



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 23.01.75 (P. 177501)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 28.08.76

Opis patentowy opublikowano: 31.01.1979

Int. Cl.² C01F 7/02

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Aluterv Alumíniumipari Tervező Vállalat, Budapest (Węgry)

**Sposób regulacji ustawionych szeregowo stanowisk
ługowania i ekspansji szlamu boksytowego
przy wytwarzaniu tlenku glinowego i urządzenie
do regulacji ustawionych szeregowo stanowisk
ługowania i ekspansji szlamu boksytowego
przy wytwarzaniu tlenku glinowego**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulacji ustawionych szeregowo stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego przy wytwarzaniu tlenku glinowego i urządzenia do stosowania tego sposobu.

Do wydzielania tlenku glinowego zawartego w boksycie znajdują najczęściej zastosowanie urządzenia do ługowania pracujące w sposób ciągły. Temperatura procesu ługowania zależy od mineralnego składu boksytu i mieści się w zakresie od 130 do 250°C. Wylugowany szlam zostaje zwykle ochłodzony do pożądanej temperatury na drodze ekspansji. W zależności od temperatury ługowania stosuje się od dwóch do dziewięciu stopni ekspansji. Wyzwalana podczas ekspansji para znajduje zastosowanie do wstępnego ogrzewania szlamu boksytowego. Proces wstępnego ogrzewania zachodzi w rurowych wymiennikach ciepła i/lub w autoklawach płaszczowo-rurowych lub w autoklawach o spiralnych przewodach rurowych.

Dla eksploatacji ustawionych szeregowo stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego istotne znaczenie posiadają następujące czynniki: para, która wyzwała się podczas procesu ekspansji, powinna być wykorzystana z zachowaniem dobrego współczynnika sprawności, po zakończeniu ekspansji szlam powinien mieć pożądaną temperaturę końcową, a pary wydzielające się podczas ekspansji powinny wykazywać odpowiednią czystość.

2

Tego rodzaju wymagania mogą być spełnione tylko wtedy, gdy wielkości ciśnienia występujących zarówno w poszczególnych stopniach ekspansji, jak i w połączonych z nimi układach rur grzejnych podgrzewaczy wstępnych będą bardzo zbliżone do zaplanowanych wielkości.

Szeregowo ustawione stanowiska ługowania i ekspansji są projektowane na podstawie ogólnych danych wyjściowych. Tak więc niezbędna powierzchnia grzejna podgrzewaczy wstępnych jest określana na podstawie danych dla przeciętnych wartości przenikania ciepła, szybkości przepływu objętości masy i temperatury. Obliczenie objętości naczyń ekspansyjnych i powierzchni odparowania jest dokonywane na tej samej podstawie.

Podczas eksploatacji szeregowo ustawionych stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego poszczególne znamienne wielkości technologiczne i kaloryczne odbiegają jednak od wartości przeciętnych. Tak więc, na przykład, liczba określająca przenikanie ciepła jest początkowo, to znaczy w odniesieniu do czystych powierzchni grzejnych, większa od wartości przeciętnej, zmniejsza się ona jednak w sposób ciągły w miarę narastania na powierzchniach grzejnych odkładających się warstw zanieczyszczeń, a w końcu jest ona mniejsza od wartości przeciętnej. Następnie może ulegać zmianom temperatura początkowa i objętościowa szybkość przepływu szlamu. W celu wyrównania tych zmian i stworzenia możliwości re-

alizacji wyżej wymienionych wymogów, konieczne jest wprowadzenie możliwości regulacji.

Podczas projektowania urządzenia wymiary naczyni ekspansyjnych określa się przy uwzględnieniu przeciętnych danych wyjściowych dla przeciętnego obciążenia parą. W przypadku, gdy liczba wyrażająca wielkość przenikania ciepła przekroczy wartość przeciętną, zwiększa się również ilość ciepła, która może być przeniesiona. W tym przypadku ulega zwiększeniu ilość pary pobranej z odnośnego naczynia ekspansyjnego, co oznacza zwiększenie obciążenia parą tego naczynia. Przy obciążeniu parą większym od zaprojektowanego, wyzwalająca się w naczyniu ekspansyjnym para porzywa ze sobą szlam, co jest zjawiskiem niepożądanym, gdyż uzyskana z takiej pary skondensowana woda narzęca technologiczne trudności przy jej wykorzystaniu ze względu na zawarte w niej zanieczyszczenia.

W przypadku odbierania na poszczególnych stopniach ekspansji ilości pary większych od zaprojektowanych ulega zmianie również ciśnienie panujące w naczyniach ekspansyjnych i różni się ono od zaplanowanego. Na skutek tego praca elementów dławiących wbudowanych w przewód do przenoszenia szlamu, który łączy naczynia ekspansyjne, nie przebiega bez zakłóceń, nie jest przy tym zapewnione odprowadzanie szlamu, a naczynia ekspansyjne zostają tym szlamem napełnione. W związku z podnoszeniem się poziomu szlamu w naczyniach ekspansyjnych zmniejsza się przestrzeń dla gromadzenia się pary w tych naczyniach, w następstwie czego występuje wzrost specyficznego obciążenia parą tych naczyń. W takich warunkach eksploatacyjnych pobrana para może zawierać szlam nawet w tym przypadku, gdy ilość tego szlamu jest mniejsza od zaprojektowanej.

Przenoszona ilość ciepła może być utrzymana zgodnie z jego zaplanowaną ilością, jeżeli skuteczność przenikającego ciepła, którego ilość odbiega od wartości przeciętnej, zostanie wyrównana za pomocą zmiany wielkości powierzchni ogrzewania lub zmiany różnicy temperatur. Wielkość powierzchni ogrzewania jest na ogół zadana z góry, przy czym nie stosuje się zmian tej wielkości. Różnicę temperatur można zmieniać przez zmianę początkowej temperatury szlamu. Można to osiągnąć, na przykład, przez poddanie szlamu działaniu gorącej pary lub przez zmianę temperatury nasycenia ekspandujących ogrzewających par, co jest możliwe do osiągnięcia za pomocą dławienia par ekspansyjnych. Obie te metody mogą być stosowane oddzielnie lub łącznie.

Do zmian ciśnienia ekspandujących par od strony ogrzewania służą obsługiwane ręcznie zawory wbudowane w przewody parowe. Zawory parowe są obsługiwane przez jedną osobę, która określa zakres wymaganego dławienia częściowo na podstawie danych pomiarowych, częściowo zaś w oparciu o obserwację subiektywną. Wymienione zawory parowe są dławione w rozmaity sposób w celu stopniowego podgrzewania szlamu do wartości złożonej. W praktyce obsługująca osoba nie jest w stanie ustawić zawory na optymalne dławienie, ponieważ ustawione szeregowo stanowiska

ługowania i ekspansji tworzą powiązany ze sobą system, co oznacza, że zmiana położenia każdego pojedynczego zaworu powoduje konieczność zmiany położenia wszystkich pozostałych zaworów w całym szeregu stanowisk. Subiektywna interwencja obsługującej osoby uniemożliwia w praktyce funkcjonowanie pozostałych automatycznych obwodów regulacji (obwód regulacji poziomu w naczyniach ekspansyjnych, obwód regulacji odprowadzania wody kondensacyjnej, itd.) układu ługowania i ekspansji, ponieważ w takich okolicznościach nie można nastawić różnic ciśnień niezbędnych do bezbłędnego funkcjonowania wbudowanych regulujących zaworów parowych.

Opisana, obecnie powszechnie stosowana metoda zmniejszania stopnia nasycenia ekspandujących par za pomocą obniżania ciśnienia jest niekorzystna, a poza tym nieekonomiczna z punktu widzenia gospodarki cieplnej.

Ujmując zwięźle zagadnienie można stwierdzić, że największa niedogodność obecnie pracujących układów ługowania i ekspansji szlamu boksytowego jest następująca: odbieranie ekspandujących par jest regulowane przez jedną osobę, przy czym regulacja ta jest nie tylko niedoskonała sama w sobie, lecz oprócz tego zakłóca jeszcze funkcjonowanie innych, zautomatyzowanych obwodów regulacyjnych układu i oddziałuje szkodliwie na technologiczne i kaloryczne wielkości znamienne procesu ługowania.

W przemyśle tlenku glinowego są od dawna czynione starania w kierunku unikania subiektywnej interwencji osób z obsługi i eksploatacji aparatury niezależnie od ilości przenikającej ciepła, to znaczy, na przykład, również w odniesieniu do czystych powierzchni grzejnych przy całkowicie otwartych zaworach ekspandujących par lub w warunkach całkowitego usunięcia tych zaworów.

Celem wynalazku jest opracowanie układu regulacji, dzięki któremu zbyteczne stanie się obsługiwanie ręcznych zaworów wbudowanych do przewodów ekspandującej pary lub nawet zawory te staną się w ogóle zbyteczne. Dalszym celem wynalazku jest umożliwienie takiej regulacji, która nie będzie zakłócała innych obwodów regulacji wbudowanych do szeregowo ustawionych stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego oraz która również w przypadku zmiennych parametrów technologicznych i termicznych zapewni stopniowe, równomierne podgrzewanie szlamu, utrzymanie zaplanowanego ciśnienia na poszczególnych stopniach ekspansji oraz utrzymanie zaplanowanej temperatury ekspansji, dzięki czemu można uzyskać minimalne specyficzne zużycie pary pod wysokim ciśnieniem i uniknąć zanieczyszczenia jej szlamem. Dzięki temu zmniejszają się odległości zanieczyszczeń w podgrzewaczach wstępnych od strony parowania lub odlegi te w ogóle się nie tworzą, natomiast przeciętna ilość przenikającego ciepła zwiększa się w cyklu eksploatacji, na skutek czego zwiększa się sprawność aparatury, a dzięki zmniejszeniu się zasadowości wody kondensacyjnej z ekspandujących par wykorzystanie tej wody do celów technologicznych jest ułatwione.

Sposobem według wynalazku, w zależności od różnicy pomiędzy temperaturami szlamu na wejściu i na wyjściu z odnośnego wstępnego podgrzewacza reguluje się poziom wody kondensacyjnej w układzie rur grzejnych tego podgrzewacza, ogrzewanego parą wyzwalamą się w odpowiednim naczyniu ekspansyjnym. Poziom wody kondensacyjnej w układzie rur grzejnych pierwszego wstępnego podgrzewacza reguluje się w zależności od ciśnienia panującego w ostatnim naczyniu ekspansyjnym lub od temperatury szlamu w tym naczyniu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym uwidoczniono przykładowo wybrane szeregowo ustawione stanowiska ługowania i ekspansji, które zawierają wstępne podgrzewacze 1, 2, 3 i 4 ogrzewane ekspandującą parą, autoklaw 5 ogrzewany parą przegrzaną, ekspansyjne naczynia 6, 7, 8 i 9, przewód 10 szlamu boksytowego, który łączy ze sobą ekspansyjne naczynia oraz w którym jest umieszczony zawór 11 do dławienia szlamu, przewody 12 ekspandujących par, układy 13 rur grzejnych z wbudowanymi w nich automatami 14 kondensacyjnymi, z którymi są połączone szeregowo zawory 15 do dławienia wody, obwód 16 regulacji ilości szlamu w zależności od ciśnienia, obwody 17 regulacji różnicy temperatur w zależności od ilości wody, obwód 18 regulacji temperatury w zależności od ilości wody oraz obwody 19 regulacji poziomu cieczy w zależności od ilości szlamu. Dla wielu punktów przewodu 10 szlamu jest zadana zaplanowana temperatura szlamu oraz ciśnienie cieczy w szeregowo ustawionych stanowiskach ługowania.

Ustawione szeregowo stanowiska ługowania i ekspansji szlamu boksytowego pracują następująco:

Surowy, niewylugowany szlam boksytowy o temperaturze 70°C doprowadza się poprzez przewód 10 do podgrzewacza 1 wstępnego, po czym szlam ten przemieszcza się poprzez szereg wstępnych podgrzewaczy 2, 3, 4 i pobiera z każdego z nich ciepło. Temperatura szlamu za ostatnim podgrzewaczem 4 wynosi 190°C. Szlam boksytowy przedostaje się następnie do autoklawu 5, gdzie zostaje ogrzany za pomocą podgrzewanej pary do 240°C, to znaczy do temperatury ługowania szlamu. Na odcinku do wstępnego podgrzewacza 1 do zaworu 11 dławienia szlamu ciśnienie szlamu jest praktycznie stałe i wynosi 38 at, jest zatem wyższe od ciśnienia nasycenia odpowiadającego temperaturze szlamu 240°C. Poprzez zawór 11 dławienia szlamu, szlam ten przedostaje się do szeregowo ustawionych ekspansyjnych naczyń 6, 7, 8, 9, w których ciśnienie jego ulega stopniowemu zmniejszeniu, a z każdego naczynia ekspansyjnego odchodzi para, która jest doprowadzana do podgrzewaczy 1, 2, 3, 4 jako para grzejna.

W układach 13 rur grzejnych tych podgrzewaczy para ulega wykropleniu i poprzez automaty 14 kondensacyjne oraz zawory 15 dławienia wody zostaje odprowadzona na zewnątrz jako woda kondensacyjna. Otwieranie i zamykanie zaworów 15 dławienia wody jest regulowane za pomocą obwodów 17 regulacji różnic temperatur w zależności

od ilości wody w odniesieniu do różnicy pomiędzy temperaturą szlamu zmierzoną w przewodzie 10 przed i za podgrzewaczami 2, 3 ...4. Zawór 15 dławienia wody w pierwszym podgrzewaczu 1 jest regulowany za pomocą obwodu 18 regulacji temperatury w zależności od ilości wody w funkcji temperatury szlamu w ostatnim ekspansyjnym naczyniu 9.

Obwody 19 regulacji poziomu cieczy w zależności od ilości szlamu regulują poziom szlamu w naczyniach ekspansyjnych i nie stanowią przedmiotu niniejszego wynalazku. Zamykanie i otwieranie zaworu 11 dławienia szlamu jest regulowane za pomocą obwodu 16 regulacji ciśnienia w zależności od ilości szlamu, który również nie należy do przedmiotu wynalazku. W przypadku opisanej aparatury, przy stałej szybkości objętościowej przepływu szlamu (150 m³/h), temperatura szlamu wzrasta w poszczególnych podgrzewaczach o zaplanowaną wielkość (12°C). Wzrost temperatury przypadający na każdy podgrzewacz jest powodowany średnią wartością przenikania ciepła (400 kcal/m².h.°C) oraz, na przykład, wykorzystaniem w 60% całkowitej powierzchni grzejnej (200 m²) podgrzewacza. Jeżeli przyjąć ilość przenikającego ciepła za wartość zmienną niezależną, a powierzchnię grzejną za wartość zmienną zależną, to ta ostatnia zmienia się odwrotnie proporcjonalnie w stosunku do pierwszej.

Wymiana ciepła wzdłuż szeregowo ustawionych podgrzewaczy jest większa od przeciętnej i wynosi przykładowo 800 kcal/m².h.°C. Niezbędna powierzchnia grzejna jest zatem mniejsza i wynosi, na przykład, 60 m². Stosownie do tego regulacyjne obwody 17 domykają zawory 15 dławienia wody, w związku z czym w układach rur grzejnych podgrzewaczy podnosi się poziom wody kondensacyjnej, przez co zmniejsza się wolna (skuteczna) powierzchnia grzejna. Po upływie pewnego czasu eksploatacji w układach rur grzejnych odkładają się zanieczyszczenia, zmniejsza się ilość przenikającego ciepła, na skutek czego nie mógłby nastąpić wzrost temperatury szlamu do zaplanowanej wysokości. W tym jednak momencie obwód 17 regulujący temperaturę w zależności od ilości wody powoduje otwarcie zaworu 15 służącego do dławienia wody, w związku z czym w układzie rur grzejnych zmniejsza się zawartość wody kondensacyjnej i następuje założony wzrost temperatury szlamu.

W przypadku zmniejszenia się w jednym z podgrzewaczy wymiany ciepła w takim stopniu, że całkowita powierzchnia grzejna tego podgrzewacza okaże się niewystarczająca dla uzyskania założonego wzrostu temperatury szlamu, zostaje całkowicie otwarty zawór dławiący, natomiast rozpoczyna pracę automat kondensacyjny 14 i przegradza drogę parze.

Z zastosowania automatów kondensacyjnych można zrezygnować w tych przypadkach, gdy na centralnej tablicy przełącznikowej stan regulacyjnych zaworów 15 jest wskazywany za pomocą sygnałów. Osoba obsługująca tablicę przełącznikową może zmniejszyć nastawioną różnicę tempe-

ratury przy całkowicie otwartym zaworze i w ten sposób usunąć wyłączanie pary.

Tą ilością ciepła, której zabrakło do podgrzania szlamu z powodu wyłączenia jednego stopnia ogrzewania, można obciążyć te stopnie podgrzewania, które posiadają jeszcze wolną powierzchnię grzejną, co można ustalić na podstawie położenia ich zaworów.

W przykładowo przedstawionym układzie aparatury zawór 15 dławienia wody, należący do pierwszego wymiennika ciepła 1, jest regulowany w przeciwieństwie do pozostałych za pomocą temperatury szlamu w ostatnim naczyniu 9 ekspansyjnym. Istotne jest tu utrzymywanie temperatury szlamu na pewnym minimalnym poziomie, gdyż ciśnienie związane z tą temperaturą jest niezbędne do ciągłego usuwania szlamu z ustawionych szeregowo stanowisk ekspansji. Spadek temperatury powoduje zamknięcie zaworu 15 podgrzewacza 1, w związku z czym podnosi się poziom wody w układzie 13 rur grzejnych tego podgrzewacza, na skutek czego zmniejsza się skuteczna powierzchnia grzejna, a tym samym ulega zmniejszeniu wzrost temperatury szlamu.

Sposób według wynalazku czyni zbytecznym obsługiwanie ręcznych zaworów regulacyjnych znajdujących się w przewodach ekspandujących par lub nawet w ogóle ich stosowanie, umożliwia natomiast regulację, która nie zakłóca pracy pozostałych obwodów regulacji, wbudowanych w szeregowo ustawionych stanowiskach ługowania i ekspansji. Również przy zmiennych parametrach technologicznych i termicznych sposób według wynalazku zapewnia stopniowe, równoczesne podgrzewanie szlamu i utrzymywanie na poszczególnych stopniach ekspansji zaplanowanego ciśnienia, na skutek czego uzyskuje się minimalne specyficzne zużycie pary pod wysokim ciśnieniem oraz unika się zanieczyszczeń pary szlamem. Na skutek tego ulegają zmniejszeniu odłogi zanieczyszczeń w podgrzewaczach od strony parowania lub odłogi te w ogóle się nie tworzą, wzrasta przeciętna ilość ciepła przenikającego w jednym cyklu eksploatacyjnym, natomiast zmniejszenie zasadowości kondensacyjnej wody z ekspandujących par ułatwia jej technologiczne wykorzystanie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulacji ustawionych szeregowo stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego przy wytwarzaniu tlenku glinowego, **znamienny tym**, że w zależności od różnicy pomiędzy temperaturami szlamu na wejściu i na wyjściu z odnośnego wstępnego podgrzewacza reguluje się poziom wody kondensacyjnej w układach rur grzejnych tego podgrzewacza, ogrzewanego parą wyzwalającą się w odpowiednim naczyniu ekspansyjnym.

2. Sposób regulacji ustawionych szeregowo stanowisk ługowania i ekspansji szlamu boksytowego przy wytwarzaniu tlenku glinowego, **znamienny tym**, że poziom wody kondensacyjnej w układzie rur grzejnych pierwszego wstępnego podgrzewacza reguluje się w zależności od ciśnienia panującego w ostatnim naczyniu ekspansyjnym lub od temperatury szlamu w tym naczyniu.

3. Urządzenie do regulacji ustawionych szeregowo stanowisk ługowania i ekspansji przy wytwarzaniu tlenku glinowego, zawierające od strony szlamu szeregowo ustawione i wzajemnie ze sobą połączone wstępne podgrzewacze wyposażone w układy rur grzejnych oraz zawierające od strony szlamu szeregowo ustawione i wzajemnie ze sobą połączone naczynia ekspansyjne, przy czym układy rur grzejnych na wejściu do podgrzewaczy są połączone z komorami parowania poszczególnych naczyń ekspansyjnych, **znamiennie tym**, że na wyjściu układu (13) rur grzejnych, który należy do pierwszego podgrzewacza (1), znajduje się regulacyjny zawór (15) wodny, działający w zależności od ciśnienia lub temperatury panującej w ostatnim naczyniu (9) ekspansyjnym, a na wyjściach układów rur grzejnych pozostałych podgrzewaczy (2, 3, 4) znajdują się pojedyncze zawory (15) wodne, których regulacyjne działanie pozostaje w każdorazowej zależności od różnicy pomiędzy temperaturami szlamu na wejściu i na wyjściu z odnośnych podgrzewaczy (2, 3, 4).

4. Urządzenie według zastrz 4, **znamiennie tym**, że pomiędzy wyjściem układu (13) rur grzejnych i regulującym zaworem (15) wodnym znajduje się automat (14) kondensacyjny.

