

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241071**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **422009**

(22) Data zgłoszenia: **24.06.2017**

(51) Int.Cl.

F01K 25/14 (2006.01)

F01K 27/00 (2006.01)

F01D 15/10 (2006.01)

(54) **Sposób przemiany energii odpadowej sprężonego gazu w energię elektryczną**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

15.01.2018 BUP 02/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

01.08.2022 WUP 31/22

(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**

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Patrycja Rosół

PL 241071 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem zgłaszanego wynalazku jest sposób przemiany energii odpadowej sprężonego gazu w energię elektryczną.

Energia ta jest generowana okresowo i losowo z procesów, które wytwarzają jako produkt dodatkowy porcje sprężonego gazu, zwłaszcza powietrza, lub też wynika ze strat i odpadów występujących w układach pneumatycznych. W układach tych sprężony gaz, po wykonaniu pewnej pracy jest traktowany jako odpad i wyrzucany najczęściej do atmosfery. Taki odpad posiada jednak jeszcze korzystne parametry fizyczne.

Znane urządzenia do przemiany energii sprężonego gazu w energię elektryczną najczęściej pracują na kilkakrotnie wyższych ciśnieniach niż nadciśnienie będące źródłem energii odpadowej. W praktyce uniemożliwia im pracę w opisanych warunkach. Z powodu niewielkich momentów, wynikających ze spadków ciśnienia urządzenia te nie zadziałają i jednocześnie wprowadzą zakłócenia w maszynach pneumatycznych.

Znane jest rozwiązanie opisane w patencie CN102135015 (A). Wynalazek ten dotyczy turbiny na impulsy ciśnienia, która na skutek ekspansji gazu przetwarza energię sprężonego powietrza na energię mechaniczną. Poprzez wysokociśnieniowe dysze turbiny, generowany jest odrzutowy impuls pneumatyczny powietrza o wysokim ciśnieniu, który powoduje ruch obrotowy wału. Wytwarzany jest bardzo duży moment obrotowy na wale. Urządzenie posiada szeroki zakres zastosowań, między innymi, zasilanie generatora lub też maszyn wymagających energii mechanicznej.

Znany jest też patent US 8525361 B1. Patent ten opisuje urządzenia do zbierania energii pneumatycznej, które obejmuje wlot pneumatyczny do układu, skonfigurowanego do odbierania sprężonego gazu; przetwornik energii pneumatycznej do elektrycznej, który przetwarza strumień gazu pod ciśnieniem na energię elektryczną i urządzenie elektryczne podłączone do zacisków generatora. Niniejszy wynalazek dotyczy ogólnie układów pneumatycznych, a w szczególności urządzeń zbierających energię elektryczną z systemów pneumatycznych. Przykładem zasilania urządzenia może być gromadzenie energii pneumatycznej poprzez wychwytywanie sprężonych strumieni gazu, które w przeciwnym wypadku byłyby odprowadzane do atmosfery lub recykulowane do późniejszego ponownego zwiększania ciśnienia. Zgodnie z tym, rozwiązanie może być stosowane w istniejących systemach pneumatycznych, aby zapewnić lokalnie wygenerowaną energię elektryczną dla różnych urządzeń. Powyższy patent przedstawia tylko pewną ideę odzyskiwania energii ze sprężonego powietrza, natomiast nie skupia się na praktycznym wykorzystaniu tej idei. Nie przedstawiono konkretnych konstrukcji ani rozwiązań technologicznych. W patencie brakuje informacji na temat parametrów pracy, między innymi w jakim zakresie ciśnień działają urządzenia, czy też o aspektach konstrukcyjnych, w jaki sposób zbudować takie urządzenia.

Znane jest też rozwiązanie A1 414139 pt. Urządzenie do przetwarzania impulsowej energii gravitacyjnej na energię elektryczną, stosowanych również w warunkach występujących losowo. Problemem technicznym rozwiązany przez ten wynalazek jest ograniczenie zakresu prac ingerujących w strukturę nawierzchni przy zabudowie urządzenia. Opisano szczegółowo rozwiązanie elementów mechanicznych i ich połączenia z generatorem prądu elektrycznego.

Znane jest z publikacji Jacek S. Leszczyński, Miłosz Olszewski, i in.pt. „Konstrukcja i funkcje demonstratora technologii przeznaczonego do odzysku energii odpadowej powietrza sprężonego i jej przemiany w energię elektryczną”, Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Wodoru i Ogniw Paliwowych ISSN 1896-7205. — 2016 nr 10, s. 80–82, rozwiązanie, umożliwiające przekształcenie odpadowej energii sprężonego powietrza z instalacji pneumatycznej pracującej przy nadciśnieniu z zakresu 6–8 bar na energię elektryczną dzięki akumulowaniu odpadowego powietrza w odpowiednim zbiorniku, a następnie, po przekroczeniu pewnego nadciśnienia, zamianę energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną za pomocą odpowiedniego siłownika. Energia mechaniczna jest następnie przekształcana na energię elektryczną.

Celem wynalazku jest zredukowanie straty wylotowej nadciśnienia przez wykorzystanie części energii odpadowej do jej ponownego przetworzenia w energię elektryczną, z uwzględnieniem warunku nie zakłóconej, czyli nie spowolnionej oraz o tej samej wydajności instalacji pneumatycznej. W tym celu do istniejących instalacji pneumatycznych dołączono dodatkowe urządzenie złożone ze zbiornika, turbiny, prądnicy i układu sterowania. Korzystne jest wykonanie urządzenia w wersji mobilnej.

Sposób przemiany energii odpadowej sprężonego gazu w energię elektryczną, według wynalazku, realizowany jest za pomocą urządzenia zawierającego zbiornik akumulujący i generator energii

elektrycznej. Polega na tym, iż odpadowy sprężony gaz, powstający losowo lub okresowo w źródłach pneumatycznych, których nadciśnienie pracy wynosi korzystnie 6–8 bar, podaje się nieciągłe, poprzez zawór zwrotny, do zbiornika akumulującego i każdorazowo po osiągnięciu nadciśnienia granicznego, strumień gazu ze zbiornika akumulującego kieruje się do generatora energii elektrycznej. Po spadku ciśnienia w zbiorniku akumulującym odcina się wypływ gazu ze zbiornika akumulującego i zbiornik akumulujący ponownie jest ładowany ze źródła pneumatycznego. Istotą jest to, że nadciśnienie graniczne mierzy się za pomocą czujnika nadciśnienia dolnego i czujnika nadciśnienia granicznego, będących wyposażeniem zbiornika akumulującego. Za pomocą zaworu (ZB) sterowanego sygnałami z czujników nadciśnienia dolnego i czujnika nadciśnienia granicznego, strumień gazu kieruje się na łopatki turbiny powietrznej wywołując ruch obrotowy wieńca łopatkowego i sprężonego z nim generatora energii elektrycznej. Po spadku ciśnienia w zbiorniku akumulującym do nadciśnienia dolnego wypływ gazu ze zbiornika akumulującego odcina się za pomocą zaworu. Nadciśnienie dolne ustala się na 0,7 bar, a nadciśnienie graniczne ustala się maksymalnie na 0,35 ciśnienia pracy źródła pneumatycznego, tj. od 2,1–2,8 bar.

Wynalazek stosuje się szczególnie do energii odpadowej sprężonego powietrza. Strumień masy wylotowy z urządzenia pneumatycznego przez dysze jest stały przy pewnym zakresie ciśnień panujących w obszarze, do którego czynnik wypływa. Stosunek ciśnienia zewnętrznego do ciśnienia panującego w urządzeniu, z którego czynnik wypływa, teoretycznie może wynosić nawet 0,5–0,6. Jednak w praktyce, co uzyskaliśmy doświadczalnie wynosi maksymalnie 0,35.

W sposobie według wynalazku, gaz po wykonaniu pracy, w źródle pneumatycznym nie zostanie wyrzucony do atmosfery czyli rozprężony do ciśnienia otoczenia, ale jest dynamicznie zmagazynowany w zbiorniku akumulującym. W przypadku, gdy nadciśnienie w zbiorniku akumulującym przekroczy daną wartość graniczną otwiera się zawór na wyjściu zbiornika akumulującego i gaz podawany jest na turbinę połączoną z generatorem prądu. Energia tego gazu jest na tyle duża, że zapewnia pokonanie oporów generatora prądu wynikłych z oporu startu, oporów toczenia oraz oporów spowodowanych siłą elektromotoryczną indukowaną w generatorze z uwzględnieniem obciążenia tego generatora w dowolnej postaci, obciążenia rezystancyjnego, pojemnościowego, indukcyjnego. Opróżnianie zbiornika ze zmagazynowanego gazu następuje do momentu gdy nadciśnienie panujące w zbiorniku przekroczy w dół daną wartość nadciśnienia dolnego. Nadciśnienie dolne dobrane jest tak, aby minimalna energia gazu opuszczającego zbiornik była w stanie zapewnić pokonanie wszelkich oporów ruchu. Urządzenie sterowane jest przez sterownik, który ma za zadanie obserwację/pomiar nadciśnienia w zbiorniku i przesyłanie sygnałów sterujących do układu sterującego zaworem.

Dzięki wynalazkowi gaz, po wykonaniu pracy w instalacji pneumatycznej, nie zostaje wyrzucony do atmosfery i rozprężony do ciśnienia otoczenia, ale jego energia jest przemieniona na energię elektryczną.

Wynalazek można wykorzystać wszędzie tam gdzie gaz, zwłaszcza powietrze, po wykonanej pracy a posiadające korzystne parametry fizyczne, to jest ciśnienie i strumień objętości, jest wyrzucane do atmosfery i traktowane jako element odpadowy. Tym sposobem istnieje możliwość poprawy efektywności pracy układów pneumatycznych w zakładach i halach produkcyjnych między innymi z branż takich jak motoryzacyjna, spożywcza czy włókiennicza. Ponadto umożliwia produkcję energii elektrycznej ze sprężonego powietrza, które powstaje dodatkowo w wyniku pewnych procesów technologicznych, jak na przykład ruch windy, automatyczne otwieranie i zamykanie drzwi.

Wynalazek przedstawia realizację idei odzyskiwania energii odpadowej sprężonego powietrza w formie "nakładki" na istniejące układy pneumatyczne. Dobór zarówno ciśnienia dolnego jak i granicznego do ciśnienia pracy źródeł pneumatycznych odpadowych gazów wynika z tego, że strumień masy wylotowy z pewnego urządzenia przez dysze jest stały przy pewnym zakresie ciśnień panujących w obszarze, do którego czynnik wypływa. Przy tak dobranym stosunku ciśnień, ciśnienie otoczenia jeszcze nie powoduje zakłóceń pracy urządzeń pneumatycznych stanowiących źródła pneumatyczne dla urządzenia.

Wynalazek w przykładzie wykonanie pokazano schematycznie na rysunku.

Ze źródła pneumatycznego ZP sprężone powietrze podawane jest na wejściowy zawór odcinający ON/OFF i poprzez zawór zwrotny wejściowy ZZ do zbiornika akumulującego ZA. Zbiornik akumulujący ZA wyposażony jest w czujnik nadciśnienia dolnego oraz czujnik nadciśnienia granicznego. Dodatkowo wyposażony jest w manometr M obserwowany przez obsługę. Na wyjściu zbiornika umieszczony jest elektrozawór bistabilny ZB kierujący strumień gazu na łopatki turbiny powietrznej TP, połączonej z generatorem GE energii elektrycznej lub do otoczenia. Elektrozawór bistabilny ZB sterowany

jest za pomocą sterownika ST, na którego wejścia podłączony jest czujnik nadciśnienia dolnego CD i czujnik nadciśnienia granicznego CG. Generatorem GE energii elektrycznej jest prądnica tarczowa połączona sprzęgłem S z turbiną powietrzną TP. Pomiędzy zaworem odcinającym ON/OFF a zwrotnym ZZ zamontowany został zawór bezpieczeństwa B. Urządzenie wykonane jest jako mobilne, a zawór odcinający ON/OFF wyposażony jest w dźwignię ręcznego sterowania.

Odpadowy sprężony gaz, powstający losowo lub okresowo w źródle pneumatycznym ZP, podaje się nieciągłe, poprzez zawór zwrotny ZZ, do zbiornika akumulującego ZA powietrze. Za pomocą elektrozaworu bistabilnego ZB, sterowanego sterownikiem ST sygnałami z czujników nadciśnienia, każdorazowo po osiągnięciu nadciśnienia granicznego, powietrze ze zbiornika akumulującego ZA kieruje się na łopatkę turbiny powietrznej TP. Wywołuje to ruch obrotowy wieńca łopatkowego turbiny i sprzężonego z nią za pomocą sprzęgła S generatora GE energii elektrycznej. Po spadku ciśnienia powietrza w zbiorniku akumulującym ZA do nadciśnienia dolnego za pomocą zaworu ZB odcina się wypływ powietrza ze zbiornika akumulującego ZA. Wówczas zbiornik akumulujący ponownie może być ładowany ze źródła pneumatycznego ZP do wartości nadciśnienia granicznego.

W przykładowym rozwiązaniu nadciśnienie pracy maszyny pneumatycznej, będącej źródłem pneumatycznym ZP dla urządzenia według wynalazku, wynosiło 6–8 bar. Nadciśnienie dolne stanowiące minimalny poziom zapewniający ciągłą i niezakłóconą pracę generatora, a zarazem takie, które zapewniło dostatecznie duży moment obrotowy do pokonania oporów ruchu, ustalono na 0,7 bar. Nadciśnienie graniczne ustalono na 1,5 bar. Przy tym nadciśnieniu otwiera się elektrozawór bistabilny ZB, a nie dopełnia się zbiornik akumulujący ZA.

Wykaz oznaczeń

ZP	źródło pneumatyczne odpadowego sprężonego gazu
ON/OFF	zawór odcinający
ZZ	zawór zwrotny
ZA	zbiornik akumulujący
CD	czujnik nadciśnienia dolnego
CG	czujnik nadciśnienia granicznego
ZB	zawór (elektrozawór bistabilny)
ST	sterownik
TP	turbina powietrzna
GE	generator energii elektrycznej
S	sprzęgło
M	manometr
B	zawór bezpieczeństwa

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób przemiany energii odpadowej sprężonego gazu w energię elektryczną, za pomocą urządzenia zawierającego zbiornik akumulujący i generator energii elektrycznej tak, iż odpadowy sprężony gaz, powstający losowo lub okresowo w źródłach pneumatycznych (ZP), których nadciśnienie pracy wynosi korzystnie 6–8 bar, podaje się nieciągłe, poprzez zawór zwrotny (ZZ), do zbiornika akumulującego (ZA) i każdorazowo po osiągnięciu nadciśnienia granicznego, strumień gazu ze zbiornika akumulującego (ZA) kieruje się do generatora (GE) energii elektrycznej, natomiast po spadku ciśnienia w zbiorniku akumulującym (ZA) odcina się wypływ gazu ze zbiornika akumulującego (ZA) i zbiornik akumulujący (ZA) ponownie jest ładowany ze źródła pneumatycznego (ZP), **znamienny tym**, że nadciśnienie graniczne mierzy się za pomocą czujnika nadciśnienia dolnego (CD) i czujnika nadciśnienia granicznego (CG), będących wyposażeniem zbiornika akumulującego (ZA), natomiast za pomocą zaworu (ZB)

sterowanego sygnałami z czujników nadciśnienia dolnego (CD) i czujnika nadciśnienia granicznego (CG), strumień gazu kieruje się na łopatki turbiny powietrznej (TP) wywołując ruch obrotowy wieńca łopatkowego i sprzężonego z nim generatora (GE) energii elektrycznej, zaś po spadku ciśnienia w zbiorniku akumulującym (ZA), do nadciśnienia dolnego wypływ gazu ze zbiornika akumulującego (ZA) odcina się za pomocą zaworu (ZB), przy czym nadciśnienie dolne ustala się na 0,7 bar, a nadciśnienie graniczne ustala się maksymalnie na 0,35 ciśnienia pracy źródła pneumatycznego.

Rysunek

