



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **401314**

(22) Data zgłoszenia: **22.10.2012**

(51) Int.Cl.

**E21F 7/00 (2006.01)**

**B01D 53/72 (2006.01)**

**B01D 53/86 (2006.01)**

(54) **Sposób i układ urządzeń do katalitycznej utylizacji metanu zawartego  
w powietrzu kopalnianym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**28.04.2014 BUP 09/14**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.07.2019 WUP 07/19**

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(y) wynalazku:

**STANISŁAW NAWRAT, Wodzisław Śląski, PL  
PIOTR CZAJA, Pękowice, PL  
SEBASTIAN NAPIERAJ, Kraków, PL  
DOBIEŚŁAW NAZIMEK, Lublin, PL  
BEATA STASIŃSKA, Świdnik, PL  
BARBARA KUCHARCZYK, Wrocław, PL  
GRZEGORZ KOWACKI, Jastrzębie-Zdrój, PL  
PIOTR ŁUSKA, Wodzisław Śląski, PL  
EFREM PRYSZCZ, Pawłowice, PL  
JANUSZ BEDNORZ, Rybnik, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Włodzimierz Caban**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do katalitycznej utylizacji metanu zawartego w powietrzu kopalnianym, znajdujący zastosowanie przy małych stężeniach metanu w powietrzu wydechowym z kopalni.

Znany jest, na przykład z polskiego zgłoszenia wynalazku P.384698 układ urządzeń do utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń, w którym wentylacyjny szyb wydechowy połączony jest bezpośrednio, lub poprzez urządzenie korygujące zawartość metanu w powietrzu i instalację rurociągową z urządzeniem do spalania katalitycznego metanu. Z urządzeniem korygującym zawartość metanu w powietrzu połączony jest rurociąg odprowadzający nadwyżkę gazu kogeneracyjnego z układu odmetanowania kopalni i rurociąg doprowadzający mieszaninę metanowo-powietrzną ze stacji odmetanowania.

Znana jest również, na przykład ze zgłoszenia wynalazku CN 101206 027 metoda stałego zużycia metanu o niskim stężeniu w gazach kopalnianych oparta o redukcję katalityczną, zgodnie z którą w układzie dokonuje się ciągłego pomiaru w czasie rzeczywistym stężenia metanu na wlocie reaktora i temperatury na wylocie z reaktora, korygując na bieżąco skład mieszaniny metanowo-powietrznej doprowadzanej do reaktora katalitycznego. Jeśli temperatura na wylocie z reaktora wzrasta do wartości założonego progu bezpieczeństwa, dokonuje się intensyfikacji odbioru ciepła w wymienniku zlokalizowanym za reaktorem, natomiast jeśli poziom temperatury jest zbyt niski, do mieszanki metanowo-powietrznej doprowadzonej do reaktora katalitycznego dodaje się metanu, co podnosi temperaturę spalin kierowanych do wymiennika ciepła.

W znanych rozwiązaniach katalitycznej utylizacji metanu zawartego w powietrzu występuje bezwładność korygowania zawartości metanu w mieszance kierowanej do reaktora. Wynika to wprost z objętości elementów instalacji zlokalizowanych pomiędzy stanowiskiem korygowania składu mieszanki a reaktorem, a także czasu przepływu porcji mieszanki na drodze od stanowiska korygowania składu do reaktora. Tymczasem jest to problem o kluczowym znaczeniu dla wydajnej i bezpiecznej utylizacji metanu. Jeśli bowiem zawartość metanu w mieszance powietrznej jest zbyt niska, gazy wylotowe z reaktora mają niską temperaturę i proces utylizacji staje się nieopłacalny. Z kolei przy nadmiernej zawartości metanu w mieszance zasadniczo wzrasta temperatura reakcji w reaktorze, co skutkuje niepożądanym przekraczaniem założonej temperatury gazów wylotowych, kierowanych z reaktora do wymiennika i możliwością uszkodzenia reaktora i wymiennika, a w skrajnym przypadku może wystąpić wybuch mieszanki metanowo-powietrznej. Zabezpieczeniem przed niekorzystnymi zjawiskami są układy regulacyjne, regulujące skład mieszanki, które muszą być dostosowane indywidualnie do konkretnej instalacji katalitycznej utylizacji metanu, jednak nawet właściwe przystosowanie takich układów nie zabezpiecza w pełni instalacji przed możliwością wprowadzenia do reaktora nadmiernie bogatej w metan mieszanki.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu i układu urządzeń do katalitycznej utylizacji metanu zawartego w powietrzu kopalnianym, który skutecznie zabezpieczy reaktor przed dopływem mieszanki zbyt bogatej w metan lub wybuchowej, a przez to zapewni w pełni efektywną i bezpieczną pracę tej instalacji.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że przy stwierdzeniu składu mieszanki metanowo-powietrznej kierowanej do spalania katalitycznego zawartości metanu przekraczającej założony próg bezpieczeństwa, mieszankę tą kieruje się poza obieg spalania katalitycznego i zastępuje się ją w dalszym obiegu do reaktora katalitycznego gazem niepalnym.

W praktyce najprostszym jest takie wykonanie tego sposobu, w którym porcję mieszanki o zawartości metanu przekraczającej próg bezpieczeństwa wypuszcza się do atmosfery.

Dla utrzymywania bezpieczeństwa sposobu według wynalazku korzystnym jest, gdy skierowaną poza obieg spalania katalitycznego porcję mieszanki, o zawartości metanu przekraczającej założony próg bezpieczeństwa, zastępuje się w dalszym obiegu do reaktora katalitycznego gazem obojętnym.

Najlepiej jest, gdy w takim przypadku jako obojętny do dalszego obiegu wprowadza się azot.

Najbardziej pożądanym jest, gdy jako próg bezpieczeństwa przyjmuje się najwyższą zawartość metanu w mieszance z powietrzem mniejszą niż 2,5%.

Istota układu urządzeń według wynalazku polega na tym, że za metanomierzem sterującym zaworem regulacyjnym dozowania metanu w przewodzie zainstalowany jest zlokalizowany szeregowo do

niego metanomierz bezpieczeństwa, oraz bufor z upustem mieszanki poza obieg, połączony z wymiennikiem ciepła gaz-gaz, doprowadzającym mieszankę do reaktora katalitycznego, przy czym upust bufora sterowany jest przez metanomierz bezpieczeństwa za pośrednictwem sterownika.

Korzystnym jest, gdy bezpośrednio za buforem i upustem zainstalowane jest przyłącze wlotowe gazu obojętnego, wyposażone w zawór wlotowy sterowany metanomierzem bezpieczeństwa za pośrednictwem sterownika.

W najprostszym wykonaniu bufora jego klapa upustowa ma wylot do atmosfery.

Korzystnie metanomierz bezpieczeństwa wpływa przez sterownik na elementy wykonawcze w zaworach bezpieczeństwa zabudowanych na rurociągu doprowadzającym metan do mieszalnika, oraz w obwodzie zasilania wentylatora podającego mieszankę metanowo-powietrzną do mieszalnika.

Pożądanym jest, aby bufor miał pojemność umożliwiającą zgromadzenie zbyt bogatej porcji mieszanki przez okres konieczny dla otwarcia upustu bufora do atmosfery przy jednoczesnym zamknięciu dopływu mieszanki do reaktora.

Zasadniczą zaletą sposobu i układu urządzeń według wynalazku jest całkowite wyeliminowanie możliwości podawania do reaktora katalitycznego mieszanki metanowo-powietrznej o zawartości metanu mogącej spowodować termiczne uszkodzenie reaktora, a w skrajnym przypadku wybuch mieszanki metanowo-powietrznej. Jeśli w instalacji za mieszalnikiem pojawi się porcja mieszanki przekraczającej założony próg bezpieczeństwa, najczęściej wynoszący maksymalnie 2,5% metanu w mieszance, cała ta porcja mieszanki podlega natychmiastowemu usunięciu z instalacji, co uniemożliwia jej dotarcie do reaktora katalitycznego. Wprowadzenie w miejsce tej usuniętej porcji mieszanki metanowo-powietrznej porcji gazu obojętnego, najlepiej azotu, zapewnia utrzymanie ciągłości bezpiecznej pracy instalacji, przy jednoczesnym schłodzeniu generatora katalitycznego bez niekorzystnych skutków ubocznych. Zatem wykorzystanie wynalazku pozwala na całkowicie bezpieczną utylizację metanu zawartego w powietrzu wydechowym z kopalni, przy jednoczesnym zapewnieniu optymalnej technicznie i ekonomicznie pracy instalacji.

Wynalazek został bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym schemat instalacji do katalitycznej utylizacji metanu zawartego w wydechowym prądzie powietrza kopalnianego.

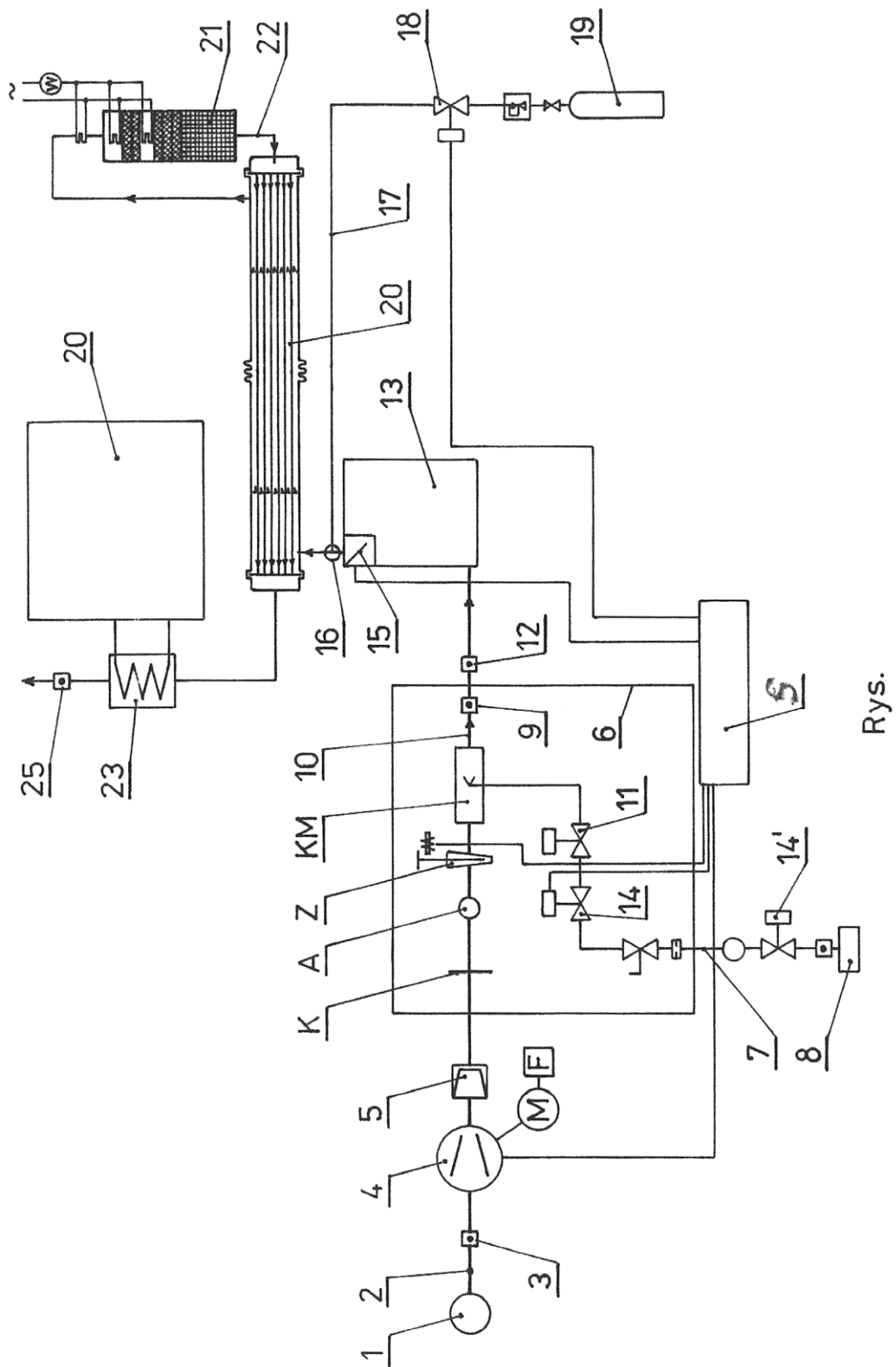
Z szybu 1 ujęte do rurociągu 2 powietrze wydechowe z kopalni, zawierające metan o niskim stężeniu, oscylującym około 0,2%÷0,7% objętościowo i mierzonym ciągle za pomocą metanomierza 3 podawane jest przez wentylator 4 i filtr 5 do mieszalnika 6 wyposażonego w kryzę pomiarową K, anemometr A, zasuwę Z oraz komorę mieszalnika KM. Jednocześnie do mieszalnika 6 doprowadzony jest rurociąg 7 ze stacji odmetanowania 8, co umożliwia wzbogacenie w mieszalniku 6 mieszanki metanowo-powietrznej o stężeniu metanu 0,4÷1,5% obj., kontrolowanym przez metanomierz 9 zainstalowany na rurociągu 10 wychodzącym z mieszalnika 6 i sterującym zaworem regulacyjnym 11, zainstalowanym na rurociągu 7 doprowadzającym metan ze stacji odmetanowania 8. Sporządzona mieszanka metanowo-powietrzna, wypływająca z mieszalnika 6, przechodzi dalej przez następny, zlokalizowany na rurociągu 10 metanomierz bezpieczeństwa 12, za którym zainstalowany jest bufor 13. Metanomierz bezpieczeństwa 12 steruje zaworem bezpieczeństwa 14, usytuowanym na rurociągu 7 przed zaworem regulacyjnym 11, zaworem odciągającym 14' oraz klapą upustową 15, w którą wyposażony jest bufor 13. Za buforem 13 w rurociągu 10 zabudowany jest węzeł 16, do którego, przyłączony jest przewód 17, połączony poprzez zawór 18 ze zbiornikiem azotu 19. Za węzłem 16 znajduje się wymiennik ciepła gaz-gaz 20 połączony z reaktorem katalitycznym 21, skąd spaliny przewodem 22 przez wymiennik ciepła gaz-gaz 20 kierowane są do wymiennika 23 i przez metanomierz 24 wyrzucane do atmosfery. Ciepło odzyskane w wymienniku 23 znajduje zagospodarowanie w obiegu cieplnym 25.

W przypadku stwierdzenia przez metanomierz bezpieczeństwa 12 pojawienia się mieszanki metanowo-powietrznej, zawierającej metan w ilości przekraczającej ustalony próg bezpieczeństwa, przykładowo objętościowo w ilości większej niż 2,5%, metanomierz bezpieczeństwa 12 powoduje natychmiast zamknięcie zaworów bezpieczeństwa 14, 14', wyłączenie wentylatora 4 i odcięcie węzła 16 spowodowane otwarciem klapy upustowej 15. Ponadto powoduje otwarcie zaworu 18 i podanie azotu ze zbiornika 19 do rurociągu 10, przez co do reaktora katalitycznego 21 doprowadzany jest azot. Niebezpieczna porcja mieszanki metanowo-powietrznej przez otwartą klapę upustową 15 wyrzucana jest do atmosfery. Po upływie określonego czasu i obniżeniu się zawartości metanu w rurociągu 10 poniżej progu bezpieczeństwa metanomierz bezpieczeństwa 12 powoduje otwarcie przepływu przez bufor 13, przy zamkniętej klapie upustowej 15 oraz zamkniętym zaworze 18, odcinającym dopływ azotu ze zbiornika 19. Proces katalitycznego spalania metanu zostaje wznowiony.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób katalitycznej utylizacji metanu zawartego w powietrzu kopalnianym, zgodnie z którym na bazie gazów wylotowych na bieżąco i ciągle sporządza się oraz koryguje mieszankę metanowo-powietrzną zawierającą  $0,2 \div 2,5\%$  metanu, a następnie poddaje się ją podgrzaniu i spalaniu katalitycznemu z temperaturą gazów spalinowych nie przekraczającą  $850^{\circ}\text{C}$ , po czym gazy spalinowe, po odzyskaniu ciepła, kierowane są do atmosfery, a odzyskane ciepło kieruje się do użytkowników, **znamienny tym**, że przy stwierdzeniu składu mieszanki metanowo-powietrznej, którą kieruje się spalania katalitycznego, zawartości metanu przekraczającej założony próg bezpieczeństwa, mieszankę tą kieruje się poza obieg spalania katalitycznego i zastępuje się ją w obiegu do reaktora katalitycznego (21) gazem niepalnym.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że porcję mieszanki o zawartości metanu wyższej od założonego progu bezpieczeństwa wypuszcza się do atmosfery.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że skierowaną poza obieg spalania katalitycznego porcję mieszanki zastępuje się w dalszym obiegu do reaktora katalitycznego (21) gazem obojętnym.
4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że jako gaz obojętny do dalszego obiegu podaje się azot.
5. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że jako próg bezpieczeństwa przyjmuje się zawartość metanu mniejszą od  $2,5\%$  metanu w mieszance metanowo-powietrznej.
6. Układ urządzeń do katalitycznej utylizacji metanu zawartego w powietrzu kopalnianym, wyposażony na wlocie w wentylator podający gazy wylotowe z kopalni przewodem do mieszalnika przygotowującego mieszankę metanowo-powietrzną o stężeniu  $0,2 \div 2,5\%$  metanu, połączonego równolegle z dozownikiem metanu, a na wylocie z mieszalnika zainstalowany jest metanomierz sterujący zaworem dozownika metanu, przy czym mieszalnik połączony jest rurociągiem przez wymiennik ciepła gaz-gaz z wlotem reaktora katalitycznego, natomiast wylot spalin połączony jest przewodem poprzez wymiennik ciepła gaz-gaz oraz wymiennik ciepła użytkowego z wylotem do atmosfery, **znamienny tym**, że za metanomierzem (9) sterującym zaworem regulacyjnym (11) dozowania metanu w przewodzie (10) zainstalowany jest metanomierz bezpieczeństwa (12) oraz bufor (13) z upustem (15) połączony z wymiennikiem ciepła gaz-gaz (20) doprowadzającym mieszankę do reaktora katalitycznego (21), przy czym upust (15) sterowany jest przez metanomierz bezpieczeństwa (12) za pośrednictwem sterownika (S).
7. Układ według zastrz. 6, **znamienny tym**, że bezpośrednio za buforem (13) znajduje się przyłącze wlotowe (17) gazu obojętnego wyposażone w zawór wlotowy (18) sterowany metanomierzem bezpieczeństwa (12) za pośrednictwem sterownika (S).
8. Układ według zastrz. 6 albo 7, **znamienny tym**, że kłapa upustowa (15) bufora (13) ma wylot do atmosfery.
9. Układ według zastrz. 6 albo 7, **znamienny tym**, że metanomierz bezpieczeństwa (12) wpływa przez sterownik (S) na elementy wykonawcze w zaworach bezpieczeństwa (14, 14') na rurociągu (7) oraz w obwodzie zasilania wentylatora (4).
10. Układ według zastrz. 6 albo 8, **znamienny tym**, że bufor (13) ma pojemność umożliwiającą zgromadzenie zbyt bogatej porcji mieszanki przez okres konieczny dla otwarcia upustu (15) do atmosfery, przy jednoczesnym zamknięciu dopływu mieszanki do reaktora katalitycznego (21).

Rysunek



Rys.

