuri: 2

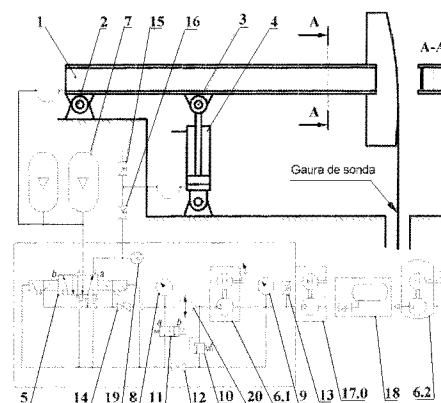
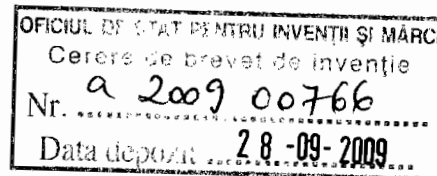


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





Procedeu și sistem de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente

Stadiul anterior și actual al tehnicii

Pe plan mondial sunt cunoscute un număr foarte mare de soluții variate pentru acționarea unităților de pompare, din care multe sunt prevăzute și cu sisteme de recuperare și acumulare de energie, posibil de aplicat datorită caracterului alternativ al mișcării și existenței unor sarcini permanente date de greutatea prăjinilor de pompare.

Cel mai frecvent sunt utilizate sistemele cu acționare hidrostatică, datorită puterilor și forțelor mari necesare, iar pentru recuperarea energiei potențiale a garniturii de prăjini de pompare aflate în mișcarea descendentă se utilizează acumulatori pneumohidraulici sau roți volante. O parte din energia recuperată astfel este reutilizată în mișcarea ascendentă.

Este cunoscută unitatea de pompare acționată hidrostatic [1] (US Pat. 5,016,139) prevăzută cu o pompă cu roți dințate, un distribuitor 4/2 (4 căi, două poziții), un motor hidrostatic liniar, un acumulator pneumohidraulic cu piston și o supapă de siguranță. Fluidul sub presiune din acumulatorul pneumohidraulic cu piston este dirijat prin distribuitor, aspirat de pompă și trimis în motorul liniar hidrostatic, care antrenează în mișcarea ascendentă prăjinile de pompare împreună cu țiteiul pompat. Prin schimbarea poziției distribuitorului și inversarea direcției de curgere a fluidului de lucru, se aspiră fluidul de lucru din motorul hidrostatic liniar și se refulează sub presiune înapoi în acumulatorul pneumohidraulic, iar prăjinile de pompare sunt antrenate în mișcare descendentă.

În acest caz, sistemul de acționare necesită un sistem de etanșare suplimentar pentru pompă, un motor hidrostatic liniar (cilindru hidraulic) cu lungime mare, egală cu lungimea cursei pentru prăjinile de pompare. Sistemul nu este dotat cu un sistem de compensare a pierderilor de fluid de lucru care apar inevitabil prin etanșările mobile ale pompei și motorului liniar, ceea ce limitează durata de funcționare continuă, fără reîncărcarea instalației cu fluid de lucru.

Răspândirea pe scară largă a multor soluții tehnice brevetate în ultimii ani pentru acționarea unităților de pompare cu prăjini, a fost limitată deoarece:

- sunt necesare rezervoare cu cantități mari de ulei hidraulic, sisteme de aerisire, depozitare, alimentare, transvazare, completare, decantare, evacuare, condiționare și filtrare a fluidului de lucru;
- sunt necesare acumulate pneumohidraulice cu piston sau cu membrană, care utilizează două fluide de lucru (azot și ulei hidraulic) și care sunt relativ scumpe și introduc pierderi energetice suplimentare;
- sunt necesare măsuri complexe suplimentare pentru realizarea etanșărilor aflate în mișcare;
- sunt folosite un număr mare de componente complexe și costisitoare;
- sunt necesare cheltuieli însemnate pentru investiții, achiziție și mentenanță.

Expunerea invenției

Descriere. Prezentarea desenelor

Pentru exemplificarea invenției „procedeu și sistem de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente”, se analizează componența și funcționarea pompelor de adâncime cu piston acționate de prăjini, care se utilizează în extracția țițeiului sau pentru puțuri de apă, la care sarcina permanentă dată de greutatea prăjinilor de pompare este echilibrată de presiunea unui gaz comprimat existent într-un recipient sub presiune.

În fig. 1, este dat ca exemplu de realizare schema de principiu a unui sistem de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, utilizat pentru pompe de adâncime acționate cu prăjini de pompare și care are următoarea componență:

- 1 – grinda balansier
- 2 – articulație fixă grinda balansier
- 3 – articulație mobilă grindă balansier - motor liniar
- 4 – motor liniar pneumatic (cu membrană sau cu piston)
- 5 - distribuitor pneumatic 5/2 pilotat, acționat cu două bobine electromagnetice
- 6.1 - generator de presiune (amplificator de presiune de tip booster, varianta 1) compus dintr-un compresor acționat cu motor electric
- 6.2 - generator de presiune (capsulat, varianta 2) compus dintr-un compresor acționat cu motor electric, aflate într-o incintă etanșă
- 7 – recipiente cu gaz comprimat
- 8, 9 - manometre

10 - supapă de siguranță

11 – distribuitor 2/2, normal închis, acționat electric

12, 13, 14, 15, 16 - robinete

17.0 - generator auxiliar de presiune pentru azot

18 - butelie auxiliară cu gaz comprimat

19 – senzor de presiune

20 – răcitor gaze

Sistemul de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente este compus dintr-un mecanism (poz. 1- 4) și o instalație pneumatică în circuit închis (poz. 4 – 20), fig. 1.

Principial, cinematica mecanismului sistemului de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente pentru acționarea unităților de pompare, este similară cu aceea utilizată pentru „unitățile de pompare cu geometria pe față” (*API Specification 11E Specification for Pumping Units, Front Mounted Geometry, Class III Lever System*). Acest mecanism este prevăzut cu o grindă balansier *1*, articulată la un capăt cu o articulație fixă *2* și prevăzută cu o articulație mobilă *3* de care se fixează tija unui motor liniar pneumatic *4*, care poate fi un cilindru pneumatic sau o cameră pneumatică cu membrană. La celălalt capăt al grinzii balansier, se fixează un cap balansier cu dispozitivele de prindere a cablului care acționează asupra prăjinilor de pompare (nefigurate).

Sertarul distribuitorului **5**, de tip 5/2 pilotat, poate fi comutat în poziția **a** sau **b** de două bobine electromagnetice, care sunt activate alternativ de câte un limitator electric de cursă superior și inferior (nefigurați). Acest distribuitor este conectat la un generator de presiune **6.1** varianta 1 sau **6.2** varianta 2 și la recipientele cu gaz comprimat **7**.

Generatorul de presiune poate fi un amplificator de presiune de tip compresor booster **6.1**, sau de tip capsulat, compus dintr-un compresor acționat de un motor electric aflate într-o incintă etanșă (similar cu cele utilizate în agregatele frigorifice) **6.2**.

Grinda balansier poate să fie executată sub forma unei structuri metalice închise (chesonate), secțiunea A-A, fig. 1 și poate fi folosită ca recipient de gaze sub presiune, împreună cu, sau în locul recipientelor cu gaz comprimat **7**.

Manometrele **8** și **9** măsoară presiunile maxime și minime ale gazului din sistem, iar supapa de siguranță **10** asigură o protecție la suprapresiune a sistemului în cazul în care distribuitorul **5** s-ar bloca în poziția **a** sau **b**, sau în cazul unui blocaj mecanic accidental survenit în lanțul cinematic. Protecția motorului electric de acționare al grupului de presiune la suprasarcinile accidentale poate fi realizată și cu mijloace adecvate specifice acționărilor electrice.

Distribuitor 2/2, normal închis **11**, are rolul de a separa circuitul de joasă presiune de circuitul de înaltă presiune din instalația pneumatică. Când este comandat electric, electromagnetul distribuitorului deplasează sertarul în poziția **b** deschis, iar presiunile din circuite devin egale. Dacă distribuitorul **11** este activat în timpul funcționării, grupul de presiune **6.1** (sau **6.2**) va funcționa în gol.

Robinetul **15**, este utilizat pentru golirea instalației de fluid sub presiune, iar robinetele **12**, **14** și **16** servesc pentru izolarea unor părți ale instalației pneumatice.

Robinetul **16** poate fi amplasat în apropierea mecanismului de acționare pentru opriri de urgență sau pentru oprirea grinzii balansier într-o anumită poziție necesară unor intervenții la puțul sondei sau la alte părți componente ale sistemului de acționare. Pentru o siguranță mai mare se poate utiliza un sistem mecanic pentru blocarea grinzii balansier, în cazul eliberării gazului sub presiune care acționează asupra pistonului motorului liniar pneumatic **4**.

În scopul realizării unei presiuni de lucru a gazului în sistemul pneumatic închis, precum și pentru compensarea pierderilor de presiune prin neetanșeități, se poate utiliza într-o variantă, un generator auxiliar de presiune pentru azot **17.0**, sau o butelie auxiliară cu azot comprimat **18**, într-o altă variantă.

În fig. 2 este dat un exemplu de realizare a unui generator auxiliar de presiune pentru azot, poziția **17.0** din fig.1, compus din următoarele componente:

- 17.1** – compresor, care poate fi de tip cu piston, palete, șurub, membrană, etc.
- 17.2** – motor electric
- 17.3** – filtru de aer
- 17.4** – răcitor gaze
- 17.5** – membrană generatoare de azot
- 17.6** – supapă de sens
- 17.7** - rezervor cu azot comprimat de joasă presiune
- 17.8** – manometru
- 17.9** - supapă de siguranță
- 17.10** - distribuitor 2/2, normal închis
- 17.11** – presostat

Sistemul de acționare pneumatică mai conține un senzor de presiune **19** a cărei funcție va fi descrisă mai jos și un răcitor de gaze **20**, la ieșirea din generatorul de presiune **6.1** (sau **6.2**).

În cazul utilizării unor presiuni reduse de lucru, până în 10 bar, pentru acționări cu puteri mici, care utilizează ca fluid de lucru aer, instalația pneumatică în circuit închis descrisă mai sus, poate funcționa și în circuit deschis, fără generatorul auxiliar de presiune pentru azot **17.0**, acționând robinetul **15** în poziția închis, iar robinetele **12**, **13** și **16** în poziția deschis. În acest caz, recipientele sub presiune **7** asigură o presiune minimă de comutare a distribuitorului **5**, prin circuitul de pilotare. Instalația funcționează automat, mișcarea ascendentă și descendentă este realizată de motorul liniar pneumatic **4**, comandat de distribuitorul **5** de tip 5/2 pilotat, comutat în poziția **a** sau **b** de două bobine electromagnetice, care sunt activate alternativ de câte un limitator electric de cursă superior și inferior.

Principiul teoretic de funcționare

Instalația pneumatică cu circuit închis, parte a sistemului de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, utilizat pentru acționarea unităților de pompare de adâncime acționate cu prăjini de pompare, care face obiectul invenției, diferă substanțial de acționarea convențională a unităților de pompare, prin care mișcarea de rotație a unui motor electric sau termic este transformată într-o mișcare rectilinie alternativă, prin intermediul unui reductor mecanic și a unui mecanism de tip bielă manivelă.

În cazul acționării convenționale, motorul electric de acționare este supradimensionat, deoarece este ales în funcție de momentul maxim rezistent de acționare, care variază după o curbă sinusoidală.

Considerând cazul general al unei acționări pneumatice convenționale în circuit deschis utilizată de exemplu pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, fluidul de lucru – aerul comprimat la o presiune maximă de 10 bar, refulat de un compresor, alimentează elementul de execuție - un motor liniar pneumatic (sau un motor rotativ), care efectuează o mișcare ascendentă.

Energia potențială a gazului comprimat este transformată în lucru mecanic util de către elementul de execuție (motorul liniar sau rotativ), realizând mișcarea ascendentă, iar în mișcarea descendentă, gazul utilizat este evacuat în mediul înconjurător. Energia potențială a sarcinii permanente se pierde prin frecări și nu se poate recupera, iar acționarea pneumatică are un randament redus.

Sunt cunoscute acționările hidrostatice în circuit închis, în care pompa aspiră direct fluidul de lucru care iese din motorul hidrostatic și îl trimite înapoi în motor. Aceste acționări au un randament mai ridicat decât acționările hidrostatice în circuit deschis.

În mod similar, în cazul acționării pneumatice în circuit închis, utilizat pentru mișcări alternative ascendente și descendente, care face obiectul prezentei invenții, fluidul de lucru – gazul aflat sub o anumită presiune într-unul sau mai multe recipiente sub presiune, este aspirat, apoi este comprimat la o presiune superioară de un grup de presiune și alimentează un organ de lucru - motor liniar pneumatic, care efectuează un lucru mecanic util și rotește o grindă balansier, articulată la un capăt, iar celălalt capăt al

ei deplasează în sus garnitura de prăjini (sarcina permanentă) împreună cu coloana de fluid pompat (sarcina utilă), prin intermediul unui cablu, la fel ca în acționarea convențională.

După efectuarea lucrului mecanic util prin acțiunea presiunii gazului asupra pistonului din motorul liniar aflat în mișcare ascendentă împreună cu sarcina permanentă și cea utilă, prin inversarea sensului de deplasare a gazului cu ajutorul unui distribuitor, acesta este preluat și aspirat de grupul de presiune din motorul liniar care se va afla în mișcare descendentă, numai cu sarcina permanentă. Gazul va fi trimis înapoi în recipientele cu gaz comprimat unde se va acumula o energie potențială, sub acțiunea simultană a sarcinii permanente și a gazului refulat de grupul de presiune.

Energia motoare furnizată de grupul de presiune, care provine din exterior, precum și energia înmagazinată în recipientele cu gaz comprimat, sunt folosite în mișcarea ascendentă pentru ridicarea sarcinii permanente dată de prăjinile de pompare, a sarcinii utile dată de coloana de fluid pompat și a lucrului mecanic rezistent necesar pentru învingerea frecărilor.

În mișcarea descendentă, energia motoare furnizată de grupul de presiune și provenită din exterior, împreună cu energia potențială recuperată corespunzătoare sarcinii permanente dată de prăjinile de pompare (acționând ca un lucru mecanic motor) este consumată de lucrul mecanic rezistent necesar pentru comprimarea gazului din recipientele cu gaz comprimat și pentru învingerea frecărilor.

Modul de funcționare pentru exemplul considerat

După montarea instalației și fixarea limitatorilor electrici de cursă, se efectuează încărcarea instalației cu fluid de lucru sub presiune. Această operație se realizează înainte de pornirea instalației, după montarea ei, sau după eventuale intervenții, după cum se va descrie mai jos.

- Varianta a), pentru aer comprimat, fără generator auxiliar de presiune pentru azot 17.0, sau butelie auxiliară 18

Această variantă este utilizată în principiu pentru instalații de puteri mici, care funcționează cu aer la o presiune redusă, până în 10 bar. Într-o primă etapă se încarcă instalația cu gaz sub presiune și recipientele cu gaz comprimat 7. Robinetele 13, 14 și 16 vor fi în poziția deschis, iar robinetele 12 și 15 în poziția închis, distribuitorul 11 va fi acționat în poziția deschis *b*, fig. 1. Distribuitorul 11 poate fi înlocuit cu un robinet, având același rol funcțional. Se pornește generatorul de presiune, varianta 6.1 (sau 6.2), care va extrage aer din mediul înconjurător și îl va trimite în sistem cu o presiune care va atinge o valoare prestabilită, care se determină ținând cont de indicațiile menționate mai jos. Se oprește generatorul de presiune 6.1 (sau 6.2), robinetul 13 se va manevra în poziția închis, robinetul 12 în poziția deschis, iar distribuitorul 11 va fi acționat în poziția închis *a*.

După fixarea robinetelor în pozițiile indicate, se re-pornește generatorul de presiune 6.1 (sau 6.2), limitatorii electrici de cursă vor fi activați alternativ la capetele de cursă ale motorului liniar și vor comanda bobinele electromagnetice și comutarea distribuitorului 5, iar instalația va începe să funcționeze automat. În timpul funcționării instalației, după încărcarea ei cu gaz sub presiune, nu mai este posibil să se completeze

pierderile de fluid datorită neetanșeităților, decât prin altă sursă auxiliară de aer comprimat.

Varianta b), cu generator auxiliar de presiune pentru azot 17.0

Pentru încărcarea instalației cu azot sub presiune, robinetele **12, 14** și **16** vor fi manevrate în poziția deschis, robinetele **13, 15** în poziția închis, iar distribuitorii **11** și **17.10** vor fi acționate în poziția deschis **b**.

Se pomește generatorul auxiliar de presiune pentru azot **17.0**, care va extrage azot din atmosferă și îl va trimite în sistem sub presiune până se va atinge o valoare prestabilită, ținând cont de indicațiile menționate mai jos, după care se oprește compresorul auxiliar **17.0**.

După încărcarea instalației cu presiune la valoarea stabilită, distribuitorii **11** și **17.10** vor fi acționate în poziția închis **a**, apoi se pomește generatorul de presiune **6.1** (sau **6.2**). Sertarul distribuitorului **5** va fi comutat automat prin acționarea bobinelor electromagnetice, comandate alternativ de limitatorii electrici de cursă inferior și superior care vor dirija direct sau în sens invers deplasarea al fluidului de lucru, realizându-se ciclul automat de mișcări ascendente și descendente.

Pentru ca instalația să funcționeze la parametrii corespunzători, valorile presiunilor măsurate de senzorul de presiune **19** la capătul superior și inferior al cursei, sunt comparate cu niște valori ale unor presiuni de referință, minime și maxime, setate în prealabil într-un automat programabil (microcontroler sau *PLC - Programable Logic Controller*), care monitorizează funcționarea instalației (nefigurat).

În situația în care valorile presiunilor de lucru din instalație scad sub nivelele de referință, automatul programabil comandă sertarul distribuitorului **17.10** în poziția **b**,

asigurând alimentarea instalației cu azot din rezervorul de joasă presiune **17.7**, până când se ating valorile presiunilor de referință.

Valoarea presiunii gazului din recipientele cu gaz comprimat, atinsă la sfârșitul procesului de încărcare este determinată în funcție de volumul de lucru al motorului liniar, debitul generatorului de presiune, cinematica mecanismului de acționare, forțele rezistente, sarcina permanentă și cea utilă, etc., astfel încât energiile consumate din exterior de generatorul de presiune, care trebuie să învingă sarcinile rezistente în mișcarea ascendentă (sarcina utilă + sarcina permanentă + forțe rezistente) și în mișcarea descendentă (comprimare gaz + forțe rezistente), să fie aproximativ egale. Energia absorbită din exterior necesară pentru acționare se poate repartiza pe tot parcursul unui ciclu complet ascendent-descendent, rezultând reducerea puterii instalate pentru motorul electric de antrenare al generatorului de presiune.

Economia de energie va fi cu atât mai mare cu cât va crește raportul dintre sarcina permanentă și sarcina utilă.

În toate situațiile, în cazul repornirii instalației după ce aceasta a fost oprită, trebuie egalizate presiunile de la ieșirea și intrarea în generatorul de presiune **6.1** (sau **6.2**), prin menținerea robinetului **12** în poziția deschis, a robinetului **13** în poziția închis, iar distribuitorul **11** va fi acționat în poziția **b** deschis, în scopul de a se realiza o pomire mai ușoară, în „gol” a generatorului de presiune **6.1** (sau **6.2**).

Prin poziționarea articulației **3** și a motorului liniar de-a lungul grinzii balansier **1**, precum și prin utilizarea unor mărimi diferite de motoare liniare, se pot obține un număr variat de valori ale cursei și forței pentru acționarea prăjinilor de pompare, prin care

28-09-2009

sistemul de acționare pneumatică cu recuperare de energie se poate adapta ușor unor condiții variate, specifice sondelor.

În cazul utilizării unor presiuni ridicate (peste 10 bar) este posibil să se folosească o aparatură de comandă pneumatică echivalentă funcțional cu distribuitorul 5, compusă din unul sau mai multe componente distincte (de exemplu un distribuitor 4/2, sau o combinație de distribuitoare 2/2 etc.), care să realizeze dirijarea fluidului de lucru de la recipientele cu gaze sub presiune – aspirație grup presiune – refulare grup presiune – motor liniar pneumatic pentru realizarea mișcării ascendente și invers, de la motorul liniar pneumatic - aspirație grup presiune - refulare grup presiune – recipiente cu gaze sub presiune, pentru mișcarea descendentă.

În scopul creșterii eficienței energetice, în funcție de puterea instalată, regimul de funcționare și temperatura de lucru, poate fi realizată o răcire suplimentară a generatorului de presiune și a fluidului de lucru, utilizând schimbătoare de căldură în care agentul de răcire poate fi chiar fluidul extras, țigței sau apă.

Avantaje

Față de soluțiile existente convenționale și neconvenționale de acționare a unităților de pompare, sistemul de acționare pneumatică cu recuperare de energie propus are numeroase avantaje:

- complexitate, gabarit, greutate și costuri reduse;
- ușor de executat, transportat, montat și exploatat;
- fiabilitate ridicată, datorită faptului că are un număr redus de repere, piese în mișcare și etanșări ale părților mobile;
- fluidul de lucru nu este toxic sau poluant, impactul asupra mediului înconjurător, este foarte redus, tehnologia utilizată este ecologică, practic nu există poluare cu substanțe nocive;
- costul fluidului de lucru (gaz inert – azot pentru presiuni ridicate, sau aer pentru presiuni joase, uzual sub 10-12 bar) utilizat în exclusivitate, este unul din cele mai reduse, nu necesită recondiționare, colectare sau înlocuire, decât completarea fluidului pierdut prin neetanșeități;
- utilizarea azotului previne oxidarea materialelor plastice, a cauciucului din garnituri și membrane, nu corodează elementele instalației, de asemenea prezintă o permeabilitate mai scăzută decât a aerului și în consecință se reduc scăpările fluidului de lucru prin neetanșeități;
- generatorul auxiliar de azot de joasă presiune prevăzut cu o membrană permeabilă și filtru care permite trecerea selectivă a azotului din aerul sub presiune cu care este dotată instalația pneumatică are o capacitate mică, este

fiabil și are o durată mare de utilizare, deoarece are rolul de a încărca instalația cu azot sub presiune, sau a completa pierderile de azot prin neetanșeități;

- grinda balansier poate să fie executată sub forma unei structuri metalice închise (chesonate) care poate fi folosită ca recipient de gaze sub presiune, împreună cu sau în locul recipientelor cu gaz sub presiune (butelii) standardizate, ceea ce micșorează greutatea și costul instalației;
- consum energetic redus, deoarece se recuperează energetic sarcina permanentă dată de prăjinile de pompare (în funcție de raportul dintre sarcina permanentă și sarcina utilă și randamentele sistemului de acționare);
- energia consumată din exterior se distribuie în mod aproape uniform pe tot parcursul ciclurilor de ridicare-coborâre, cu efecte energetice extrem de pozitive;
- se reduc emisiile de CO₂ și alte gaze nocive, datorită randamentului energetic ridicat și a puterilor mai mici instalate utilizate în locul unei acționări convenționale cu puteri instalate mai mari;
- costuri reduse pentru automatizarea procesului de extracție și mentenanță;
- pornire ușoară și rapidă în sarcină;
- acționare lină, fără șocuri precum și zgomote reduse în funcționare;
- nu sunt necesare reglaje și echilibrări complicate;
- crește siguranța în exploatare și se reduc riscurile de accidente (de ex. ruperi de prăjini de pompare) datorată sistemelor de siguranță înglobate, deoarece nu se introduc șocuri în funcționare;

- prin utilizarea unor motoare liniare standardizate cu diverse mărimi (având aria pistonului variată), care pot fi amplasate la distanțe diferite pe grinda balansier, se pot obține un număr mare de valori ale cursei și forței pentru acționarea prăjinilor de pompare, adaptabile unor condiții variate, specifice sondelor;
- nu este necesar să se utilizeze motoare liniare de construcție specială cu lungimi mari, cu o complexitate și costuri mărite, care au o capacitate mai redusă din cauza pericolului de flambaj;
- fiabilitate mare, întreținere redusă, deoarece instalația are puține piese în mișcare și un număr redus de repere și materiale consumabile;
- se pot utiliza în medii periculoase, cu potențial exploziv (folosind gaze inerte) și protecție antiex pentru motoarele electrice de antrenare pentru grupurile de presiune capsulate **6.1**, varianta 1;
- nu necesită motoare electrice speciale și scumpe, cu moment mare de pornire;
- acționarea propusă se poate utiliza pentru extracția țițeiului utilizând tehnologia de extracție actuală, necesitând cheltuieli foarte reduse pentru adaptare și implementare;
- nu se alterează calitatea energiei electrice din rețeaua de alimentare ($\cos \varphi$).

Soluția de acționare pneumatică prezentată are unele avantaje suplimentare față de acționarea hidrostatică în circuit închis:

- nu necesită rezervoare cu capacități mari de fluid și îndeosebi sisteme de aerisire, depozitare, alimentare, transvazare, completare, decantare, evacuare, condiționare și filtrare a fluidului de lucru;

- pierderile datorită frecărilor fluidului de lucru utilizat – gaz comprimat - sunt mai reduse în comparație cu cele date de un ulei hidraulic utilizat la acționările hidrostatice;
- nu necesită acumuloare pneumohidraulice cu piston sau cu membrană, care utilizează două fluide de lucru (azot și ulei hidraulic) și care sunt relativ scumpe și introduc pierderi energetice suplimentare;
- randamentul în funcționare a circuitului pneumatic închis este mai ridicat față de acționările în circuit deschis, utilizate în mod frecvent pe scară largă;
- are un număr mai redus de componente, de mică complexitate ieftine și ușor de procurat, folosind produse de serie (spre deosebire de acționările hidrostatice cu circuit închis, în special cele reglabile);
- reglabilitatea sistemului se poate realiza relativ simplu, în trepte (cuplând mai multe compresoare) sau prin reglarea turației motoarelor electrice, prin metode cunoscute.

Ținând cont de modul de funcționare al unității de pompare cu prăjini și de particularitățile acționării pneumatice în circuit închis, se pot utiliza presiuni ale gazului (inert) comprimat cu mult mai mari (zeci și chiar sute de bari), față de acționările pneumatice în circuit deschis convenționale utilizate în mod curent în prezent, ceea ce ar avea ca efect posibilitatea de a acționa echipamente de puteri mari cu randamente ridicate.

Aceste avantaje menționate mai sus pot contribui la lărgirea domeniului de aplicabilitate al acționării pneumatice în circuit închis:



- acționarea mecanisme și sisteme de ridicat de puteri mici și medii unde este necesar să se compenseze sarcina permanentă;
- în minerit și agricultură, pentru epuizmente și irigații;
- pompe pentru - apă, țitei, alte fluide, mai ales pentru adâncimi mari ale puțurilor de apă și/sau înălțimi mari de pompare;
- echipamente pentru recuperarea energiei neconvenționale.

Revendicări

1. Procedeu pentru acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, caracterizat prin aceea că se utilizează un circuit pneumatic închis, cu fluid de lucru azot, compus în principal dintr-un generator de presiune (6.1 în varianta 1 sau 6.2 în varianta 2), un motor liniar pneumatic (4), un dispozitiv de inversare a direcției de deplasare a gazului (5) și un recipient cu gaz sub presiune (7), care realizează următoarele:

- o mișcare ascendentă în care un gaz aflat într-un recipient (7) sub o anumită presiune, este aspirat de către un generator de presiune (6.1 sau 6.2) și refulat cu o presiune superioară într-un motor liniar pneumatic (4), care deplasează în mișcare ascendentă o sarcină utilă împreună cu o sarcină permanentă, astfel încât energia motoare dată de energia gazului comprimat înmagazinat în recipientul sub presiune + energia generată de grupul de presiune provenită din exterior, este consumată de lucrul mecanic rezistent necesar pentru învingerea frecărilor + lucrul mecanic rezistent necesar pentru ridicarea sarcinii utile și a sarcinii permanente;
- o mișcare descendentă realizată prin inversarea sensului de deplasare al gazului existent în motorul liniar pneumatic aflat la cursa maximă, care este aspirat de generatorul de presiune și refulat cu o presiune ridicată înapoi în recipientul cu gaz sub presiune, astfel încât energia motoare generată de grupul de presiune provenită din exterior + energia potențială recuperată corespunzătoare sarcinii permanente (acționând ca un lucru mecanic motor)

este consumată de lucrul mecanic rezistent necesar pentru comprimarea gazului în recipientul sub presiune și de lucrul mecanic rezistent necesar pentru învingerea frecărilor;

- repartizarea energiei consumate din exterior necesară pentru acționare pe tot parcursul unui ciclu complet ascendent-descendent, rezultând reducerea puterii instalate pentru motorul electric de antrenare al generatorului de presiune;
- recircularea în mod continuu a gazul de la recipientul sub presiune, generatorul de presiune, motorul liniar pneumatic și invers;
- compensarea pierderilor de gaz prin etanșările fixe și mobile din circuitul pneumatic, cu o sursă de presiune auxiliară (*17.0* sau *18*);
- schimbarea direcției de deplasare a fluidului de lucru la fiecare capăt de cursă inferior și superior al motorului liniar, cu ajutorul unui dispozitiv de inversare a direcției de deplasare a gazului (*5*) compus din unul sau mai multe componente distincte, de la un recipient cu gaz sub presiune, aspirație grup de presiune, refulare grup presiune, la motorul liniar pneumatic, pentru realizarea mișcării ascendente și inversarea direcției de deplasare a gazului pentru realizarea mișcării descendente, de la motorul liniar pneumatic, aspirație grup presiune, refulare grup presiune, la recipientul cu gaz sub presiune;
- reducerea pierderilor de fluid de lucru (azot sub presiune) printr-un număr minim de etanșări mobile, prin utilizarea unui motor liniar – cilindru pneumatic sau cameră cu membrană, precum și a unui grup de presiune

capsulat (6.2), compus dintr-un compresor acționat de un motor electric aflate într-o incintă etanșă (similar cu cele utilizate în agregatele frigorifice);

2. Sistem de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente, utilizat în extracția șteiului sau pentru puțuri de apă, pentru pompe de adâncime cu piston acționate de prăjini, caracterizat prin aceea că este constituit din:

2.1 un mecanism cu o cinematică simplă, compus dintr-o grindă balansier (1), articulată la un capăt cu o articulație fixă (2), prevăzută cu o articulație mobilă (3) de care se fixează tija unui motor liniar pneumatic (4), care poate fi un cilindru pneumatic sau o cameră pneumatică cu membrană, iar la celălalt capăt al grinzii balansier se fixează un dispozitiv de prindere a sarcinii în mișcare ascendentă și descendentă, de exemplu un cap balansier cu dispozitive de prindere a cablului care acționează asupra prăjinilor de pompare;

2.2 o instalație pneumatică în circuit închis pentru realizarea mișcărilor alternative, cu recuperare de energie, alcătuită din:

- un distribuitor (5) de tip 5/2 pilotat, prevăzut cu două bobine electromagnetice, activate alternativ de câte un limitator electric de cursă superior și inferior, care poate fi comutat în două poziții, în prima poziție pentru a conecta la refularea unui generator de presiune (6.1 în varianta 1 sau 6.2 în varianta 2) camera motorului liniar pneumatic (4) corespunzătoare suprafeței mari a pistonului și la aspirație unul sau mai multe recipiente cu gaz sub presiune (7) pentru realizarea mișcării

ascendente, iar în a doua poziție a distribuitorului se inversează sensul de deplasarea al gazului de la camera motorului liniar pneumatic corespunzătoare suprafeței mari a pistonului, la aspirația generatorului de presiune și de la refularea lui la recipientele cu gaz sub presiune pentru realizarea mișcării descendente;

- manometre pentru măsurarea presiunii maxime (8) și minime (9) a gazului din sistem, o supapă de siguranță (10) pentru asigurarea unei protecții împotriva unor suprapresiuni accidentale, un distribuitor normal închis 2/2 acționat electric (11), robinete pentru separarea unor circuite (12), (13), (14), (16) și pentru golirea instalației (15);
- un generator auxiliar de presiune pentru azot (17.0) prevăzut cu o membrană permeabilă și filtru care permite trecerea selectivă a azotului din aerul sub presiune în instalația pneumatică, utilizat pentru compensarea pierderilor de gaz sub presiune prin ne-etanșeități din instalație;
- o butelie auxiliară cu azot comprimat (18), care poate fi utilizată în locul generatorului auxiliar de presiune pentru azot (17.0), pentru compensarea pierderilor de gaz sub presiune din instalație;
- un sistem de comandă și control bazat pe un automat programabil (microcontroler sau PLC - *Programmable Logic Controller*), care monitorizează funcționarea instalației, pe baza semnalelor primite de la limitatorii de cursă, senzorii de temperatură și presiune (19) și care asigură alimentarea instalației pneumatice cu azot de la generatorul auxiliar de

- presiune pentru azot (17.0), prin acționarea unui distribuitor electric (17.10), în scopul compensării pierderilor de azot sub presiune, atunci când valorile presiunilor gazului din sistem scad sub o valoare prestabilită;
3. în conformitate cu revendicarea 2, grinda balansier (1), poate să fie executată sub forma unei structuri metalice închise (chesonate) care poate fi folosită ca rezervor cu gaz comprimat, împreună cu sau în locul recipientelor cu gaze sub presiune (7);
 4. în conformitate cu revendicarea 2, prin poziționarea articulației (3) și a motorului liniar (4) de-a lungul grinzii balansier (1), precum și prin utilizarea unor motoare liniare cu aria pistonului diferită, se pot obține un număr variat de valori ale cursei și forței pentru acționarea prăjinilor de pompare;
 5. în conformitate cu revendicarea 2, în scopul creșterii eficienței energetice, se poate realiza o răcire suplimentară a generatorului de presiune și a fluidului de lucru, utilizând schimbătoare de căldură în care agentul de răcire poate fi fluidul extras, țitei sau apă.

Bibliografie

1. US Patent 4,762,473, Aug. 9,1988, Int. Cl. F15B9/02, *Pumping unit drive system*, inventor James B. Tieben

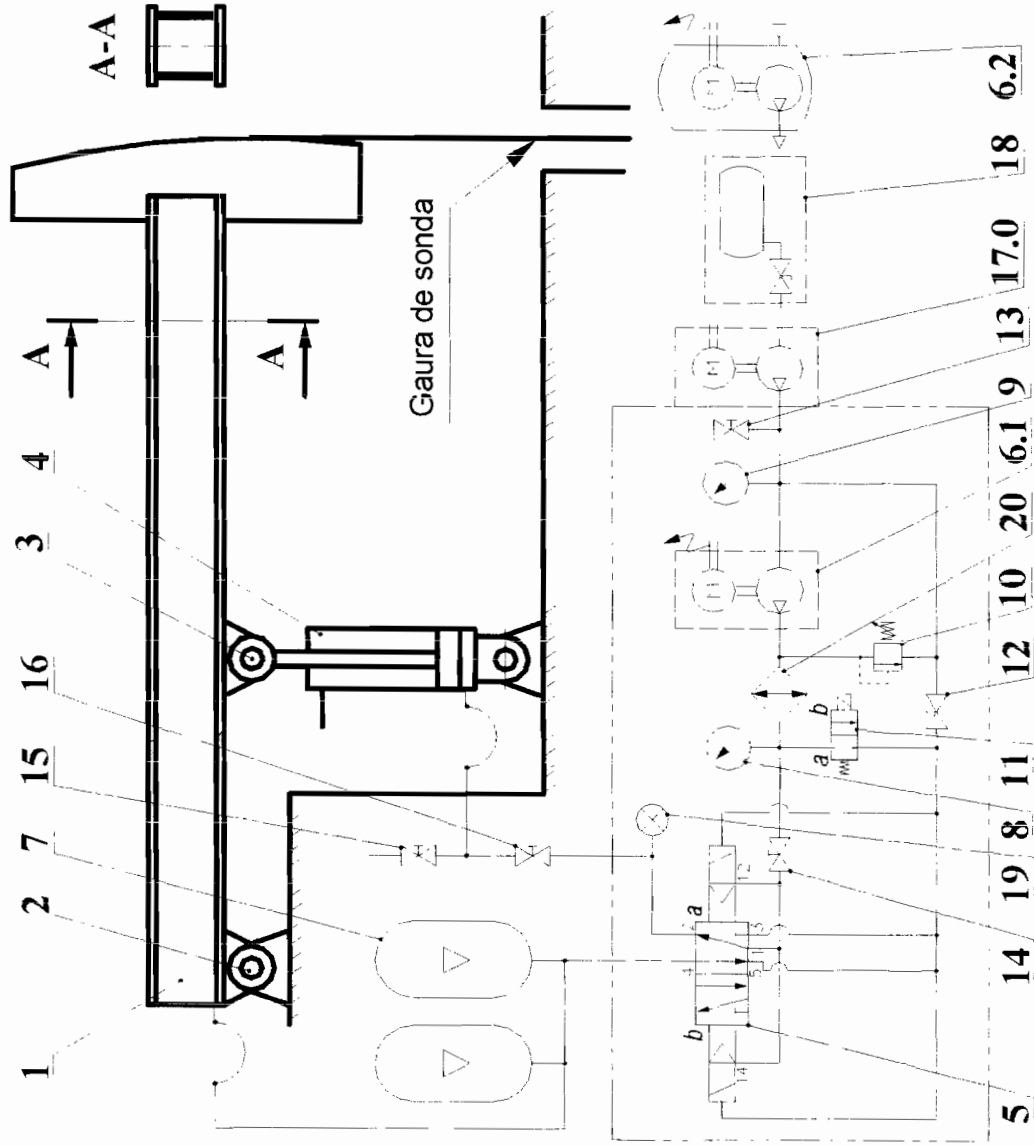


Fig. 1
Schema de principiu a sistemului de acționare pneumatică cu recuperare de energie pentru mișcări ciclice ascendente și descendente pentru acționarea pompelor de adâncime acționate cu prăini de pompare

17.12 – drenaj evacuare apă

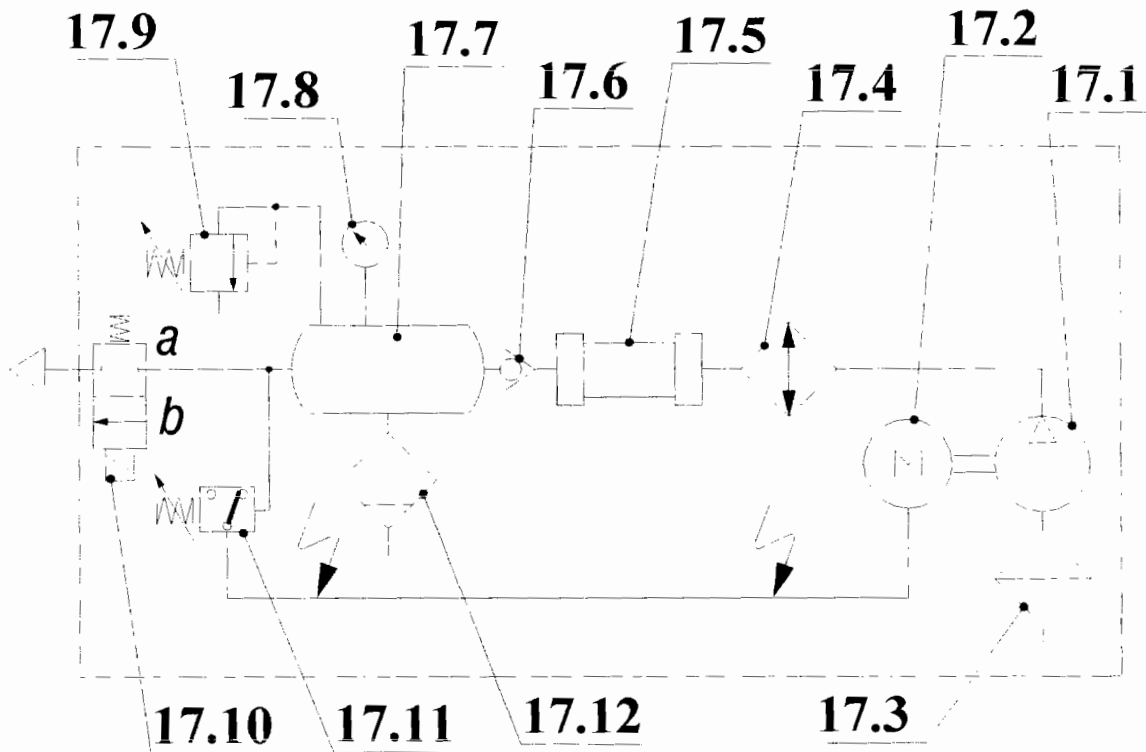


Fig. 2
Generatorul auxiliar de presiune pentru azot

Compresorul *17.1* va intra în funcțiune automat și va încărca rezervorul cu azot comprimat de joasă presiune *17.7*, prin pomirea motorului electric *17.2* de antrenare al compresorului, comandat de presostatul *17.11*, în situațiile în care presiunea din rezervorul cu azot comprimat de joasă presiune *17.7* scade sub valoarea unei presiuni minime care a fost setată (de presostat). Distribuitor 2/2, normal închis, acționat electric *17.10* are rolul de a controla încărcarea și completarea instalației pneumatice cu azot sub presiune și poate fi comandat de un microcontroler.