

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **240888**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426071**

(51) Int.Cl.

F15B 1/02 (2006.01)

F15B 21/14 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **26.06.2018**

(54)

System i sposób odzysku energii odpadowej gazu sprężonego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

28.01.2019 BUP 03/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

20.06.2022 WUP 25/22

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**JACEK LESZCZYŃSKI, Częstochowa, PL
DOMINIK GRYBOŚ, Zagórzany, PL
DAWID MACHULEC, Katowice, PL**

PL 240888 B1

Opis wynalazku

Dziedzina

Przedmiotem wynalazku jest system i sposób odzysku energii odpadowej gazu sprężonego tj. recyrkulacji gazu sprężonego, czyli system i sposób ponownego wykorzystania sprężonego gazu w przemysłowych systemach zasilania gazem. Wynalazek może być stosowany w zakładach przemysłowych, które wykorzystują do procesu produkcji sprężony gaz. Są to przede wszystkim branże spożywcza, motoryzacyjna, foliowa oraz wszędzie tam, gdzie wykorzystywane są linie produkcyjne zasilane sprężonym gazem.

Stan techniki

Obecnie nie stosuje się układów ponownego wykorzystania sprężonego gazu w przemysłowych systemach pneumatycznych. Znane są inne rozwiązania wykorzystujące odpadowy sprężony gaz. Zazwyczaj są to systemy skupiające się na wychwyceniu, zmagazynowaniu i konwersji energii pneumatycznej na energię elektryczną.

Znany jest patent US 8525361 B1, który dotyczy ogólnie układów pneumatycznych, a w szczególności urządzeń zbierających energię elektryczną z systemów pneumatycznych. Patent zawiera kilkanaście różnych wariantów wykorzystania odpadowej energii pneumatycznej, do zasilania różnych urządzeń. Każdy z przykładów opiera swoje działanie na zbieraniu energii pneumatycznej przez wychwytywanie sprężonego gazu, który po wykonaniu pracy w układzie był rozprężony do ciśnienia atmosferycznego. Opisywane rozwiązania mogą zostać rozmieszczone bezpośrednio przy urządzeniach pneumatycznych, aby częściowo pokryć ich zapotrzebowanie na energię elektryczną. Powyższy patent nie przedstawia jednak konkretnych konstrukcji ani rozwiązań. Przedstawiona jest tylko idea wykorzystania odpadowego sprężonego powietrza, która nie jest rozszerzona o inne czynniki gazowe.

Znane jest rozwiązanie opisane w zgłoszeniu nr P.414139, które opisuje urządzenie do przetwarzania impulsowej energii grawitacyjnej na energię elektryczną. Urządzenie wykorzystuje losowo występujące impulsy o charakterze dynamiczno-grawitacyjnym. Energia impulsów jest zamieniana na energię ciśnienia powietrza, która następnie jest konwertowana na energię mechaniczną, a ostatecznie na energię elektryczną. Wytworzona energia elektryczna może być magazynowana bądź oddawana do sieci elektroenergetycznej jako źródło rozproszone. Zabudowane pochylne powierzchnie umieszczone w punktach o ograniczonej prędkości, pozwalają na generowanie impulsów dynamiczno-grawitacyjnych. Wadą urządzenia jest mała ilość produkowanej energii, spowodowana charakterem zasilania oraz duża nieregularność.

Znane jest rozwiązanie opisane w zgłoszeniu nr EP 2464946 A1, które dotyczy zbierania odpadowej energii pneumatycznej i monitorowania parametrów pracy instalacji pneumatycznej. W tym opisie został opisany aspekt magazynowania energii pneumatycznej. W wielu systemach pneumatycznych wymagane jest monitorowanie parametrów jego pracy jak np. ciśnienia gazu w różnych punktach układu. Systemy monitorujące zazwyczaj składają się z czujników i monitorów, zasilanych energią elektryczną. Zgłoszenie to zakłada zasilanie tych urządzeń za pomocą energii elektrycznej wytworzonej z energii pneumatycznej. Systemy wykorzystujące sprężone powietrze jako gaz roboczy, po wykonaniu pracy, rozprężają powietrze do ciśnienia otoczenia. Rozwiązanie to zakłada wykorzystanie tego powietrza przed całkowitym rozprężeniem. Rozwiązanie to może funkcjonować na niewielką skalę zasilając system monitorujący procesy przemysłowe. Autorzy nie podali rozwiązania konstrukcyjnego urządzenia do odzysku energii pneumatycznej. Dodatkowo, wadą rozwiązania jest niska sprawność konwersji energii pneumatycznej na elektryczną, która nie występuje w zgłaszanym wynalazku.

Istota

System odzysku energii odpadowej gazu sprężonego zawierający układ zasilający zawierający pierwszą sprężarkę połączoną z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego, którego wyjście połączone jest z pierwszym zaworem sterującym dołączonym do maszyny pneumatycznej instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera instalację odzysku energii odpadowej, która zawiera pierwszy zbiornik akumulacyjny do którego dołączony jest pierwszy układ pomiarowy ciśnienia i pierwszy zawór, przy czym między pierwszym układem pomiarowym ciśnienia oraz pierwszym zaworem znajduje się pierwszy sterownik, przy czym pierwszy zawór oraz pierwszy sterownik połączone są z wejściem drugiej sprężarki, której wyjście jest połączone z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego, przy czym do wyjścia pierwszego zbiornika akumulacyjnego dołączony jest pierwszy zawór sterujący.

Korzystnie jest, gdy wyjście drugiej sprężarki jest połączone z wejściem drugiego zbiornika akumulacyjnego, do którego dołączony jest drugi układ pomiarowy połączony z drugim sterownikiem, oraz gdy system zawiera drugi zawór sterujący, do którego wejścia dołączone jest wyjście głównego zbiornika akumulacyjnego i wyjście drugiego zbiornika akumulacyjnego, a wyjście drugiego zaworu sterującego połączone jest z wejściem pierwszego zaworu sterującego maszyny pneumatycznej, przy czym jednocześnie z drugim zaworem sterującym połączony jest drugi sterownik.

Sposób odzysku energii odpadowej gazu sprężonego, w którym

- pobiera się gaz za pomocą pierwszej sprężarki, za pomocą której spręża się go do nadciśnienia roboczego p_r , i gromadzi się gaz w głównym zbiorniku akumulacyjnym,

następnie

- poprzez pierwszy zawór sterujący przepuszcza się gaz do instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu, w której to instalacji podawany jest on do maszyny pneumatycznej, następnie gaz ponownie przepuszcza się poprzez pierwszy zawór sterujący,

według wynalazku charakteryzuje się tym, że

- gaz odpadowy pochodzący z pierwszego zaworu sterującego gromadzi się w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym oraz mierzy się ciśnienie w tym zbiorniku za pomocą pierwszego układu pomiarowego, następnie
 - jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym osiąga określoną wartość p_2 , to za pomocą pierwszego sterownika otwiera się pierwszy zawór, a następnie uruchamia się drugą sprężarkę, za pomocą której spręża się gaz do nadciśnienia roboczego p_r , po czym wyprowadza się gaz z instalacji odzysku energii odpadowej i podaje się go do układu zasilającego, w którym wprowadza się go do głównego zbiornika akumulacyjnego, lub
 - jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym spadnie do określonej wartości p_1 , to za pomocą pierwszego sterownika zamyka się pierwszy zawór, a następnie wyłącza się drugą sprężarkę i zamyka się pierwszy zawór.

W korzystnym wariantcie realizacji sposobu

- jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym osiąga określoną wartość p_2 , to za pomocą pierwszego sterownika otwiera się pierwszy zawór, a następnie uruchamia się drugą sprężarkę, za pomocą której spręża się gaz do nadciśnienia roboczego p_r , po czym gromadzi się gaz w drugim zbiorniku akumulacyjnym oraz mierzy się ciśnienie w tym zbiorniku za pomocą drugiego układu pomiarowego, a następnie przekazuje się tę wartość ciśnienia do drugiego sterownika, przy czym
- jeśli nadciśnienie w drugim zbiorniku akumulacyjnym osiąga określoną wartość p_4 , to za pomocą drugiego sterownika ustawia się drugi zawór sterujący w pierwszym położeniu, w którym podaje się powietrze z drugiego zbiornika akumulacyjnego poprzez drugi zawór sterujący do pierwszego zaworu sterującego,

lub

- jeśli ciśnienie w drugim zbiorniku akumulacyjnym spadnie poniżej minimalnej wartości nadciśnienia roboczego p_3 w instalacji odzysku energii odpadowej, to za pomocą drugiego sterownika ustawia się drugi zawór sterujący w drugim położeniu, w którym podaje się powietrze z głównego zbiornika akumulacyjnego do pierwszego zaworu sterującego

lub

- jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym spadnie do określonej wartości p_1 , to za pomocą pierwszego sterownika zamyka się pierwszy zawór, a następnie wyłącza się drugą sprężarkę i zamyka się pierwszy zawór, oraz za pomocą drugiego sterownika ustawia się drugi zawór sterujący w drugim położeniu, w którym podaje się powietrze z głównego zbiornika akumulacyjnego do pierwszego zaworu sterującego.

Istotą zgłaszanego wynalazku jest ponowne wykorzystanie odpadowego sprężonego gazu poprzez układ nawrotny czynnika z króćców wylotowych urządzeń zasilanych sprężonym gazem do zbiornika głównego. Odpadowy sprężony gaz może być pozyskiwane z dowolnej instalacji zasilanej sprężonym czynnikiem np. instalacji pneumatycznej, pracującej na nadciśnieniu roboczym 6 bar lub wyższym. Prezentowane rozwiązanie zakłada wychwytywanie odpadowego gazu i jego magazynowanie do nadciśnienia równego w zakresie 0,2 do 0,35 nadciśnienia panującego w instalacji sprężonego gazu. Wartość nadciśnienia magazynowania odpadowego gazu zależy od struktury instalacji i geometrii urządzeń

zasilanych sprężonym gazem. Przy nadciśnieniu gazu instalacji równym 6 bar bezpiecznym jest ustawienie ciśnienia magazynowania gazu odpadowego na poziomie 1,5 bar. Tak określona wartość nadciśnienia nie będzie powodowała zakłócenia pracy pierwotnej instalacji, dlatego nie jest konieczne rozprężanie wykorzystywanego gazu do ciśnienia atmosferycznego. Zgłoszenie patentowe przedstawia koncepcję wykorzystania odpadowego gazu poprzez jego dosprężenie do nadciśnienia roboczego i ponownego wykorzystania w instalacji pneumatycznej. W obecnych instalacjach, sprężony gaz po wykonaniu pracy w urządzeniach jest wyprowadzane przez króciec wylotowy do otoczenia i rozprężane do ciśnienia atmosferycznego, gdzie jego potencjał energetyczny jest niszczone. Oszczędność z zastosowania opisywanego rozwiązania wynika z różnicy zapotrzebowania na energię elektryczną potrzebną do sprężenia czynnika roboczego. Przykładowo, bez zastosowania wynalazku powietrze jest sprężane od ciśnienia atmosferycznego do nadciśnienia o wartości 6 bar, natomiast z jego zastosowaniem, powietrze jest sprężane od nadciśnienia 1,5 bar. Urządzenie przedstawia metodę redukcji sprężonego gazu wraz z odzyskiem energii i może być stosowane jako układ półzamknięty lub układ zamknięty. Pozwala to na zmniejszenie kosztów wyprodukowania sprężonego gazu, poprzez zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną sprężarki.

Korzystne skutki

Celem zgłaszanego wynalazku jest podnoszenie sprawności pracy instalacji sprężonego gazu oraz zmniejszeniem zapotrzebowania na energię elektryczną, czyli poprawa efektywności energetycznej układów zasilania sprężonego gazu. W odniesieniu do istniejących sposobów odzysku energii ze sprężonego gazu posiada przewagę wynikającą z większej sprawności odzysku energii. Wynika to z braku konwersji energii sprężonego gazu na inne formy energii takie jak mechaniczna czy elektryczną. Każda zmiana formy energii wiąże się ze stratami energii, co obniża końcową sprawność procesu jej odzyskiwania. W wariacie układu zamkniętego odzysku energii sprężonego gazu jest możliwość stosowania, różnych czynników, które posiadają lepsze parametry użytkowe przy zasilaniu urządzeń.

Celem wynalazku jest możliwość zmniejszenia energii elektrycznej pobieranej przez układ przygotowania sprężonego gazu poprzez zmianę parametrów stanu początkowego gazu ze stanu otoczenia do stanu o pewnym nadciśnieniu, w którym gaz ma wyższą energię. Efektem jest mniejsze zapotrzebowanie sprężarki na energię elektryczną do przygotowania czynnika roboczego.

Dodatkową zaletą rozwiązania jest jego prosta konstrukcja oraz nieskomplikowany montaż, który polega na bezpośrednim połączeniu króćca wylotowego instalacji pneumatycznej z zbiornikiem magazynowania powietrza w układzie odzysku sprężonego powietrza.

Zasada działania układu polega na gromadzeniu zużytego sprężonego gazu, który po wykonaniu pracy w urządzeniach zasilanych sprężonym gazem charakteryzuje się dużym nadciśnieniem oraz strumieniem wydajności. Następnie parametry gazu są ponownie podnoszone do wymaganych wartości i dosprężony gaz jest włączany z powrotem do instalacji pierwotnej. W obecnych urządzeniach zasilanych sprężonym gazem, po wykonaniu pracy, gaz ten jest traktowany jako odpad i wyrzucany do otoczenia, a jego potencjał energetyczny niszczone. Układ w połączeniu z przemysłowymi systemami zasilania gazem może działać w dwóch wariantach jako układ półzamknięty lub układ zamknięty.

Figury

Przedmiot wynalazku w przykładach wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat nawrotnego kierowania gazu odpadowego z powrotem do instalacji zgodnie z pierwszym wariantem wynalazku, a fig. 2 – schemat nawrotnego kierowania gazu odpadowego z powrotem do instalacji zgodnie z drugim wariantem wynalazku.

Przykłady realizacji wynalazku

System odzysku energii odpadowej gazu sprężonego zawiera układ zasilający A, w skład którego wchodzi pierwsza sprężarka A1, która jest połączona z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego A2. Wyjście tego zbiornika połączone jest z pierwszym zaworem sterującym B1 dołączonym do maszyny pneumatycznej B2 instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B. System ten zawiera instalację odzysku energii odpadowej C, która zawiera pierwszy zbiornik akumulacyjny C1 do którego dołączony jest pierwszy układ pomiarowy ciśnienia C2 i pierwszy zawór C4. Pomiędzy pierwszym układem pomiarowym ciśnienia C2 oraz pierwszym zaworem C4 znajduje się pierwszy sterownik C3. Pierwszy zawór C4 oraz pierwszy sterownik C3 dołączone są do wejścia drugiej sprężarki C5, której wyjście jest połączone z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego A2. Wyjście pierwszego zbiornika akumulacyjnego C1 połączone jest z pierwszym zaworem sterującym B1.

W sposobie odzysku energii odpadowej gazu sprężonego według wynalazku układ zasilający A pobiera gaz z pewnego źródła za pomocą pierwszej sprężarki A1, która spręża go do nadciśnienia roboczego p_r . Sprężony gaz jest następnie zakumulowany w głównym zbiorniku akumulacyjnym A2.

Sprężony gaz opuszcza układ zasilający A i trafia do instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B. Tam przechodzi przez pierwszy zawór sterujący B1 i jest podawany do maszyny pneumatycznej B2, która w tym przykładzie jest siłownikiem pneumatycznym, gdzie energia sprężonego gazu zostaje zamieniona na energię mechaniczną. Następnie gaz zostaje wyprowadzony z układu przez pierwszy zawór sterujący B1. Bez zastosowania omawianego rozwiązania gaz jest rozprężany do ciśnienia atmosferycznego p_a . Po zastosowaniu rozwiązania według wynalazku gaz opuszcza instalację przetwarzającą energię sprężonego gazu B i zostaje podany do instalacji odzysku energii odpadowej C. Następnie gaz odpadowy zostaje zmagazynowany w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1, w którym mierzone jest nadciśnienie przez układ pomiarowy C2 ciśnienia w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1. Informacja z układu pomiarowego C2 ciśnienia w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 jest podawana do pierwszego sterownika C3, który steruje drugim zaworem C4 pierwszego zbiornika akumulacyjnego C1, w tym przykładzie będącym elektrozaworem bistabilnym C4, oraz drugą sprężarką C5. Elektrozawór bistabilny C4 jest otwierany, kiedy nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 osiągnie wartość p_2 i zamykany, kiedy nadciśnienie spadnie do wartości p_1 . Po otwarciu elektrozaworu bistabilnego C4 zostaje uruchomiona druga sprężarka C5, która spręża gaz do nadciśnienia roboczego p_r . Sprężony gaz zostaje wyprowadzony z instalacji odzysku energii odpadowej C i jest podawany do układu zasilającego A, gdzie zostaje zatłoczony do głównego zbiornika akumulacyjnego A2. Gdy nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 spadnie do poziomu p_1 to pierwszy sterownik C3 w pierwszej kolejności wyłącza drugą sprężarkę C5, a następnie zamyka elektrozawór bistabilny C4.

W korzystnym wariantcie, system odzysku energii odpadowej gazu sprężonego zawiera układ zasilający A, w skład którego wchodzi pierwsza sprężarka A1, która jest połączona z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego A2. Wyjście tego zbiornika połączone jest z pierwszym zaworem sterującym B1 maszyny pneumatycznej B2 instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B. System ten zawiera instalację odzysku energii odpadowej C, która zawiera pierwszy zbiornik akumulacyjny C1 do którego dołączony jest pierwszy układ pomiarowy C2 ciśnienia i pierwszy zawór C4. Między pierwszym układem pomiarowym ciśnienia C2 oraz pierwszym zaworem znajduje się pierwszy sterownik C3. Pierwszy zawór C4 oraz pierwszy sterownik C3 połączone są z drugą sprężarką C5, która jest połączona z wejściem drugiego zbiornika akumulacyjnego C6, do którego dołączony jest drugi układ pomiarowy C7. Do drugiego układu pomiarowego C7 dołączony jest drugi sterownik C8. System ponadto zawiera drugi zawór sterujący D1, do którego wejścia dołączone jest wyjście głównego zbiornika akumulacyjnego A2 i wyjście drugiego zbiornika akumulacyjnego C6. Wyjście drugiego zaworu sterującego D1 połączone jest z wejściem pierwszego zaworu sterującego B1 maszyny pneumatycznej B2. Jednocześnie z drugim zaworem sterującym D1 połączony jest drugi sterownik C8.

W korzystnym wariantcie sposobu odzysku energii odpadowej gazu sprężonego, gaz ze źródła jest podawany do układu zasilającego A. Gaz jest sprężany przez pierwszą sprężarkę A1 do ciśnienia roboczego p_r , a następnie zostaje zakumulowany w głównym zbiorniku akumulacyjnym A2.

Sprężony gaz opuszcza układ zasilający i trafia na drugi zawór sterujący D1, który posiada dwa tryby pracy. W pierwszym trybie pracy, gaz jest podawany z instalacji odzysku energii odpadowej C do instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B. Natomiast, w drugim trybie pracy gaz jest podawany z układu zasilającego A do instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B.

W instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu B, gaz trafia na pierwszy zawór sterujący B1 i jest podawany do maszyny pneumatycznej B2, którą w tym przykładzie wykonania stanowi siłownik pneumatyczny gdzie energia sprężonego gazu zostaje zamieniona na energię mechaniczną. Następnie gaz zostaje wyprowadzony z układu przez pierwszy zawór sterujący B1. Bez zastosowania omawianego rozwiązania gaz jest rozprężany do ciśnienia atmosferycznego p_a . Po zastosowaniu zgłaszanego wynalazku gaz opuszcza instalację przetwarzającą energię sprężonego gazu B i zostaje podany do instalacji odzysku energii odpadowej C.

Gaz odpadowy zostaje zmagazynowany w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1, w którym jest mierzone nadciśnienie gazu przez układ pomiarowy C2 nadciśnienia w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1. Następnie, informacja z układu pomiarowego C2 nadciśnienia w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 jest podawana do pierwszego sterownika C3, który steruje drugim zaworem C4 pierwszego zbiornika akumulacyjnego C1, w tym przykładzie będącym elektrozaworem bistabilnym C4, oraz drugą sprężarką C5. Elektrozawór bistabilny C4 jest otwierany, kiedy nadciśnienie w pierwszym

zbiorniku akumulacyjnym C1 osiągnie wartość p_2 i zamykany, kiedy nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 spadnie do nadciśnienia p_1 ($p_2 > p_1$). Po otwarciu elektrozaworu bistabilnego C4 zostaje uruchomiona druga sprężarka C5, która spręża gaz do nadciśnienia roboczego p_r . Sprężony gaz zostaje zakumulowany w drugim zbiorniku akumulacyjnym C6, w którym nadciśnienie jest mierzone przez układ pomiarowy C7 ciśnienia w drugim zbiorniku C6. Informacja z układu pomiarowego C7 ciśnienia w drugim zbiorniku jest podawana do drugiego sterownika C8, który steruje drugim zaworem sterującym D1. Kiedy nadciśnienie w drugim zbiorniku akumulacyjnym C6 osiągnie poziom p_4 to sterownik drugi sterownik C8 ustawia drugi zawór sterujący D1 w pierwszym położeniu, czyli podawanie powietrza z instalacji odzysku energii odpadowej C. Jeżeli nadciśnienie spadnie poniżej minimalnej wartości nadciśnienia roboczego p_3 w instalacji, to sterownik ustawia drugi zawór sterujący D1 w drugim położeniu, co oznacza podawanie powietrza do instalacji odzysku energii odpadowej C z układu zasilającego A. Gdy nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym C1 spadnie do p_1 to pierwszy sterownik C3 najpierw wyłącza drugą sprężarkę C5, a następnie zamyka elektrozawór bistabilny C4. Następnie, za pomocą drugiego sterownika C8 ustawia się drugi zawór sterujący D1 w drugim położeniu, w którym podaje się powietrze z głównego zbiornika akumulacyjnego A2 do pierwszego zaworu sterującego B1.

Zastosowanie

Zastosowanie tego urządzenia przynosi korzyści w postaci zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną, potrzebną do przygotowania sprężonego powietrza oraz poprawia efektywność energetyczną procesu sprężania gazu do zasilania urządzeń. Urządzenie posiada większą sprawność od istniejących rozwiązań ze względu na brak zmiany postaci energii. Dodatkowo wynalazek rozszerza jego zastosowanie na inne czynniki robocze, w tym powietrze.

W przybliżeniu oszacowano potencjalny zysk energetyczny przy zastosowaniu wynalazku w instalacji pneumatycznej przy następujących założeniach:

- Nadciśnienie pracy instalacji: 6 bar,
- Nadciśnienie odzyskiwanego powietrza: 1,5 bar,

Dla podanych założeń oszacowano całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną układu zasilającego, bez użycia instalacji odzysku energii odpadowej, które wynosi 0,165 kWh/m³ powietrza o nadciśnieniu 6 bar. Przy zastosowaniu instalacji odzyskiwania energii odpadowej układ zasilający spręża powietrze od nadciśnienia odzyskiwanego powietrza do nadciśnienia roboczego, zapotrzebowanie na energię elektryczną tego wariantu wynosi 0,128 kWh/m³ powietrza o nadciśnieniu 6 bar. Oszczędnością jest różnica energii potrzebnej do sprężenia powietrza od ciśnienia atmosferycznego do nadciśnienia roboczego i nadciśnienia odzysku gazu do nadciśnienia roboczego. Oszacowano tą energię na 0,037 kWh/m³ powietrza suchego o temperaturze 20°C i nadciśnieniu 6 bar.

Rozpatrzmy dwa przypadki, w pierwszym instalacja odzysku energii odpadowej dostarcza sprężone powietrze przez cały czas, w drugim przypadku przez 20 minut na jedną godzinę.

W pierwszym przypadku oszczędność energii elektrycznej wynosi 22%. W drugim przypadku instalacja odzysku energii odpadowej dostarcza sprężone powietrze, przez 1/3 czasu pracy, więc oszczędność wynosi 7,3%.

Oznaczenia odsyłające

- A – Układ zasilający
- A1 – Pierwsza sprężarka
- A2 – Główny zbiornik akumulacyjny
- B – Instalacja przetwarzająca energię sprężonego gazu
- B1 – Pierwszy zawór sterujący
- B2 – Maszyna pneumatyczna
- C – Instalacja odzysku energii odpadowej
- C1 – Pierwszy zbiornik akumulacyjny
- C2 – Pierwszy układ pomiarowy ciśnienia
- C3 – Pierwszy sterownik
- C4 – Pierwszy zawór
- C5 – Druga sprężarka
- C6 – Drugi zbiornik akumulacyjny
- C7 – Drugi układ pomiarowy
- C8 – Drugi sterownik
- D1 – Drugi zawór sterujący

Zastrzeżenia patentowe

1. System odzysku energii odpadowej gazu sprężonego zawierający układ zasilający (A) zawierający pierwszą sprężarkę (A1) połączoną z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego (A2), którego wyjście połączone jest z pierwszym zaworem sterującym (B1) dołączonym do maszyny pneumatycznej (B2) instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu (B), **znamienny tym, że** zawiera instalację odzysku energii odpadowej (C), która zawiera pierwszy zbiornik akumulacyjny (C1) do którego dołączony jest pierwszy układ pomiarowy (C2) ciśnienia i pierwszy zawór (C4), przy czym między pierwszym układem pomiarowym (C2) ciśnienia oraz pierwszym zaworem (C4) znajduje się pierwszy sterownik (C3), przy czym pierwszy zawór (C4) oraz pierwszy sterownik (C3) połączone są z wejściem drugiej sprężarki (C5), której wyjście jest połączone z wejściem głównego zbiornika akumulacyjnego (A2), przy czym do wyjścia pierwszego zbiornika akumulacyjnego (C1) dołączony jest pierwszy zawór sterujący (B1).
2. System według zastr. 1, **znamienny tym, że** wyjście drugiej sprężarki (C5) jest połączone z wejściem drugiego zbiornika akumulacyjnego (C6), do którego dołączony jest drugi układ pomiarowy (C7) połączony z drugim sterownikiem (C8), oraz zawiera drugi zawór sterujący (D1), do którego wejścia dołączone jest wyjście głównego zbiornika akumulacyjnego (A2) i wyjście drugiego zbiornika akumulacyjnego (C6) a wyjście drugiego zaworu sterującego (D1) połączone jest z wejściem pierwszego zaworu sterującego (B1) maszyny pneumatycznej (B2), przy czym jednocześnie z drugim zaworem sterującym (D1) połączony jest drugi sterownik (C8).
3. Sposób odzysku energii odpadowej gazu sprężonego, w którym
 - pobiera się gaz za pomocą pierwszej sprężarki (A1), za pomocą której spręża się go do nadciśnienia roboczego p_r , i gromadzi się gaz w głównym zbiorniku akumulacyjnym (A2), następnie
 - poprzez pierwszy zawór sterujący (B1) przepuszcza się gaz do instalacji przetwarzającej energię sprężonego gazu (B), w której to instalacji podawany jest on do maszyny pneumatycznej (B2), następnie gaz ponownie przepuszcza się poprzez pierwszy zawór sterujący (B1), **znamienny tym, że**
 - gaz odpadowy pochodzący z pierwszego zaworu sterującego (B1) gromadzi się w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym (C1) oraz mierzy się ciśnienie w tym zbiorniku za pomocą pierwszego układu pomiarowego (C2), następnie
 - jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym (C1) osiąga określoną wartość p_2 , to za pomocą pierwszego sterownika (C3) otwiera się pierwszy zawór (C4), a następnie uruchamia się drugą sprężarkę (C5), za pomocą której spręża się gaz do nadciśnienia roboczego p_r , po czym wyprowadza się gaz z instalacji odzysku energii odpadowej (C) i podaje się go do układu zasilającego (A), w którym wprowadza się go do głównego zbiornika akumulacyjnego (A2),
 - lub
 - jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym (C1) spadnie do określonej wartości p_1 , to za pomocą pierwszego sterownika (C3) zamyka się pierwszy zawór (C4), a następnie wyłącza się drugą sprężarkę (C5) i zamyka się pierwszy zawór (C4).
4. Sposób według zastr. 3, **znamienny tym, że**
 - jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym (C1) osiąga określoną wartość p_2 , to za pomocą pierwszego sterownika (C3) otwiera się pierwszy zawór (C4), a następnie uruchamia się drugą sprężarkę (C5), za pomocą której spręża się gaz do nadciśnienia roboczego p_r , po czym gromadzi się gaz w drugim zbiorniku akumulacyjnym (C6) oraz mierzy się ciśnienie w tym zbiorniku za pomocą drugiego układu pomiarowego (C7), a następnie przekazuje się tę wartość ciśnienia do drugiego sterownika (C8), przy czym
 - jeśli nadciśnienie w drugim zbiorniku akumulacyjnym (C6) osiąga określoną wartość p_4 , to za pomocą drugiego sterownika (C8) ustawia się drugi zawór sterujący (D1) w pierwszym położeniu, w którym podaje się powietrze z drugiego zbiornika akumulacyjnego (C6) poprzez drugi zawór sterujący (D1) do pierwszego zaworu sterującego (B1) lub

- jeśli ciśnienie w drugim zbiorniku akumulacyjnym (C6) spadnie poniżej minimalnej wartości nadciśnienia roboczego p_3 w instalacji odzysku energii odpadowej (C), to za pomocą drugiego sterownika (C8) ustawia się drugi zawór sterujący (D1) w drugim położeniu, w którym podaje się powietrze z głównego zbiornika akumulacyjnego (A2) do pierwszego zaworu sterującego (B1)

lub

- jeśli nadciśnienie w pierwszym zbiorniku akumulacyjnym (C1) spadnie do określonej wartości p_1 , to za pomocą pierwszego sterownika (C3) zamyka się pierwszy zawór (C4), a następnie wyłącza się drugą sprężarkę (C5) i zamyka się pierwszy zawór (C4), oraz za pomocą drugiego sterownika (C8) ustawia się drugi zawór sterujący (D1) w drugim położeniu, w którym podaje się powietrze z głównego zbiornika akumulacyjnego (A2) do pierwszego zaworu sterującego (B1).

Rysunki

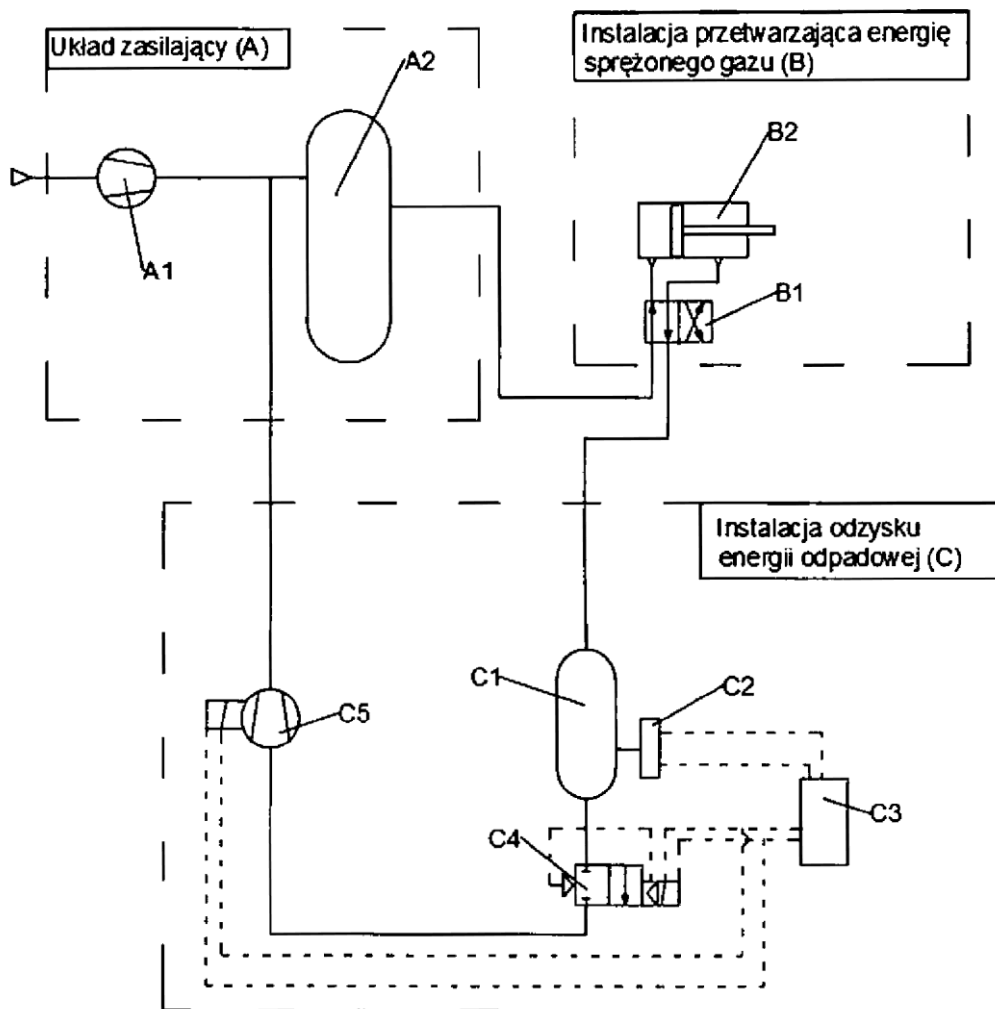


Fig. 1

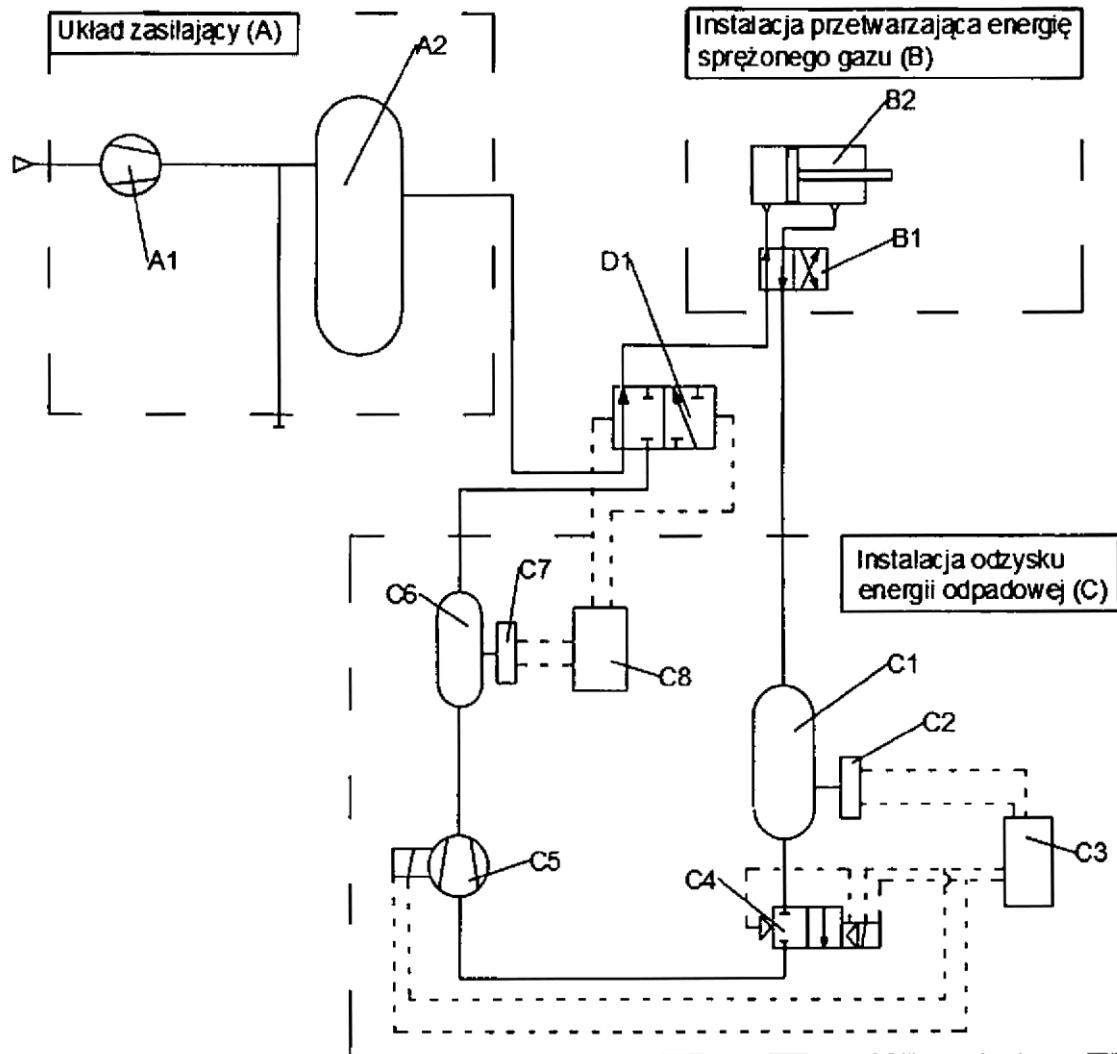


Fig. 2