

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239646**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426172**

(22) Data zgłoszenia: **02.07.2018**

(51) Int.Cl.
F27B 9/10 (2006.01)
F27B 9/00 (2006.01)
C03B 19/02 (2006.01)
C03B 19/08 (2006.01)

(54)

Piec tunelowy, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

11.03.2019 BUP 06/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

20.12.2021 WUP 38/21

(73) Uprawniony z patentu:

**WAKRO SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Krępna, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

EWA SKOTNICKA, Opole, PL
RAFAŁ PIETREK, Rozwadza, PL
DAMIAN RAWLUK, Kędzierzyn Koźle, PL
ROMAN WAROWNY, Opole, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Wiesława Surmiak

PL 239646 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest piec tunelowy, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego.

Znany z polskiego zgłoszenia P.409308 piec tunelowy zawiera zamknięty tunel, który posiada nieoddzielone od siebie strefy: wypalania, wstępnego chłodzenia, rekuperacji i końcowego chłodzenia. W strefie wypalania umieszczony jest odciąg kominowy zawierający pętlę pomiaru temperatury spalin i wentylator pierwszy o regulowanej wydajności. W strefie szybkiego chłodzenia umieszczona jest czerpnia zimnego powietrza zawierająca pętlę pomiaru różnicy temperatur i wentylator drugi z regulowanym otwarciem wlotu przewodu ssącego. W strefie rekuperacji umieszczony jest zespół wyciągowy zawierający pętlę pomiaru ciśnień i wentylator trzeci o regulowanej wydajności. W strefie końcowego chłodzenia umieszczony jest zespół wyciągowy zawierający pętlę pomiaru ciśnień i wentylator czwarty o regulowanej wydajności. W piecu tunelowym zastosowano cztery wentylatory, z których dwa wyciągają powietrze, a dwa nadmuchują powietrze do odpowiednich stref. Materiałem poddawanym obróbce cieplnej w znanym piecu tunelowym są elementy ceramiczne wprowadzane na wózkach.

Znany z amerykańskiego opisu patentowego US20110302961 „Method and auxiliary device for producing foam glass”, układ do wytwarzania szkła piankowego zawiera urządzenie do nanoszenia mieszanki do spieniania, piec do spieniania i urządzenie do przenoszenia bloczków ze szkła spienionego w trakcie procesu produkcyjnego. Przekrój poprzeczny pieca ma kształt prostokąta i zbudowany jest z izolowanej obudowy zewnętrznej oraz ścianek wewnętrznych o odsuniętych od ścianki zewnętrznej o stałą odległość. Palnik, co najmniej jeden, umieszczony jest w górnej części komory i skierowany jest ku górze, gdzie w centralnym miejscu zlokalizowany jest obrotowy wirnik, który kieruje gorące gazy spalinowe, w dół pomiędzy ściankę wewnętrzną a zewnętrzną. W dolnej części ścianki wewnętrznej znajdują się otwory umożliwiające ogrzewanie mieszanki wsadowej. Przygotowaną mieszankę do spieniania podaje się na powierzchnię taśmy z włókna szklanego na całej szerokości i rozdziela się na długości na bloki o oczekiwanej długości. Wysokość i długość warstwy jest regulowana przez pionowy szyb, który jest odpowiednio podnoszony lub opuszczany. Dodatkowo w celu lepszej homogenizacji mieszanki jest zastosowany element wibracyjny wspomagający formowanie segmentu. Następnie przechodzi przez strefę spieniania, stabilizacji i chłodzenia. Pożądaną kształt bloków szkła piankowego jest uzyskiwany za pomocą narzędzi formujących w procesach frezowania i cięcia.

Znany z opisu patentowego W02007061312 „Tunnel furnace”, piec tunelowy do wytwarzania granulatu spienionego szkła zawiera elementy grzejne elektryczne i gazowe. Piec tunelowy o długości 12–30 m zawiera co najmniej następujące strefy temperatur: strefę podgrzewania wstępnego do podgrzania materiału podawczego do temperatury w zakresie 400–900°C i strefę spieniania do ogrzewania materiału szklanego do temperatury powyżej 900°C. Piec zwykle obejmuje strefę ochłodzenia umieszczoną, za strefą spieniania oraz strefę podgrzewania wstępnego umieszczoną przed strefą spieniania. Strefa podgrzewania wstępnego jest co najmniej o 15% dłuższa niż strefa spieniania. Ścianki strefy ogrzewania wstępnego wykonane są w postaci modułów umożliwiające montaż strefy o różnych długościach. Materiał do spieniania przemieszczany jest przez piec na powierzchni taśmy bez końca wykonanej z żaroodpornego materiału przez wszystkie strefy pieca.

Znane piece tunelowe są przeznaczone głównie do wytwarzania elementów ceramicznych wprowadzanych do pieca na wózkach. Natomiast znane piece tunelowe do produkcji szkła piankowego są rozwiązaniami specjalistycznymi przeznaczonymi do pracy w szczególnych warunkach, w tym prowadzenie procesu w atmosferze beztlenowej, produkcji płyt formowanych mechanicznie, produkcji granulatu. Proces spiekania i spieniania prowadzony jest na ogół, w wysokiej temperaturze powyżej 900°C. Rolki przenośników taśmowych nie zapewniają prostoliniowego podparcia taśmy wskutek uskoku między rolkami, co skutkuje niekorzystnymi strukturalnymi zmianami w produktach, w tym obniżaniem ich wytrzymałości.

Istota pieca tunelowego, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego według wynalazku polega na tym, że posiada co najmniej dwie niezależne komory procesowe, które wyposażone są względem siebie na zasadzie lustrzanego odbicia. Między komorami procesowymi umieszczone są uchylne przegrody. Każda komora procesowa z włazem rewizyjnym dolnym i górnym wyposażona jest w stół, po którego blacie z ogranicznikami przesuwana jest taśma, w układ chłodzenia gazów z kanałem pionowym i poziomym oraz z czujnikiem temperatury, w rolki podtrzymujące taśmę, a jako źródło energii cieplnej stosowany jest palnik na paliwo kopalne z lufą usytuowaną w poziomie w osi wlotu wentylatora cyrkulacyjnego. Korzystnie jest, gdy uchylne przegrody są wieloczęłowe w dolnej części. Korzystnie

jest, gdy w pionowych kanałach układów chłodzących gazy usytuowane są przepustnice ręczne powietrza atmosferycznego, przepustnice awaryjne z napędem pneumatycznym, a w kanale poziomym umieszczone są czujniki temperatury i wentylatory wyciągowe, które połączone są ze sterownikiem. Korzystnie jest, gdy między kanałami pionowymi układów chłodzenia gazów a króćcami wylotowymi gazów z poszczególnych komór procesowych umieszczone są okrągłe, czterodzielne zasuwy wykonane z blachy stalowej. Korzystnie jest, gdy podłogi komór procesowych są izolowane termicznie.

Piec tunelowy, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego według wynalazku, dzięki swej budowie, odznacza się wysoką efektywnością, mniejszym zapotrzebowaniem na energię cieplną w porównaniu do znanych oraz możliwością regulacji długości stref procesowych i czasu przebywania materiału w tych strefach, a tym samym możliwością prowadzenia procesu spiekania i spieniania w zakresie temperatur 700–800°C. Wyposażenie pieca, w co najmniej dwie niezależne komory procesowe, które zaopatrzone są w elementy usytuowane względem siebie na zasadzie lustrzanego odbicia skutkuje równomiernym rozkładem temperatury pieca w całej jego objętości, a przy tym, nie tylko pozwala na dostosowanie jego długości do procesu technologicznego, ale i ułatwia montaż i demontaż pieca. Wyposażenie komór procesowych w stalowe stoły, po których blatach z ogranicznikami przesuwana jest taśma oraz osadzenie ich na warstwie materiału izolacyjnego, nie tylko zapobiega zsuwaniu się taśmy, ale i zapewnia zachowanie prostolinijnej stałej wysokości spienianego wsadu, a tym samym wytworzenie produktu bez zmian strukturalnych i wysokiej wytrzymałości. Zastosowanie palników na paliwo kopalne o mocy regulowanej automatycznie jako źródeł energii cieplnej i usytuowanie ich luf naprzeciw wlotu wentylatorów cyrkulacyjnych oraz zastosowanie zasuw między króćcami komór a układami chłodzenia gazów pozwala na utrzymanie stałej temperatury i zapewnia utrzymanie stałego ciśnienia atmosferycznego w poszczególnych komorach procesowych. Uchylnie przegrody pomiędzy komorami procesowymi, gwarantując przesuw taśmy z materiałem wsadowym, ograniczają przepływ energii cieplnej między komorami procesowymi i zapewniają utrzymanie znacznych różnic temperatury w sąsiadujących ze sobą komorach, co umożliwia prowadzenie złożonych procesów termicznych w każdej z nich. Piec tunelowy według wynalazku może być wykorzystywany, bez zmian konstrukcyjnych i dodatkowego wyposażenia do innych procesów cieplnych, w tym do hartowania, wyżarzania i odpuszczania oraz do wygrzewania elementów, suszenia i utwardzania powłok.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania uwidoczniiony jest na rysunku, którego fig. 1 przedstawia widok pieca tunelowego, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego, fig. 2 przedstawia pierwszą komorę procesową pieca tunelowego, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego w przekroju poprzecznym A-A, fig. 3 przedstawia pierwszą komorę procesową pieca tunelowego, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego w przekroju poprzecznym B-B i fig. 4 przedstawia schemat układu chłodzenia pierwszej komory procesowej pieca tunelowego, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego.

Piec tunelowy, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego według wynalazku zawiera w przykładowym wykonaniu, trzynaście komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **Kn**, gdzie $n = 13$ i przenośnik taśmowy z taśmą **B**. Na wejściu pierwszej komory procesowej **K1** usytuowany jest stół wejściowy **Sp** z rolkami i z taśmą **B** oraz bęben napędowy z silnikiem elektrycznym, a na wyjściu ostatniej komory procesowej **K13** umieszczony jest stół wyjściowy **Sw** z rolkami i z taśmą **B** oraz bęben zwrotny. Wszystkie komory procesowe **K1**, **K2**, ..., **K13** mają jednakową budowę i połączone są ze sobą za pomocą kołnierzy i śrub. Między dwoma sąsiadującymi komorami procesowymi **K1**, **K2**, ..., **K13** umieszczone są przegrody uchylnie **Pr**, które są wieloczęłkowe w dolnej części. Każda komora procesowa **K1**, **K2**, ..., **K13** ma prostopadłościenną budowę, wykonana jest z blachy i kształtowników oraz izolowana jest termicznie na obwodzie. Każde dwie sąsiadujące ze sobą komory procesowe **K1**, **K2**, ..., **K13** wyposażone są względem siebie na zasadzie lustrzanego odbicia. Każda komora procesowa **K1**, **K2**, ..., **K13** wyposażona jest w stół **S**, po którego blacie z ogranicznikami przesuwana jest taśma **B**, w układ chłodzenia gazów **Uc** z okrągłymi w przekroju poprzecznym, kanałami pionowymi **Ki** i poziomymi **Ko**, w czujnik temperatury **Tp**, w wentylator cyrkulacyjny **C** i w palnik na paliwo kopalne **P** będący źródłem energii cieplnej oraz w rolki podtrzymujące **R** taśmę **B**. Stoły **S** posadowione są na podłogach wykonanych z materiału izolacyjnego zabezpieczonego blachą stalową. Blaty stołów **S** z ogranicznikami wykonane są z blachy stalowej i z kształtowników, przy czym blacha wzmocniona jest przez stalowe żebra. Lufy palników na paliwo kopalne **P** usytuowane są w poziomie naprzeciw osi wlotów wentylatorów cyrkulacyjnych **C** umieszczonych nad taśmą **B** z materiałem wsadowym. Części zasilające palników na paliwo kopalne **P** znajdują się na zewnątrz komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13**. Wentylatory cyrkulacyjne **C** usytuowane są w ścianach bocznych komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13** tak, że wirniki wentylatorów

C znajdują się wewnątrz komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13**, a ich układy napędowe umieszczone są na zewnątrz. Układy chłodzenia gazów **Uc** usytuowane są w sufitach komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13**. W kanałach pionowych **Ki** układów chłodzenia gazów **Uc** umieszczone są przepustnice ręczne **Pp** i awaryjne przepustnice powietrza atmosferycznego **Pa** z napędem pneumatycznym. W kanałach poziomych **Ko** układów chłodzenia gazów **Uc** umieszczone są czujniki temperatury, gazów **Tu** i wentylatory wyciągowe gazów **W**. Każda komora procesowa **K1**, **K2**, ..., **K13** ma włącz rewizyjny dolny **Rd** i górny **Rg**. Okrągłe, czterodzielne zasuwki **Z** wykonane z blachy stalowej umieszczone są między układami chłodzenia gazów **Uc** a króćcami wylotowymi gazów **Kr** z poszczególnych komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13**. Czujniki temperatury **Tp** poszczególnych komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13** i czujniki temperatury gazów **Tu** układów chłodzenia gazów **Uc**, wentylatory: cyrkulacyjne **C** i wyciągowe gazów **W** oraz silnik elektryczny napędzający taśmę **B** połączone są ze sterownikiem. Podłogi komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13** są izolowane termicznie **Iz**. Piec tunelowy według wynalazku jest podzielony na pięć stref procesowych: strefę ogrzewania, strefę spieniania, strefę spiekania, strefę odprężania i strefę chłodzenia, przy czym komora procesowa pierwsza **K1** jest strefą podgrzewania o temperaturze do 450°C, komory procesowe: druga **K2**, trzecia, czwarta i piąta stanowią strefę spiekania o temperaturze do 650°C, komory procesowe: szósta, siódma, ósma, dziewiąta i dziesiąta stanowią strefę spieniania o temperaturze do 800°C i komory procesowe: jedenasta, dwunasta i trzynasta **K13** stanowią strefę odprężania o temperaturze do 650°C. Surowiec do wytwarzania szkła piankowego wprowadzany jest i rozprowadzany równą warstwą na powierzchni ruchomej taśmy **B** przesuwanej po rolkach stołu wejściowego **Sp** usytuowanego przed pierwszą komorą procesową **K1** pieca tunelowego według wynalazku. W komorach procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13**, w których utrzymywana jest zadana temperatura za pomocą sterownika, stosownie do strefy procesowej, taśma **B** z materiałem wsadowym przesuwana jest po blatach stołów **S**. W przypadku przekroczenia zadanej wartości temperatury w konkretnej komorze procesowej **K1**, **K2**, ..., **K13**, sterownik zmienia moc energii cieplnej odpowiadającego jej palnika na paliwo kopalne **P**. Gorące gazy spalinowe z palników paliwa kopalnego **P** ogrzewają wnętrza wszystkich komór procesowych **K1**, **K2**, ..., **K13** i kierowane są przez wentylatory cyrkulacyjne **C** pod stoły podpierające **S** taśmę **B**, ogrzewając je dodatkowo, natomiast nadmiar gazów wyprowadzany jest przez wentylatory wyciągowe **W** układów chłodzenia gazów **Uc**. Materiał wsadowy na taśmie **B** jest przemieszczany ze stałą prędkością przez wszystkie komory procesowe **K1**, **K2**, ..., **K13**, w których poddawany jest kolejno procesom: podgrzewania, spiekania, spieniania i odprężania. W trakcie tych procesów materiał zmienia swoją postać z sypkiej na stałą i zwiększa swoją objętość. W trakcie procesu wytwarzania szkła piankowego, otwarta przestrzeń pomiędzy ruchomą częścią przegrody **P** a powierzchnią taśmy **B** jest wypełniona spienianym materiałem. Wytworzone szkło piankowe w piecu tunelowym według wynalazku znajdujące się na taśmie **B** przesuwanej po rolkach stołu wyjściowego **Sw** na wyjściu z ostatniej komory procesowej **K13** jest odbierane jako produkt w postaci tafli. Natomiast taśma **B** wyprowadzana jest ze stołu wyjściowego **Sw** pieca tunelowego za pomocą bębna zwrotnego i prowadzona kolejno po rolkach **R** usytuowanych na zewnątrz każdej komory procesowej **K13**, ..., **K2**, ..., **K1** pod warstwą izolowanej **Iz** podłogi kolejnych komór procesowych **K13**, ..., **K2**, **K1** pod stół wejściowy **Sp**, aby za pomocą bębna zwrotnego usytuować się na blacie tego stołu **Sp** na wejściu pieca tunelowego według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Piec tunelowy, zwłaszcza do wytwarzania szkła piankowego zawierający komorę procesową i przenośnik taśmowy, wentylator wyciągowy gazów, wentylator cyrkulacyjny i układ chłodzenia, przy czym w komorze procesowej o izolowanym suficie i ścianach bocznych usytuowane jest źródło energii cieplnej i czujnik temperatury komory, a ze sterownikiem połączony jest silnik elektryczny napędzający taśmę, wentylator cyrkulacyjny, wentylator wyciągowy spalin i czujnik temperatury komory procesowej, **znamienny tym**, że posiada, co najmniej dwie niezależne komory procesowe (**K1**, **K2**, ..., **Kn**), gdzie **n** jest liczbą naturalną, które wyposażone są względem siebie na zasadzie lustrzanego odbicia, a między komorami procesowymi (**K1**, **K2**, ..., **Kn**), gdzie **n** jest liczbą naturalną, umieszczone są uchylne przegrody (**Pr**), przy czym każda komora procesowa (**K1**, **K2**, ..., **Kn**), gdzie **n** jest liczbą naturalną, z włączem rewizyjnym dolnym (**Rd**) i górnym (**Rg**) wyposażona jest w stół (**S**), po którego blacie z ogranicznikami

- przesuwana jest taśma (**B**), w układ chłodzenia gazów (**Uc**) z kanałem pionowym (**Ki**) i kanałem poziomym (**Ki**) oraz z czujnikiem temperatury (**Tp**), w rolki podtrzymujące **R** taśmę **B**, a jako źródło energii cieplnej stosowany jest palnik na paliwo kopalne (**P**) z lufą usytuowaną w poziomie w osi wlotu wentylatora cyrkulacyjnego (**C**).
2. Piec tunelowy według zastrz., **znamienny tym**, że uchylne przegrody (**Pr**) są wielocłonowe w dolnej części.
 3. Piec tunelowy według zastrz., **znamienny tym**, że w pionowych kanałach (**Ki**) układów chłodzenia gazów (**Uc**) usytuowane są przepustnice ręczne powietrza atmosferycznego (**Pp**), przepustnice awaryjne (**Pa**) z napędem pneumatycznym, a w kanale poziomym (**Ko**) umieszczone są czujniki temperatury (**Tu**) i wentylatory wyciągowe (**W**), które połączone są ze sterownikiem.
 4. Piec tunelowy według zastrz., **znamienny tym**, że między kanałami pionowymi (**Ki**) układów chłodzenia gazów (**Uc**) a króćcami wylotowymi gazów (**Kr**) z poszczególnych komór procesowych (**K1**, **K2**, ..., **Kn**), gdzie **n** jest liczbą naturalną, umieszczone są okrągłe, czterodzielne zasuw (Z) wykonane z blachy stalowej.
 5. Piec tunelowy według zastrz., **znamienny tym**, że podłogi komór procesowych (**K1**, **K2**, ..., **Kn**), gdzie **n** jest liczbą naturalną, są izolowane termicznie (**Iz**).

Rysunki

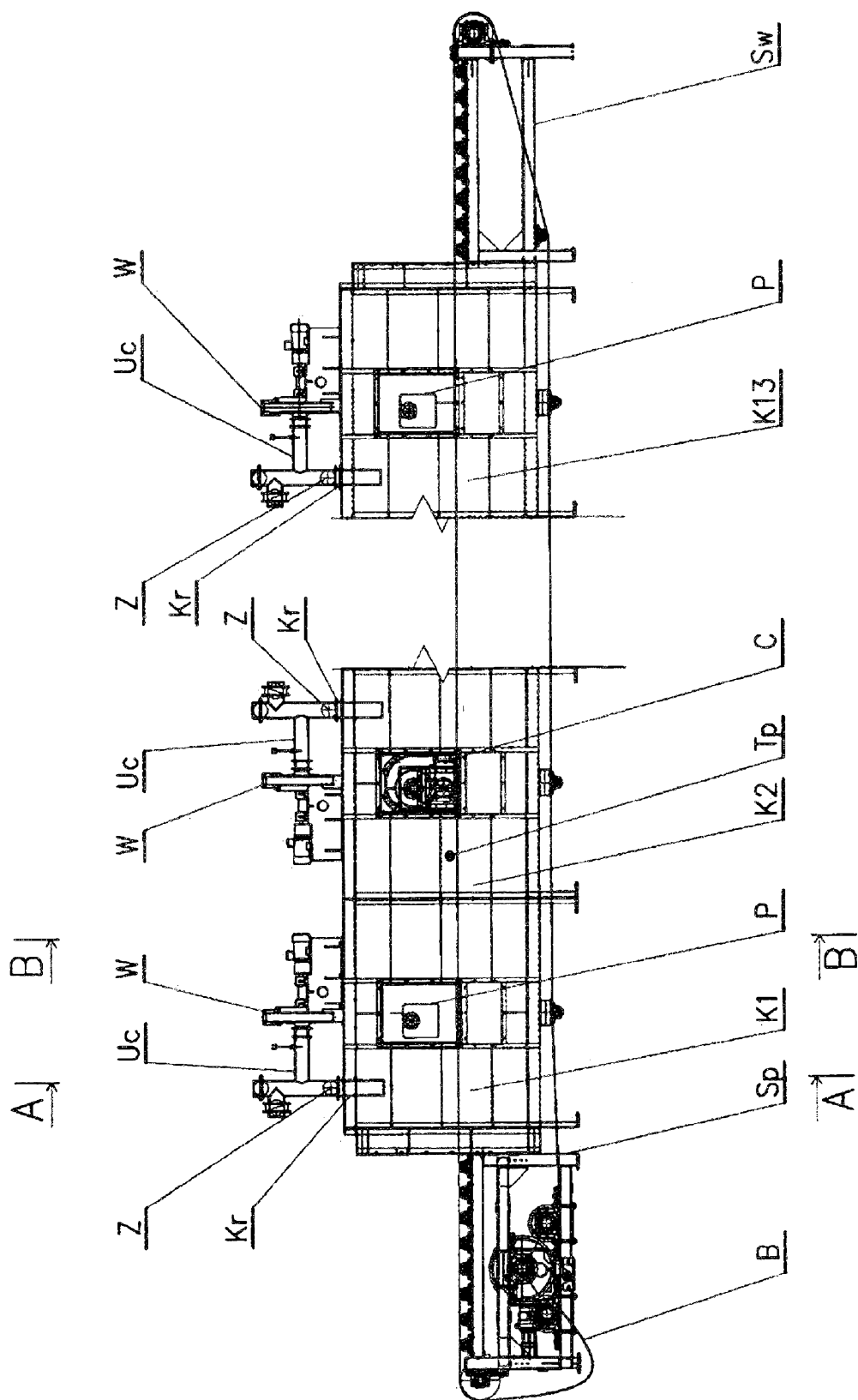


Fig. 1

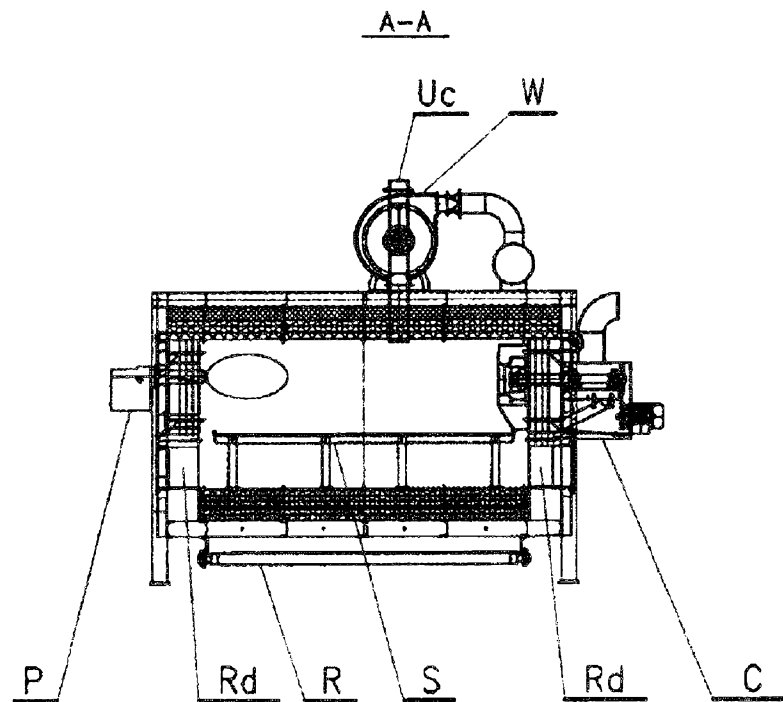


Fig. 2

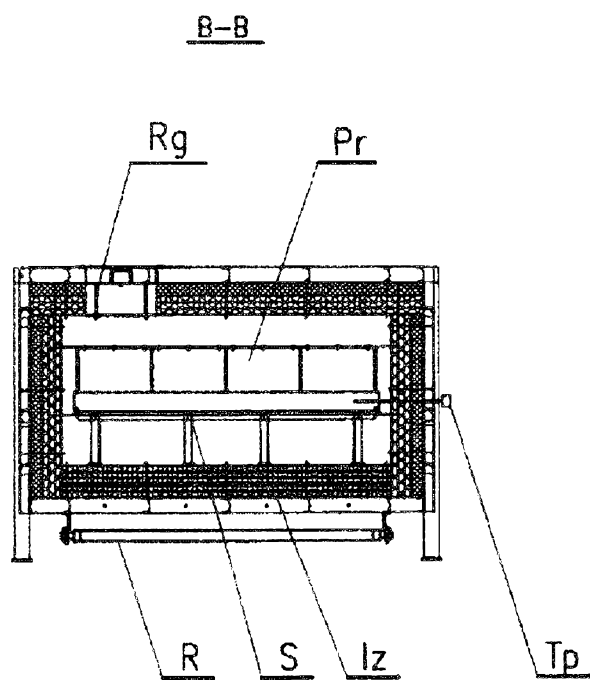


Fig. 3

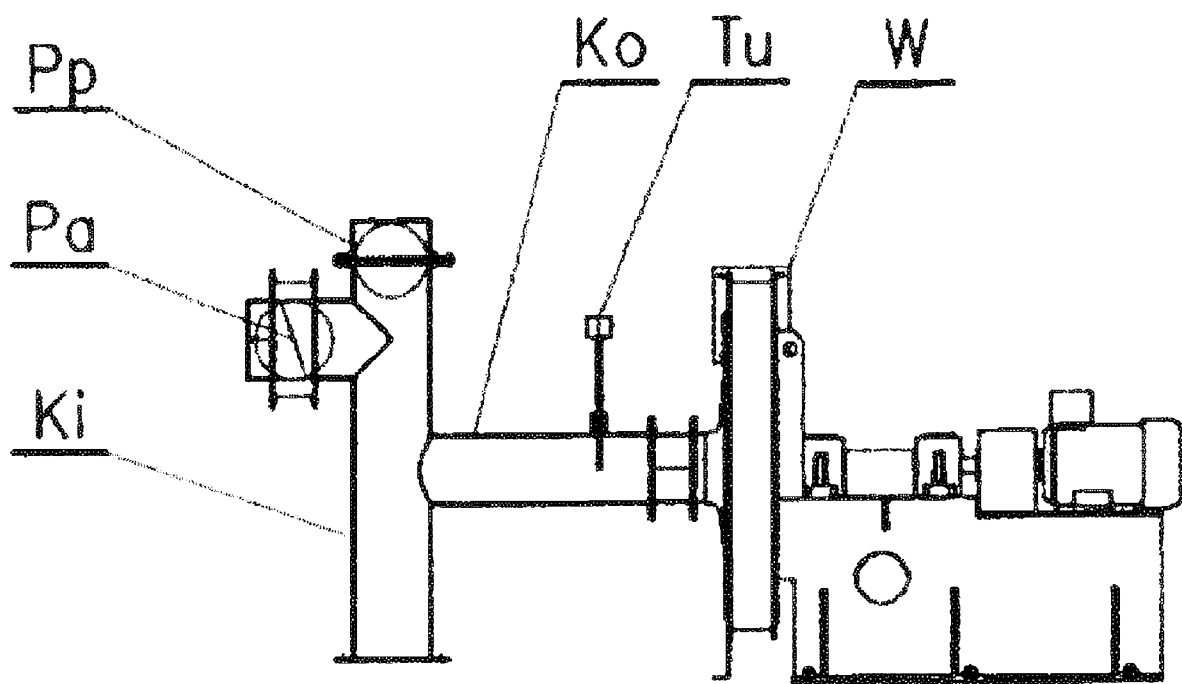


Fig. 4