



**Patent dodatkowy
do patentu** _____

Zgłoszono: 25.III.1965 (P 108 087)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 14.V.1966

Kl. 13 a, 28

MKP F 22 b 31/02

UKD



Współtwórcy wynalazku: Roman Mienkina, inż. Zbigniew Romanczuk,
mgr inż. Zdzisław Radzikowski, mgr inż. Stefan Zieliński, Zenon Miś, mgr inż. Antoni Śliwa,
mgr inż. Henryk Grzegorzek

Właściciel patentu: Zakłady Cynkowe „Silesia” Przedsiębiorstwo Państwowe Katowice — Wełnowiec (Polska)

**Urządzenie do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych
a zwłaszcza ze spalin uzyskiwanych w piecach hutniczych**

1

Przedmiotem wynalazku jest przystosowany do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych o temperaturze od 500 do 800°C bezpaleniskowy kocioł do produkcji pary nasyconej złożony z trzech cylindrycznych walczków połączonych opłómkami zaopatrzonymi w łagodne zakrzywienia (kolana). Bezpaleniskowy kocioł z wyjątkiem części górnego walczaka usytuowany jest w ceramicznym obmurzu.

Dotychczas znane bezpaleniskowe kotły płomienicowe stosowane do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych o temperaturze od 500 do 800°C lub nawet nieznacznie powyżej tej temperatury składały się z poziomo usytuowanego cylindrycznego walczaka w którym była zamocowana jedna, dwie lub trzy płomienice. Płomienice były całkowicie zanurzone w wodzie w czasie wytwarzania pary. Walczak zewnętrzny wykonany był z blachy kotłowej, połączonej szwami podłużnymi i poprzecznymi. Złącza te przeważnie były spawane.

Ze względu na ograniczoną długość blach walczak wykonany był z kilku części (dzwon), łączonych ze sobą przez spawanie. Płomienice były wykonane z rur stalowych, którym przez wygniatanie między odpowiednio ukształtowanymi walcami nadawano kształt falisty. Falistość płomienic zapewniała sprężystość potrzebną do wyrównywania różnic w wydłużeniach między walczakiem a płomienicą przy równoczesnym zwiększeniu powierzchni ogrzewalnej.

2

Zaletą bezpaleniskowych kotłów płomienicowych była duża pojemność wodna umożliwiająca w zależności od spadku ciśnienia wyzyskanie ciepła zakumulowanego w wodzie do dodatkowej produkcji pary, dzięki czemu kocioł nie był wrażliwy na zmianę obciążenia. Do zasilania kotła można było używać wody o stopniu twardości 7°n, ponieważ wytrącony z wody kamień kotłowy można było stosunkowo łatwo usunąć z powierzchni ogrzewalnej. Nie oznaczało to jednak, że do zasilania kotła używać można było wody zanieczyszczonej substancjami organicznymi i nieorganicznymi. Poza tym z uwagi na prostą konstrukcję kotła nie wymagał on specjalnie wyszkolonej obsługi i wykazywał stosunkowo dużą pewność działania.

Pomimo tych zalet bezpaleniskowy kocioł płomienicowy wykazywał szereg wad. Zasadniczą wadą tych kotłów było to, że można było przy pomocy nich uzyskiwać małe wydajności pary o niskim ciśnieniu z tym, że rozruch kotłów płomienicowych był długi z uwagi na długotrwały czas rozgrzewania kotła (od 6 do 12 godzin). Bezpaleniskowe kotły płomienicowe wykazywały stosunkowo niską sprawność cieplną a ich oczyszczanie z osadzonych pyłów w płomienicach narażało na znaczne trudności w czasie przepływu spalin, przez co obniżał się przepływ ciepła przez ściankę płomienicy do wody znajdującej się w walczaku. Poza tym zużycie stali na jednostkę wyprodukowanej pary było duże przy

równoczesnym znacznym zapotrzebowaniu miejsca na zakudowę kotła.

Także dotychczas znane i stosowane bezpaleniskowe kotły płomieniówkowe do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych składały się zwykle z poziomo usytuowanego walczaka wyposażonego w wiązkę rur (płomieniówek) omywanych wewnątrz spalinami a zewnątrz wodą lub parą. Przez podzielenie dużego strumienia spalin na kilkadziesiąt a nawet na kilkaset mniejszych strumieni w płomieniówkach uzyskano lepszy współczynnik przenikania ciepła niż to miało miejsce w kotłach płomienicowych oraz uzyskano możliwość zabudowania większej powierzchni ogrzewalnej w takiej samej przestrzeni.

Dzięki temu kotły płomieniówkowe miały mniejsze wymiary niż kotły płomienicowe o takiej samej wydajności. Jednak najbardziej rozpowszechnione były kotły będące kombinacją kotła płomienicowego z kotłem płomieniówkowym. Zamknięcie płomienicy stanowiło wtedy ścianę sitową w której zawalcowane były płomieniówki. Drugie końce płomieniówek umocowane były w tylnej ścianie sitowej tworzącej zarazem ściankę dymnicy. Przy takiej konstrukcji płomienica i płomieniówki zanurzone były w wodzie.

Zaletą tych kotłów była duża pojemność wodna i związana z tym wysoka równomierność produkcji pary a ponadto niewrażliwość na jakość wody. Do wad natomiast należy zaliczyć stosunkowo małą wartość współczynnika wymiany ciepła, niemożność uzyskania pary wysokiego ciśnienia, ograniczoną wydajność pojedynczego kotła, porywanie wody z parą przy nagłym wzroście obciążenia, wyraźną zależność temperatury spalin od obciążenia i duży opór przepływu spalin. Poza tym czyszczenie płomieniówek z pyłów wytrąconych ze spalin następczo wiele trudności, przez co pozostający pył powodował obniżenie współczynnika wymiany ciepła.

Czyszczenie płomieniówek w czasie pracy kotła było niemożliwe. Poza tym kocioł płomieniówkowy źle znosił różnicę temperatur przepływających spalin. Następstwem tego były nieszczelności w zawalcowaniach płomieniówek oraz mała trwałość den sitowych. Nieco usunięto wady kotłów płomieniówkowych przez zastosowanie oddzielnego oddzielacza pary, co polepszyło parametry pary płynącej do podgrzewacza i umożliwiło zwiększenie liczby płomieniówek przy danej średnicy parownika.

Także dotychczas znane i często stosowane były bezpaleniskowe kotły stromorurkowe, w których powierzchnie ogrzewalne stanowiły wiązki opłomek, tworzące połączenie między walczakami umieszczonymi w dolnej i górnej części kotła. Najbardziej rozpowszechnione były swego czasu kotły charakteryzujące się dwoma, trzema lub czterema walczakami połączonymi wiązkami prostych opłomek.

W ulepszonych konstrukcjach walczaki były połączone wiązkami opłomek, które po łagodnym łuku wchodziły do walczaków, z tym, że przedłużenie osi części końcowej opłomek przechodziło przez środek cylindrycznych walczaków. Przez wy-

gięcie opłomek uzyskano lepszą kompensację wydłużeń niż przy opłómkach prostych. Mocowanie bowiem opłomek do przynitowanych do walczaków wytłoczonych z płachy płyt schodkowych o powierzchniach prostopadłych do osi opłomek dawały sztywny układ rur, który był powodem częstych uszkodzeń kotła a zwłaszcza powodem nieszczelności rur poziomych łączących ze sobą walczaki dolne oraz walczaki górne.

Obieg wody w tym kotle kształtował się w ten sposób, że woda opadała rurami pęczka tylnego a wznosiła się pęczkiem przednim i częściowo rurami pęczka środkowego lub nawet tylnego. Górne walczaki połączone były rurami wodnymi wyrównującymi poziom wody w walczakach oraz rurami parowymi odprowadzającymi parę z walczaka umieszczonego z przodu kotła do walczaka głównego, przy czym para z kolei szła do zbiornika pary nasyconej i dalej na przykład do przegrzewacza pary. Zbiornik pary spełniał zadanie osuszacza pary oraz w przypadku porywania wody przez parę przeciwdziałał przedostawaniu się wody do przegrzewacza pary.

W przypadkach różnicy temperatur przepływających spalin w niektórych opłómkach szczególnie posiadających stosunkowo ostre załamania następowała zupełna stagnacja cyrkulacji wody z powodu znacznych oporów, przez co rury ulegały szybko zniszczeniu. Pomimo promieniowo przymocowanych rur do walczaków oraz znacznej ilości otworów prostopadłych w obmurzu kotła dla zdmuchiwaczy, oczyszczanie powierzchni ogrzewalnej z wytrąconych ze spalin pyłów było stosunkowo trudne i zwykle nie dawało zadowalających wyników. Dalszą wadą tego typu kotłów był stosunkowo wysoki wskaźnik zużycia stali na jedną tonę wyprodukowanej pary w ciągu jednej godziny. W kotłach tego typu do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych o temperaturze od 500 do 800°C nie ekranowano ścian z uwagi na to, że gazy po wyjściu z kotła powinny posiadać temperaturę od 200 do 300°C.

Znane dotychczas i ostatnio często stosowane bezpaleniskowe kotły wodnorurkowe z przymusowym obiegiem wody składają się z opłomek, usytuowanych bezpośrednio w kanale gazów spalinowych. Pierwszą powierzchnią ogrzewalną umieszczoną na drodze spalin był przegrzewacz pary kotła bezpaleniskowego.

Drugą powierzchnią ogrzewalną był parownik a jako trzecia powierzchnia ogrzewalna na drodze spalin usytuowany był podgrzewacz wody. Walczak tego kotła był umieszczony zwykle poza kanałem spalinowym i do niego była doprowadzana za pomocą pompy obiegowej woda, która przepływała przez podgrzewacz wody. Druga pompa obiegowa przetłaczała wodę z walczaka poprzez wężownicę parownika z powrotem do walczaka, w którym następowało oddzielenie pary od cieczy. Para z walczaka odpływała do przegrzewacza pary i po przepłynięciu przez jego wężownicę odprowadzana była do rurociągu.

Dla zapewnienia równomiernego rozdziału wody pomiędzy poszczególne wężownice parownika zamontowywano kłazy dławiące. Kłazy dławiące

szczególnie korzystnie wpływają na pracę kotła w przypadku spadku temperatury spalin odlotowych kiedy wielokrotność obiegu wody mogłaby się znacznie zwiększyć. Opłomki w zespole przegrzewacza pary, parownika i podgrzewacza wody ustawione były prostopadłe do osi strumienia spalin.

Wtedy osiągnano najkorzystniejszy współczynnik przewodnictwa, bowiem wymiana ciepła między spalinami a rurami, na przykład parownika, przebiegała głównie przez konwekcję. Jednak przy zapyleniu spalin, przekraczającym 20 g/Nm^3 , ustawienie rur naprzeciw strumienia spalin było niecelowe ze względu na występującą erozję rur już przy szybkości spalin poniżej 5 m/sek . W przypadku znacznego zapylenia poszczególne węzownice były usytuowane po bokach kanału spalinowego. Przy takim usytuowaniu węzownice obniża się znacznie wykorzystanie ciepła jawnego spalin przy równoczesnym obniżeniu wydajności kotła.

Zaletą tego typu kotłów jest to, że konstrukcja kotła jest elastyczna i w zasadzie dobrze przystosowana do dużych i częstych zmian temperatury doprowadzanych spalin. Także nie bez znaczenia dla lokalnych warunków jest dowolność ukształtowania kotła w zależności od kanału spalinowego. Przy tego typu kotłach jest stosunkowo bardzo niski wskaźnik zużycia stali na jedną tonę wytwarzanej pary na godzinę z uwagi na to, że można stosować rury o małym przekroju.

Wadą tego typu kotłów jest to, że są bardzo wrażliwe na jakość wody i koniecznie należy stosować przy ich eksploatacji pompy obiegowe, co przy spadku temperatury spalin jest bardzo nieefektywne ekonomicznie. Poza tym do węzownice jest zwykle utrudniony dostęp i w czasie pracy kanału spalinowego jest trudno usunąć osadzony na nich pył oraz nie można łatwo przez to usunąć oporów na drodze przepływu spalin. Przeważnie trudne jest na drodze spalin do komina zainstalowanie wentylatora z uwagi na to, że kanały spalinowe są zwykle umieszczone głęboko pod powierzchnią dolnego poziomu roboczych pieców hutniczych.

Celem wynalazku jest usunięcie lub przynajmniej zmniejszenie niedogodności, wynikających przy stosowaniu bezpaleniskowych kotłów do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych o temperaturze od 500 do 800°C .

Zadanie wytyczone w celu zmniejszenia podanych niedogodności zostało rozwiązane zgodnie z wynalazkiem w ten sposób, że bezpaleniskowy kocioł stromorurkowy złożony jest z jednego górnego walczaka i dwóch dolnych walczaków połączonych z górnym walczakiem wiązkami opłomek, które zaopatrzone są przed połączeniem ich końcówek z walczakami w łagodne zakrzywienie (kolana). Każdy dolny walczak połączony jest z górnym dwoma wiązkami opłomek z tym, że poszczególne wiązki przedzielone są przegrodą ceramiczną.

Przedłużenia osi pionowych dolnych walczaków są styczne do obwodu walczaka górnego. Łagodne zakrzywienia (kolana) opłomek nie utrudniają cyrkulacji wody i pozwalają na łatwe zdmuchiwanie pyłu osadzającego się na opłomkach w czasie obniżania temperatury spalin w trakcie przepływania ich przez wiązkę opłomek. Usuwanie pyłu do-

konuje się przy pomocy zdmuchiwalcy pracujących przy pomocy sprężonego powietrza i prowadzonych w prowadnicach usytuowanych w narożnych ściankach obmurza.

Dzięki temu cała wysokość opłomek może być wykorzystana w czasie przepływu spalin odlotowych. Poza tym zainstalowany wewnątrz górnego walczaka osuszacz pary przed otworem odprowadzającym parę pozwala na wykroplenie porywanej wody przez parę opuszczającą walczak.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych w pionowym przekroju podłużnym, fig. 2 — jego pionowy przekrój poprzeczny a fig. 3 — poziomy przekrój wzdłuż linii A—A na fig. 2.

Urządzenie do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych o temperaturze od 500 do 800°C a zwłaszcza spalin uzyskiwanych w piecach hutniczych składa się z cylindrycznego walczaka górnego 1, dwóch dolnych walczaków 2 i 3, przy czym przedłużenia osi pionowych walczaków 2 i 3 są styczne do obwodu górnego walczaka 1. Walczak 1 połączony jest z walczakami 2 i 3 czterema wiązkami opłomek 4, zaopatrzonymi w łagodne zakrzywienia (kolana) 5, których promień łuku, najbardziej przesuniętego w stosunku do osi pionowej części pionowej opłomki 4, waha się w granicach czterech średnic opłomki 4 a kąt zakreślony tym łukiem wynosi od 35 do 100° .

Przedłużenia osi odcinków opłomek 4 połączonych z walczakami 1, 2 i 3 przechodzą przez środek walczaków 1, 2 i 3. Opłomki 4 w poszczególnych czterech wiązkach ułożone są w równoległych rzędach w równych odstępach jedna od drugiej (w szachownicy) z tym, że wiązki łączące walczak 3 z walczakiem 1 składają się z trzech rzędów opłomek 4 a walczak 2 połączony jest wiązkami opłomek 4 zabudowanych w czterech rzędach.

Walczaki 2 i 3 po obu stronach wyposażone są we włazy 6 a walczak 1 we właz 7, o kształcie eliptycznym. Walczaki 2 i 3 zaopatrzone są po dwie nasady 8 dla przewodu odmulającego, usytuowane bliżej włazów 6, ale nie naprzeciw wiązek opłomek 4. Górny walczak 1 wyposażony jest w nasadę 9 dla przewodu odsalającego.

Poza tym górny walczak 1 zaopatrzony jest w nasadę 10 dla manometru, nasadę 11 dla wodowskazu, nasadę 12 dla zaworu bezpieczeństwa, nasadę 13 dla zaworu odpowietrzającego, nasadę 14 dla przewodu rozruchowego, nasadę 15 dla przewodu odprowadzającego parę z walczaka 1 i nasadę 16 dla przewodu zasilającego walczak 1 w zmiekczoną wodę z tym, że przewód 17 usytuowany wewnątrz walczaka 1 wprowadza wodę pod poziom wody znajdujący się w walczaku 1. Naprzeciw nasady 15 przewodu odprowadzającego parę z walczaka 1 usytuowany jest wewnątrz walczaka 1 osuszacz pary 18 o przekroju równomiernego trapezu i podstawie prostokąta.

Podstawa osuszacza 18 przymocowana jest do wewnętrznej górnej powierzchni walczaka 1 lub do nasady 15 z tym że do dolnej równoległej do podstawy płaszczyzny osuszacza 18 przymocowany

jest przewód 18a odprowadzający wytraconą w osuszacz 18 wodę.

Konstrukcję nośną bezpaleniskowego kotła według wynalazku stanowi stalowy szkielet, którego tylko niektóre fragmenty są uwidocznione na rysunku. Walczak 1 opiera się na dźwigarach 19, stanowiących część składową konstrukcji nośnej z tym, że dolne walczaki 2 i 3 są wsparte bezpośrednio na betonowym fundamencie 20 kotła. Ceramiczne obmurze usztywnione jest słupami 21, usytuowanymi po obu stronach krótszych ścian obudowy ceramicznej.

Zewnętrzne mury 22 obmurza składają się z cegły czerwonej oraz zaprawy wapienno-cementowej a mury wewnętrzne 23 wykonane są z cegły szamotowej na zaprawie szamotowej. Mury szamotowe 23 są związane co pięć warstw z cegłą czerwoną 24 lub ogniotrwałą, którą wchodzi w mur przeciwnieległy.

Miedzy murem z cegły czerwonej 22 i szamotowej 23 jest szczelina 25 wypełniona watą żużlową. Wolne przestrzenie 26 pod dolnymi walczakami 2 i 3 wypełnione są żużlem kotłowym z tym, że pod same walczaki 2 i 3 w celu zapobieżenia korozji układa się watę żużlową. Dolne powierzchnie 27 walczaka górnego 1 stykające się ze spalinami oraz górne powierzchnie walczaków dolnych 28 pokryte są betonem ogniotrwałym.

Górna wystająca część walczaka 1 jak i czoła walczaków 2 i 3 za wyjątkiem włazów 6 i 7 jest otulona materiałem izolacyjnym 29 i pokryta blachą podtrzymującą izolującą otulinę. W obmurzu kotła na dłuższych ścianach usytuowane są po trzy drzwiczki włazowe 30 z których dwoje drzwiczek usytuowanych jest nieco powyżej walczaków 2 i 3 a jedno drzwiczki 30 są usytuowane poniżej walczaka 1 w połowie dłuższej ściany obmurza.

W obmurzu także usytuowanych jest szesnaście rur-prowadnic 31 do zdmuchiwalczy pyłów na dwóch poziomach między dolnymi walczakami 2 i 3 oraz górnym walczakiem 1 po cztery prowadnice 31 na każdej ścianie obmurza. Prowadnice 31 usytuowane na dwóch stykających się ze sobą ścianach obmurza są równoległe względem siebie a przedłużenia ich osi znajdują się w szczelinie pomiędzy dwoma sąsiednimi rzędami opłomek 4 przy czym osie prowadnic 31 są prostopadłe do osi opłomek 4.

Otwory prowadnic 31 zdmuchiwalczy pyłów oddzielone są od atmosfery zasłonami 31a w kształcie półkulistych blaszek osadzonych na jednej śrubie. Wystający z prowadnicy 31 zdmuchiwalczy pyłów, który stanowi metalowa rurka podłączona do przewodu sprężonego powietrza nie natrafia na rury opłomkowe 4, tak, że wychodzący ze zdmuchiwalczy strumień powietrza dociera do przegrody ceramicznej 32, a gdy zdmuchiwalczy posiada otwory usytuowane prostopadłe do swojej osi, wtedy sprężone powietrze obejmuje swoim działaniem przestrzenie między opłomkami 4, prostopadłe położone w stosunku do osi zdmuchiwalczy.

Dwie krótsze ściany boczne zaopatrzone są w dwa otwory 33 i 34 o przekroju okrągłym usytuowane nad dolnymi walczakami. Otwór 33 na spaliny, wpływające do kotła, posiada przekrój więk-

szy niż otwór 34, odprowadzający spaliny z kotła. Komora w której usytuowane są wiązki opłomek 4, przedzielona jest przegrodą 32, nie stykającą się jedynie od góry z walczakiem 1. Przegroda 32 usytuowana jest prostopadłe do osi walczaków 1, 2 i 3.

Działanie bezpaleniskowego kotła według wynalazku przebiega w ten sposób, że gorące spaliny wpływają otworem 33 do komory, gdzie usytuowane są wiązki opłomek 4, oddają część swego ciepła wodzie znajdującej się w opłomkach 4, po czym pod działaniem ciągu wentylatora przepływają poprzez wolną przestrzeń między walczakiem 1 i przegrodą ceramiczną 32 do następnej komory gdzie znajdują się dwie kolejne wiązki opłomek 4.

W pierwszej komorze opłomki doprowadzają wodę ogrzaną z dolnych walczaków 2 i 3 do górnego walczaka 1, a w drugiej komorze przeważnie woda opada z walczaka 1 do walczaków 2 i 3 wszystkimi opłomkami 4. Obieg wody nie natrafia na opory w opłomkach, ponieważ zaopatrzone są one w łagodne zakrzywienia (kolana) 5. Woda zasilająca walczak 1 doprowadzana jest przewodem ze zmiekczałni poprzez nasadę 16 i przewód 17 a para jest odprowadzana przewodem parowym poprzez nasadę 15 i osuszacz pary 18.

Przepływające spaliny przez wiązki opłomek 4 pozostawiają wytracony pył a nawet w przypadku jego znacznej przyczepności na samych opłomkach 4. Ma to miejsce szczególnie, gdy odzyskuje się ciepło jawne ze spalin odlotowych pieców destylacyjnych o muflach leżących. Pył ze spalin wytrąca się grawitacyjnie, ponieważ w komorze ogrzewalnej opłomki 4 następuje znaczny spadek szybkości przepływających spalin także z powodu obniżania się ich temperatury.

Pył osadzony na opłomkach 4 usuwany jest przy pomocy prowadzonych w prowadnicach 31 zdmuchiwalczy pracujących na sprężone powietrze. Operacje usuwania pyłów można prowadzić także w czasie przepływu spalin. Usunięty pył opada do uszczelnionych zsyków 35, usytuowanych między dolnymi walczakami 2 i 3, z których odbierany jest do niewidocznych na rysunku wywrotek.

Zaletą bezpaleniskowego kotła według wynalazku jest stosunkowo duża pojemność wodna, przez co kocioł nie jest narażony na znaczne zmiany natężenia przepływających spalin lub okresowego ich braku, jak ma to miejsce w przypadku zastosowania kotła do odzysku ciepła jawnego ze spalin, uzyskiwanych w piecach destylacyjnych o muflach leżących do produkcji cynku. Poza tym łagodne zakrzywienie (kolana) 5 opłomek 4 z jednej strony usuwają naprężenie cieplne opłomek 4, zapewniając jednocześnie dalszy obieg wody bez zużycia dodatkowej energii na obieg wymuszony, a z drugiej strony po odpowiednim usytuowaniu prowadnic 31 zdmuchiwalczy pyłów w obmurzu kotła zapewniają możliwość dokładnego usunięcia wytraconych pyłów na całej wysokości opłomek 4.

Kocioł bezpaleniskowy według wynalazku pozwala na osiągnięcie sprawności cieplnej netto średnio od 85 do 90% a nawet znacznie powyżej tej granicy przy założeniu, że temperatura spalin opuszczających kocioł będzie wynosić od 250 do 300°C, ciśnienie robocze kotła cztery atmosfery a ob-

murze kotła i wszystkie drzwiczki 30, zsypy 35 i otwory prowadnic 31 należy uszczelnione.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do odzysku ciepła jawnego ze spalin odlotowych a zwłaszcza ze spalin uzyskiwanych w piecach o temperaturze od 500 do 600°C, służące do produkcji pary nasyconej, złożone z trzech cylindrycznych walczków połączonych wiązkami opłomek usytuowanych w ceramicznym obmurzu, **znamiennie tym**, że dolne walczaki (2) i (3) usytuowane w ten sposób, że ich przedłużenia osi pionowych są styczne do obwodu górnego walczaka (1) i połączone są z górnym walczakiem (1) czterema wiązkami opłomek (4), które zaopatrzone są w łagodne zakrzywienia (kolana) (5), przy czym promień na łuku kolana (5) najbardziej przesuniętego w stosunku do osi pionowej części pionowej opłomki (4) mieści się w granicach około czterech średnic opłom-

ki (4) a kąt zakreślony tym łukiem wynosi od 35 do 100° z tym, że przedłużenie osi końców opłomek (4) łączących się z walczakami (1), (2) i (3) przechodzą przez osie walczków (1), (2) i (3).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że prowadnice (31) dla zdmuchiwalczy pyłów usytuowane są na dwóch poziomach między dolnymi walczakami (2) i (3) oraz górnym walczakiem (1), przy czym każde dwie prowadnice (31), zabudowane w narożnikach obmurza są równoległe względem siebie, a przedłużenia ich osi znajdują się w szczelinie pomiędzy dwoma sąsiednimi rzędami opłomek (4) z tym, że przedłużenia te są prostopadłe do pionowej części opłomek (4).
3. Urządzenie według zastrz. 1 i 2, **znamiennie tym**, że wiązki rur łączące walczak (3) z walczakiem (1) składają się z trzech rzędów opłomek (4), a walczak (2) połączony jest wiązkami opłomek (4) zabudowanych w czterech rzędach.

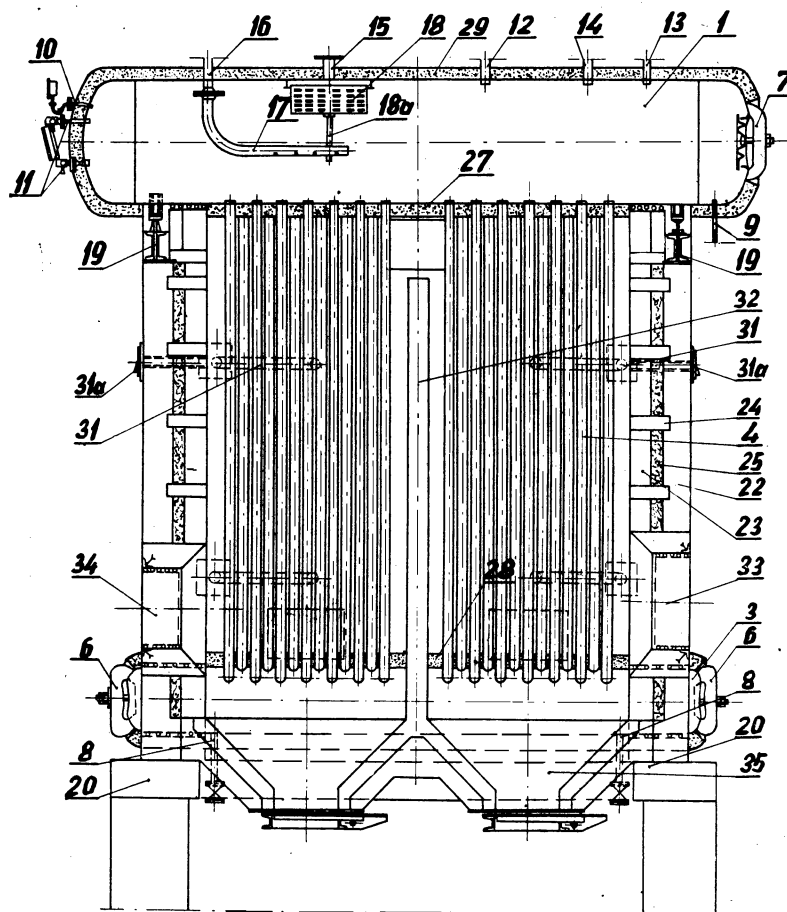


Fig. 1

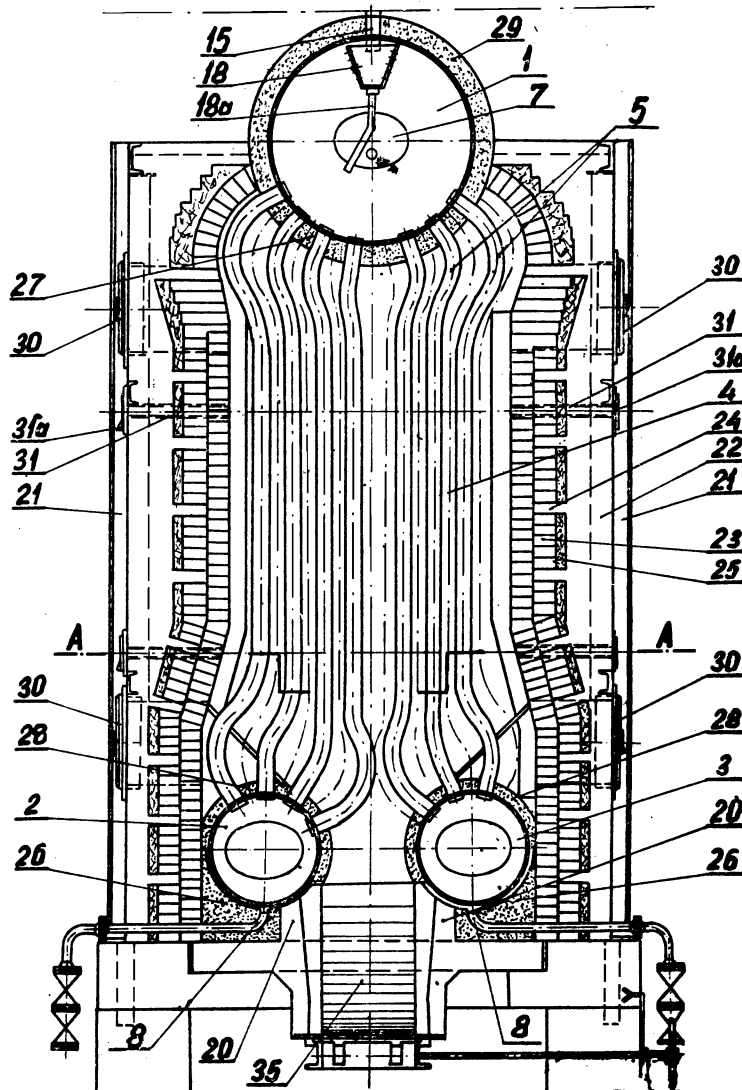


Fig. 2

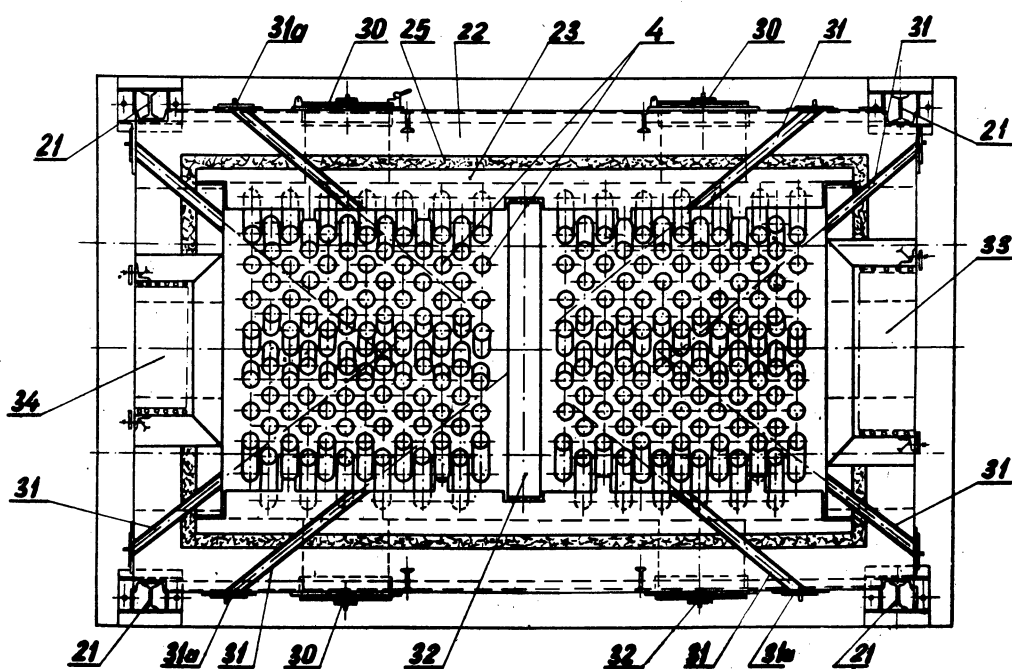


Fig. 3