

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239556**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431922**

(22) Data zgłoszenia: **22.11.2019**

(51) Int.Cl.

F23J 1/00 (2006.01)

F23C 10/20 (2006.01)

F23G 7/10 (2006.01)

(54)

**Układ odprowadzania popiołu dennego kotła fluidalnego,
zwłaszcza kotła fluidalnego do spalania biomasy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

31.05.2021 BUP 11/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

13.12.2021 WUP 37/21

(73) Uprawniony z patentu:

RAFAKO SPÓŁKA AKCYJNA, Racibórz, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

WITOLD ORZECZOWSKI, Głubczyce, PL

ANDRZEJ ZAJĄC, Racibórz, PL

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Andrzej Masłowski

PL 239556 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ odprowadzania popiołu dennego kotła fluidalnego, zwłaszcza kotła fluidalnego do spalania biomasy.

Znane i powszechnie stosowane układy odprowadzania popiołu dennego kotła fluidalnego, zwłaszcza kotła fluidalnego do spalania biomasy składają się z rur spustowych popiołu, które są zlokalizowane w środkowej części dna dyszowego kotła fluidalnego i służą do odprowadzania nadmiaru zawartości złoża z komory paleniskowej. Otwory wlotowe do rur spustowych muszą być drożne żeby zapewnić wymianę złoża fluidalnego i odprowadzanie jego nadmiaru poprzez system chłodnic, podajników, sit i kruszarek na zewnątrz kotła do zbiorników popiołu dennego. Popiół stanowiący złożo jest narażony na spiekanie i aglomerację, co prowadzi do defluidyzacji złoża i ustania procesu spalania. Temperatura złoża w kotle fluidalnym zawiera się w granicach do 860°C, co pozwala na ograniczenie emisji tlenków azotu w spalinach kotła. Temperatura mięknięcia popiołu uzyskanego ze spalania węgla kamiennego występuje w zakresie pracy 1050°C do 1200°C. Dla porównania temperatura mięknięcia popiołu uzyskanego ze spalania peletów słomy jęczmiennej to 730°C do 800°C. Złożo kotła fluidalnego jest utworzone z drobnego piasku kwarcowego o temperaturze topnienia 1450°C lecz wskutek obecności w złożu dodatków popiołu ze spalania biomasy (80% leśnej +20% agro) w postaci tlenków i soli metali alkalicznych tworzą one z kwarcem eutektyki w postaci aglomeratów. Aglomeraty i spieki powstające wskutek mięknięcia popiołu wytrącające się w złożu w pierwszej kolejności przemieszczają się – z tytułu czynności eksploatacyjnych tzn. potrzeby włączania systemu odprowadzania popiołu ze złoża – w kierunku wlotów do rur spustowych popiołu i swoim gabarytem zatykają te otwory uniemożliwiając wyprowadzanie popiołu ze złoża. Niewymieniane złożo robi się „ciężkie” występuje proces defluidyzacji – zarastania złoża i w takim momencie należy kocioł wyłączyć w celu jego oczyszczenia. W praktyce okazuje się, że po około 3–4 miesiącach ciągłej pracy kotła fluidalnego spalającego biomasę, ponad 50% dysz fluidyzacyjnych ma zaszlakowane otwory, a w ich pobliżu tworzą się spieki i występują aglomeraty, zalegają nadgabaryty w postaci elementów metalu i ceramiki wpadających do kotła wraz z biomasą. Wówczas zjawisko defluidyzacji jest tak duże, że należy kocioł wyłączyć do postoju eksploatacyjnego w celu oczyszczania dna dyszowego. Warunkiem wyprowadzania lotnych frakcji popiołu z kotła wraz z operacją wyprowadzania złoża po jego wyłączeniu jest drożność otworów zsympowych popiołu dennego. Zatem drożność wlotów do rur spustowych popiołu limituje pracę kotła fluidalnego. Popiół o temperaturze złoża około 860°C do 900°C wydostaje się z komory paleniskowej przez rury spustowe, na których są zabudowane działka powietrzne, kompensatory, zasuwy odcinające do systemu chłodnic, podajników, sit oraz kruszarek i na zewnątrz kotła do zbiorników popiołu dennego. Zabudowane działka powietrzne nie zabezpieczają otworów rur spustowych przed ich zatkanie dużym spiekem, nadgabarytem w postaci oderwanego fragmentu obmurza, wtrącenia do paliwa kamieni, złomu itp. W sytuacji braku takiego kosza do rury zsympowej może przedostać się długi fragment (aglomeratu, nadgabarytu w postaci elementu metalu lub ceramiki) i skutecznie zablokować rurę zsympową – wyłączając ją z eksploatacji. Próba ręcznego udrażniania tak długiej rury żaroodpornej (po zdemontowaniu od dołu kompensatora tkaninowego oraz zasuwy) grozi uszkodzeniem delikatnych kompensatorów mieszkowych w niej zabudowanych. W skrajnym przypadku w celu udrożnienia zatoru należy rozciąć, a po usunięciu zatoru zaspawać odcinek takiej rury zsympowej, albowiem działka powietrzne przewidziane do udrażniania wnętrza samej rury zsympowej popiołu nie usuną takiej blokady, zwłaszcza, że są zabudowane w górnej części rur zsympowych. Żeby zabezpieczyć otwory spustowe przed takimi zatorami w kotłach fluidalnych opalanych węglem kamiennym stosuje się kosze wykonane z żaroodpornych prętów zabudowane na ich wlocie. Kosze te zabezpieczają otwory do rur zsympowych przed ich zablokowaniem dużym spiekem, nadgabarytem itp. Wadą tych koszy jest jednak ich duża rozgrzana powierzchnia, która w kontakcie z popiołem powoduje powstawanie spieków i szlakowanie na powierzchniach prętów miękającego w tej temperaturze popiołu. W rezultacie takie kosze są źródłem powstawania lokalnych spieków i powodem powstawania zatorów na drodze transportowej wyprowadzania popiołu z kotła. Dodatkowo z powodów technologicznych, z uwagi na konieczność zabudowy odgięć rurowych, w miejscu zabudowy rur zsympowych popiołu występuje zmniejszona ilość dysz fluidyzacyjnych i występuje zubożony proces fluidyzacji. Odstonięte – w miejscu zabudowy rur zsympowych, nie chłodzone powietrzem z dysz fluidyzacyjnych – fragmenty żarobetonu są również źródłem powstawania lokalnych spieków i szlakowania popiołu na swoich gorących powierzchniach. Dla gęstego rozmieszczenia dysz fluidyzacyjnych w podziałce 142 x 142 – bez naruszania ich podziałki – należy wykonać trudne technologicznie nowe odgięcia w płaszczyźnie pionowej rur ciśnieniowych. Nie ma przy tym pewności, że skuteczność fluidyzacyjna

tak rozmieszczonych dysz zabezpieczy rejon zsyków przed wytrącaniem się spieków oraz aglomeracją tego rejonu i nadal pozostanie problem braku zabezpieczenia otworów do rur zsykowych przed ich zablokowaniem dużym spiekem napływającym wraz z transportowanym popiołem aglomeratem z innych rejonów kotła, nadgabarytem itp.

W celu wyeliminowania problemów aglomeracji rur zsykowych z kotła fluidalnego zastosowano kosz rurowy składający się z rur z otworami dyszowymi do fluidyzacji pionowej w kierunku otworu zsykowego oraz z dysz strumieniowych (konfuzorów) fluidyzujących promieniowo w poziomej płaszczyźnie otworu zsykowego. Zgodnie z wynalazkiem kosz fluidyzacyjny jest chłodzony powietrzem i zbudowany jest z zespawanych profili rurowych do fluidyzacji pionowej z otworami dyszowymi usytuowanymi w dolnej części ich przekroju, które zostały ukształtowane od strony zasilania do postaci syfonów zapobiegających przesypywaniu się popiołu do skrzyni powietrznej. Otwory dyszowe w profilach rurowych mają kształt stożka i są rozmieszczone w sposób ukierunkowujący przepływ popiołu w kierunku otworu zsykowego. Średnica otworów dyszowych, kąt stożka, liczba otworów i ich rozmieszczenie na profilu rury kosza są indywidualnie dostosowane do potrzebnej ilości i strumienia przepływu powietrza w rejonie otworu zsykowego. Natomiast składową częścią tak wykonanego kosza są dysze strumieniowe (konfuzory) fluidyzujące w płaszczyźnie otworu zsykowego, które mają kształt zbutelkowanej rury. Kosze rurowe z otworami dyszowymi są mocowane bezpośrednio do istniejących dysz fluidalnych komory paleniskowej kotła fluidalnego i są zasilane wentylatorowym gorącym powietrzem pierwotnym ze wspólnej dla wszystkich dysz skrzyni powietrza. Mogą one pracować również w wersji zasilania indywidualnego (innego niż instalacja gorącego powietrza wentylatorowego pierwotnego), przykładowo z wentylatorowej instalacji gorącego powietrza wtórnego lub niezależnej sieci dmuchaw, sprężarek i temu podobnych. Powietrzne kosze rurowe aktywnie uczestniczą w procesie fluidyzacji złoża i dozowania powietrza do wymaganych stref paleniska. Kosz z profili rurowych wyposażony w otwory dyszowe uczestniczy w procesie chłodzenia rejonu otworu zsykowego, fluidyzacji i transportu popiołu, a ilość powietrza w nim transportowanego jest uwzględniana w łącznym bilansie ilości powietrza do kotła. Otwory dyszowe są zlokalizowane w dolnej części rur kosza, co zapobiega ich zasypywaniu, penetracji i przesypywaniu się popiołu do ich wnętrza. Zarówno rury z otworami dyszowymi jak i dysze strumieniowe są chłodzone powietrzem i wdmuchują je do złoża uczestnicząc w procesie spalania biomasy. Zastosowano wentylatorowe powietrze pierwotne (procesowe) o temperaturze 200°C używane jako powietrze podstawowe dozowane do dysz fluidyzacyjnych kotła do spalania paliwa (biomasy). Konstrukcja takiego dyszowego kosza zsykowego chłodzonego powietrzem nie wymaga dodatkowych instalacji i został on zabudowany na istniejących dyszach fluidyzacyjnych w rejonie każdego wlotu do rur spustowych popiołu dennego kotła. Dzięki takiej zabudowie powietrze z najbliższych usytuowanych dysz zostało skierowane w pobliże otworu zsykowego i zaangażowane do schładzania tego rejonu oraz do ukierunkowania transportu popiołu do wlotu rur spustowych popiołu dennego. Fluidyzacja otworu dysz powietrzem wentylatorowym o ciśnieniu mniejszym od 20 kPa jest efektywna w odległości mniejszej od 100 mm, dlatego dobrano kształty rur dyszowych o kształtach zbliżonych do dna i otworu zsykowego w celu zintensyfikowania procesu schładzania i fluidyzacji w bezpośrednim rejonie otworu zsykowego. Kosze z dyszami zdmuchującymi nie zapobiegają aglomeracji złoża w całej objętości komory paleniskowej, lecz mają one za zadanie jedynie umożliwić wyprowadzenie popiołu ze złoża i zapobiec "zakorkowaniu" tych otworów spiekami większym od średnicy otworu zsykowego, co umożliwi pracę kotła dłuższą od dotychczasowej, to jest max. 30 dni. Po zastosowaniu opisanych koszy fluidyzacyjnych wydłużono cykl pracy kotła na pół roku pomiędzy kolejnymi czyszczeniami kotła. Podwyższa to dyspozycyjność pracy kotła i zaoszczędza koszty jego rozpalania.

Przedmiot wynalazku pokazano w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 ukazuje rurowy kosz fluidyzacyjny w rzucie z góry, fig. 2 pokazuje kształt kosza utworzonego z giętych i zespawanych profili rurowych w przekroju pionowym, fig. 3 (przekrój A-A) pojedynczy profil dyszy rurowej w widoku z boku, z kolei fig. 4 (szczegół „a”) zabudowę dysz rurowych, fig. 5 pokazuje rurę dyszową współpracującą z rurami strumieniowymi, zaś fig. 6 ukazuje pojedynczą dyszę strumieniową (konfuzor) wykonaną jako zbutelkowana rura.

Jak pokazano na rysunku, układ odprowadzania popiołu dennego kotła fluidalnego, zwłaszcza kotła fluidalnego do spalania biomasy ma postać kosza rurowego z otworami dyszowymi 6, 7, 8, 9 mocowanego bezpośrednio do istniejących dysz fluidyzacyjnych 1, 2, 3, 4 komory paleniskowej kotła fluidalnego oraz ze strumieniowych dysz 5 do fluidyzacji w płaszczyźnie otworu zsykowego, zabudowanych na dyszach fluidyzacyjnych 10 i 11. Zarówno rury z otworami dyszowymi 6, 7, 8, 9 jak i dysze strumieniowe (konfuzory) 5 są chłodzone powietrzem i wdmuchują je do złoża uczestnicząc w procesie

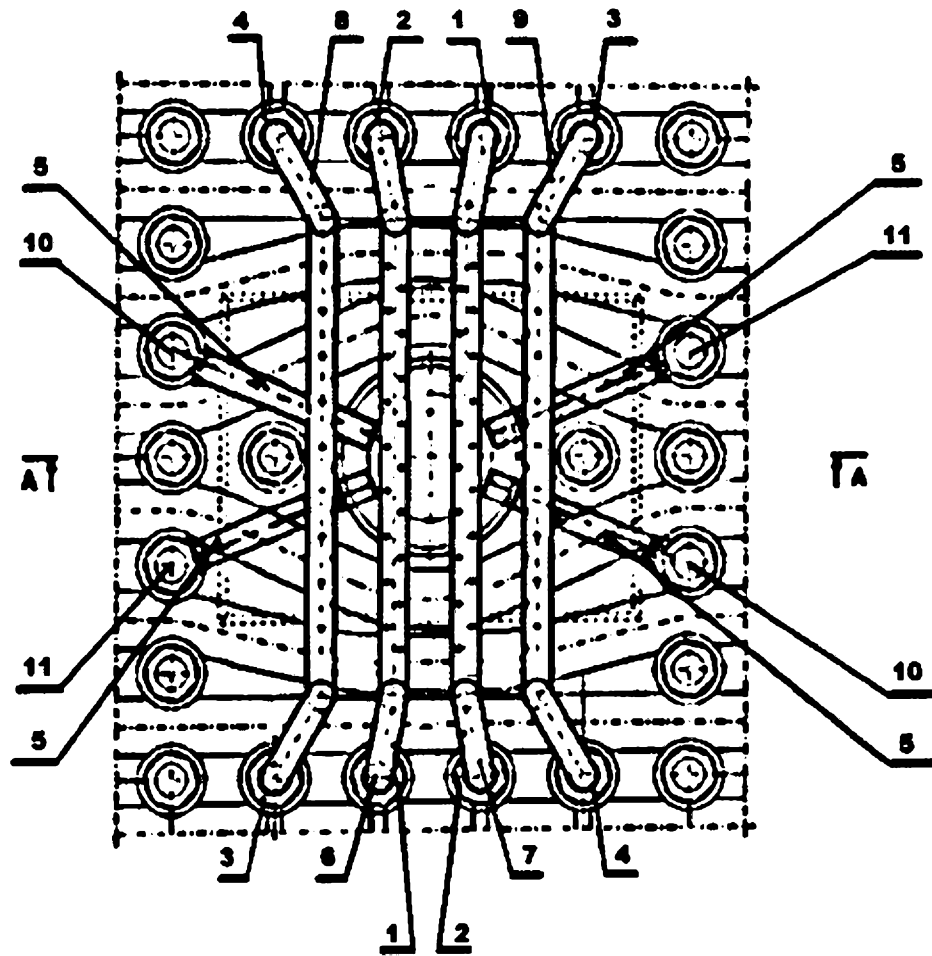
spalania biomasy. Tak wykonany kosz jest zasilany wentylatorowym gorącym powietrzem pierwotnym ze wspólnej dla wszystkich dysz skrzyni powietrza. Zastosowano wentylatorowe powietrze pierwotne (procesowe) o temperaturze około 200°C, używane jako powietrze podstawowe jest dozowane do dysz fluidyzacyjnych kotła w celu spalania biomasy. Kosz uczestniczy w procesie chłodzenia żarobetonu rejonu otworu zsykowego, fluidyzacji transportu popiołu w rejonie otworu zsykowego z kotła, a ilość transportowanego w nim powietrza jest uwzględniana w łącznym bilansie ilości powietrza do kotła. Z uwagi na to, że fluidyzacja otworu dysz powietrzem wentylatorowym o ciśnieniu mniejszym od 20 kPa jest efektywna w odległości mniejszej od 100 mm, dobrano kształty rur dyszowych o kształtach zbliżonych do dna i otworu zsykowego, w celu zintensyfikowania procesu schładzania i fluidyzacji w bezpośrednim rejonie otworu zsykowego. Zadaniem kosza fluidyzacyjnego jest odprowadzenie popiołu ze złoża i zapobiegnięcie „zakorkowaniu” otworów zsykowych spiekami większym od średnicy otworu zsykowego. Umożliwia to dłuższą pracę kotła.

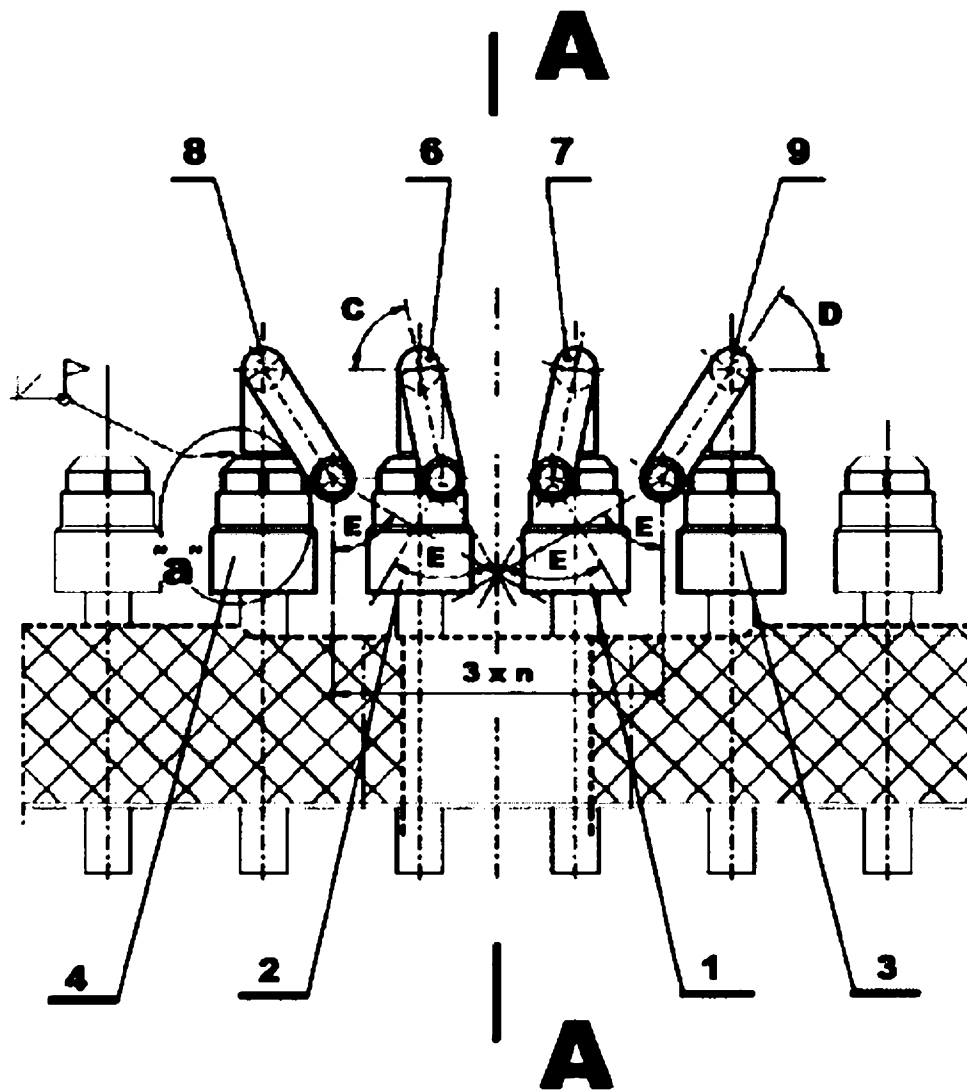
W odmianie wykonania kosz może pracować również w wersji zasilania indywidualnego, innego niż instalacja wentylatorowego powietrza pierwotnego. Przykładowo może być zasilany z wentylatorowej instalacji gorącego powietrza wtórnego lub z niezależnej sieci dmuchaw bądź sprężarek o wyższym ciśnieniu poprawiającym skuteczność fluidyzacji. Powietrzne kosze rurowe aktywnie uczestniczą w procesie fluidyzacji złoża i dozowania powietrza do wymaganych stref paleniska.

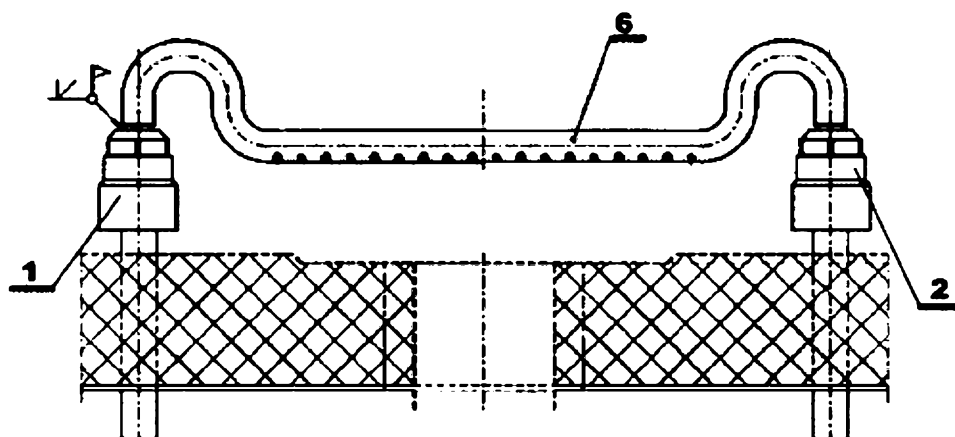
Zastrzeżenia patentowe

1. Układ odprowadzania popiołu dennego kotła fluidalnego, zwłaszcza kotła fluidalnego do spalania biomasy, mający postać kosza wykonanego z żaroodpornych rur i zabudowanego na istniejących dyszach fluidyzacyjnych w rejonie każdego wlotu do rur spustowych popiołu dennego kotła, **znamienny tym**, że zabudowany bezpośrednio na dyszach fluidyzacyjnych (**10**, **11**) kosz fluidyzacyjny jest wykonany z profili rurowych (**6**, **7**, **8**, **9**) do fluidyzacji pionowej, które są wyposażone w stożkowe otwory dyszowe usytuowane kątowo i naprzemianlegle w dolnej części ich przekroju, i które są ukształtowane od strony zasilania na podobieństwo syfonów zapobiegających przesypywaniu się popiołu do skrzyni powietrznej oraz z dysz strumieniowych (**5**) do fluidyzacji w płaszczyźnie otworu zsykowego, zabudowanych tak, by wypadkowy strumień powietrza był skierowany w dół, w kierunku osi otworu zsykowego, z tym, że w miejscu zabudowy dysz strumieniowych (**5**) profile rurowe (**6**, **7**, **8**, **9**) są pozbawione otworów, przy tym profile rurowe (**6**, **7**, **8**, **9**) oraz dysze strumieniowe (**5**) są mocowane bezpośrednio do dysz fluidyzacyjnych (**1**, **2**, **3**, **4**, **10** i **11**) metodą spawania lub pośrednio z użyciem odpornych na pracę w złożu kotła nierdzewnych elementów łącznych umożliwiających wymianę i montaż do dysz fluidyzacyjnych (**1**, **2**, **3**, **4**, **10** i **11**).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wykonane z żaroodpornej i kwasoodpornej stali profile rurowe (**6**, **7**, **8**, **9**) po wygięciu ich i zespawaniu tworzą kosz fluidyzacyjny.
3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dysze strumieniowe (**5**) mają kształt zbutelkowanej rury.
4. Układ zastrz. 1, **znamienny tym**, że profile rurowe i dysze strumieniowe są zasilane wentylatorowym gorącym powietrzem pierwotnym ze wspólnej dla wszystkich dysz skrzyni powietrza.

Rysunki

**fig. 1**

**fig. 2**



A - A

"a"

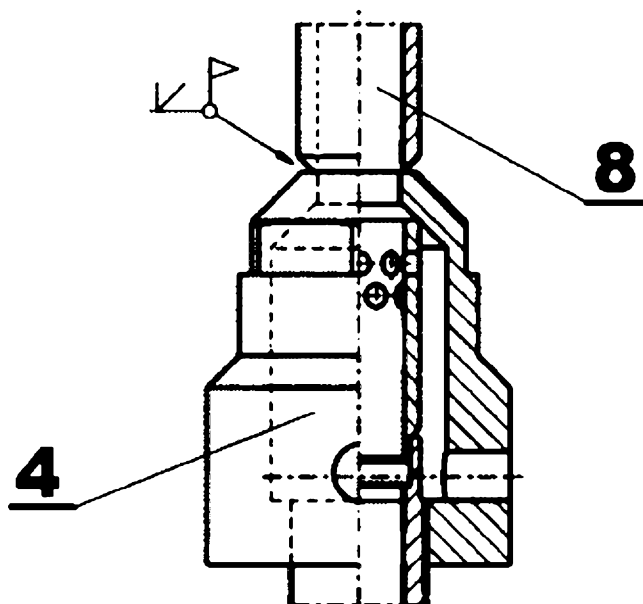
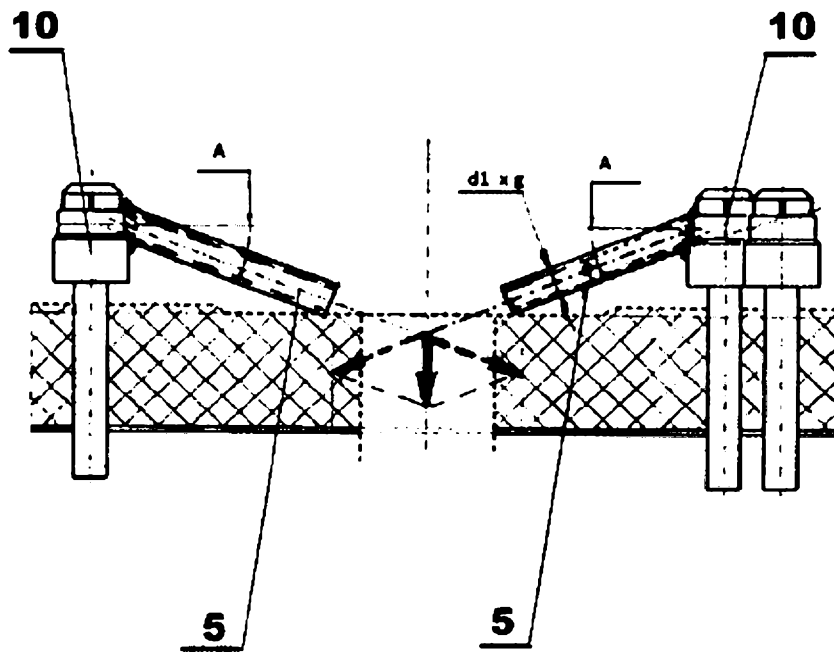
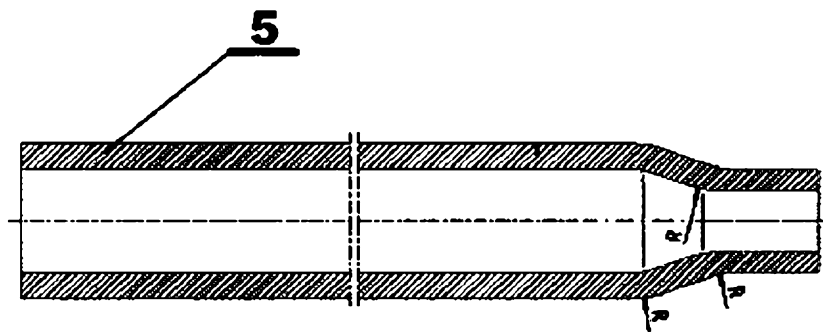


fig. 4

**fig. 5****fig. 6**