

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243708 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434323**

(22) Data zgłoszenia: **2020.06.16**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.12.20 BUP 38/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.02 WUP 40/2023**

(51) MKP:

B01D 9/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
PIOTR MARIA SYNOWIEC, Katowice, PL
JANUSZ WÓJCIK, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:
Katarzyna Borkowy, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Krystalizator z częściową klasyfikacją złoża krystalicznego typu PCS

PL 243708 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest krystalizator z częściową klasyfikacją złoza typu PCS (Partially Classified Suspension Crystallizer), pracujący sposobem ciągłym, mający zastosowanie w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych do krystalizacji fazy stałej z roztworu metodą wyparną, próżniową lub przez chłodzenie.

Dotychczas znane są krystalizatory min. z częściową klasyfikacją zawiesiny DTB (Draft Tube Bafle) firmy Swenson USA; Wirbel-Krystaller firmy Messo, Niemcy; DDT (Double Draft Tube) firmy IChN Polska, DP (Double Propeller) firmy Escher-Wyss-Tsukishima Szwajcaria oraz krystalizatory bez klasyfikacji zawiesiny FC (Forced Circulation) i DTM (Draft Tube Magma). Aparaty te mają kształt zbiorników stożkowo-cylindrycznych, a obieg zawiesiny we wnętrzu aparatu, w zależności od rozwiązania, wymuszony jest zewnętrzną pompą cyrkulacyjną (aparat typu FC, FCC) lub mieszadłem zabudowanym we wnętrzu krystalizatora (pozostałe wymienione aparaty). Dla poprawienia efektywności działania mieszadła wbudowuje się je w rurę cyrkulacyjną (aparaty typu: DTM; DDT; DTB, DP).

Wewnętrzna konfiguracja krystalizatorów typu DTM, DP, DTB, Wirbel-Krystaller umożliwia wywołanie częściowej klasyfikacji zawiesiny polegającej na tym, że drobne kryształy cyrkulowane są wraz z roztworem w obrębie mieszadła zaś duże ziarna cyrkulują poza obszarem działania mieszadła co chroni je przed zniszczeniem. Takie rozwiązania umożliwiają masowe wytwarzanie ziaren o przeciętnym rozmiarze do 1 mm. Złożona konstrukcja wymienionych aparatów utrudnia jednak prowadzenie procesu i wymaga dużego doświadczenia obsługi. Ponadto duża ilość przegród w aparacie Wirbel czyni go bardzo podatnym na zarastanie co znacznie ogranicza czas jego pracy.

Odmienne rozwiązanie jest krystalizator bez częściowej klasyfikacji zawiesiny typu FC (patrz: Piotr M. Synowiec: Krystalizacja przemysłowa z roztworu, WNT Warszawa 2008 str. 146). Jego konstrukcja jest bardzo prosta, a obsługa bezproblemowa. Niedogodnością powyższego rozwiązania jest cyrkulacja całości zawiesiny poprzez zewnętrzną pompę cyrkulacyjną wymuszającą przepływ medium, co powoduje duże niszczenie cyrkulowanych kryształów, uniemożliwiając produkcję ziaren powyżej 0,4 mm.

Stwierdzono nieoczekiwanie w trakcie prowadzonych pomiarów optymalizacyjnych w skali przemysłowej zmierzających do zwiększenia rozmiarów produkowanych kryształów $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ i wydłużenia czasu pracy w aparacie FC, że zastosowanie odmiennego sposobu wprowadzania zawiesiny i jej odbioru poprzez zastosowanie współśrodkowych rurociągów wewnątrz krystalizatora oraz zastosowanie oddzielnego króćca do odbioru zawiesiny wydatnie zwiększa rozmiar produkowanych kryształów do rozmiaru ok. 0,5–0,6 mm przy jednoczesnym zachowaniu prostoty konstrukcji i niezawodności działania krystalizatora oraz co ważne ogranicza wewnętrzną inkrustację wydłużając czas pracy aparatu.

Celem wynalazku jest modyfikacja konstrukcji krystalizatora tak, aby umożliwić w sposób ciągły wytwarzanie kryształów o rozmiarze powyżej 0,4 mm oraz w znaczący sposób wydłużyć jego czas niezakłóconej pracy.

Krystalizator z częściową klasyfikacją złoza krystalicznego typu PCS składający się ze zbiornika w kształcie walcowo-stożkowym, króćca wlotowego i wylotowego zawiesiny, króćca odprowadzającego produkt krystaliczny, króćca dla odprowadzenia zawiesiny z drobnymi kryształami i króćca dla odprowadzenia oparów, zewnętrznej pompy cyrkulacyjnej charakteryzuje się tym, że zaopatrzony jest w dwie współosiowe rury cyrkulacyjne umieszczone w osi części walcowej krystalizatora, przy czym wylot z rury usytuowany jest poniżej lustra cieczy w krystalizatorze w odległości 0,5–1,0 m, średnica stożka rury wynosi 1,5–1,6 średnicy stożka rury, przegrodę zamontowaną wewnątrz na pobocznicy części walcowej krystalizatora na 2/3–3/4 wysokości, zamkniętą od góry i zawierającą wewnątrz króciec wylotowy zawiesiny umieszczony na 2/3–3/4 wysokości przegrody od jej dolnej krawędzi, natomiast w dolnej części stożkowej krystalizatora, w osi umieszczony jest króciec odprowadzający produkt krystaliczny, a w górnej części walcowej krystalizatora centralnie umieszczony jest króciec odprowadzający opary, natomiast króćce wraz z pompą cyrkulacyjną i przewodami tworzą zewnętrzny obieg cyrkulacyjny.

Korzystnie krystalizator według wynalazku ma rury cyrkulacyjne, które w przekroju poprzecznym mają kształt okrągły, a w przekroju wzdłużnym stożkowy o kącie rozwarcia 15° – 25° .

Korzystnie krystalizator według wynalazku ma wlot do rury R2 jest poniżej wylotu z rury R1 i wynosi 0,6–0,8 średnicy wylotowej rury, a średnica stożka rury wynosi 1,5–1,6 średnicy stożka rury.

Korzystnie krystalizator według wynalazku ma króćce o przekroju kołowym.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest wymuszony przepływ zawiesiny we wnętrzu aparatu umożliwiając jego częściową klasyfikację hydrauliczną. Dzięki zastosowaniu współosiowych rur R1 i R2 w których wlot do rury R2 jest poniżej wylotu z rury R1, w zewnętrznym obiegu cyrkulacyjnym realizowanym poprzez króćce K1 i K2 i pompę cyrkulacyjną biorą udział tylko drobne kryształy. Duże ziarna opadają grawitacyjnie do części dolnej stożkowej (2) krystalizatora z której króćcem odprowadzającym K3 produkt krystaliczny odbierane są jako produkt krystaliczny. Omawiane rozwiązanie konstrukcyjne utrudnia dużym kryształom przedostanie się do zewnętrznego obiegu cyrkulacyjnego, a tym samym przed cyrkulacją przez pompę powodującą ich ścieranie i destrukcję. Dzięki tym zabiegom produkt finalny cechuje większy rozmiar, niż jest możliwy do uzyskania w krystalizatorze typu FC przy jednoczesnym zachowaniu prostoty konstrukcji i użytkowania oraz niezawodności działania. Ponadto poprzez współosiowe zabudowanie rur cyrkulacyjnych R1 i R2 stwierdzono znacznie mniejsze zarastanie wnętrza krystalizatora.

Przedmiot wynalazku w przykładzie realizacji objaśniono na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny i rzut z góry aparatu typu PCS, a Fig. 2 przedstawia schemat obiegu zewnętrznego zawiesiny.

Krystalizator według wynalazku zbudowany jest z górnej części walcowej (1) i części dolnej stożkowej (2) mającej kształt stożkowy. We wnętrzu krystalizatora w osi części walcowej (1) osadzone są dwie pionowe rury R1 i R2, korzystnie okrągłe, o przekroju poprzecznym stożkowym o kącie rozwarcia 15–25°, przy czym wylot z rury R1 usytuowany jest poniżej lustra cieczy w krystalizatorze w odległości 0,5–1,0 m od niego, a wlot do rury R2 jest usytuowany poniżej wylotu z rury R1 o 0,6–0,8 średnicy wylotowej rury R1, gdzie średnica stożka rury R2 wynosi 1,5–1,6 średnicy stożka rury R1. Na wysokości 2/3–3/4 wysokości w części walcowej (1) krystalizatora umieszczona jest przegroda P1 zamknięta od góry z umieszczonym wewnątrz króćcem wylotowym K4 zawieszony, osadzonym na 2/3–3/4 wysokości przegrody P1 licząc od jej dolnej krawędzi, natomiast w części dolnej stożkowej (2) części krystalizatora, współosiowo umieszczony jest króciec odprowadzający K3 produkt krystaliczny. W górnej części walcowej (1) krystalizatora centralnie umieszczony jest króciec odprowadzający opary K5. Ponadto w krystalizatorze zabudowano pięć króćców: króciec wlotowy zawieszony K1, skierowany do góry aparatu, króciec wylotowy zawieszony K2 osadzony w pobocznicy części dolnej stożkowej (2), króciec odprowadzający K3 produkt krystaliczny zabudowany osiowo w dnie części dolnej stożkowego (2) krystalizatora, króciec wylotowy K4 odprowadzający zawiesinę z drobnicą krystaliczną zabudowany w części walcowej (1) krystalizatora oraz króciec odprowadzający opary K5 umieszczony w górnym sklepieniu aparatu. Króćce K1, K2, K3, K4 i K5 mają korzystnie przekrój kołowy. Ponadto króciec wylotowy zawieszony K2 z króćcem wlotowym zawieszony K1 poprzez przewody i pompę cyrkulacyjną tworzą zewnętrzny obieg cyrkulacyjny.

Zasada działania krystalizatora PCS polega na wtłaczaniu zawiesiny zewnętrzną pompą do króćca wlotowego K1. Zakończona stożkowo rura R1 ukierunkowuje przepływ płynu ku górze krystalizatora. Zawiesina wypływająca z rury R1 w górnej części walcowej (1) krystalizatora na skutek sił odśrodkowych ulega rozdzieleniu po czym grawitacyjnie opada ku dolnej części krystalizatora. Większe kryształy – powyżej 0,2 mm pod wpływem sił odśrodkowych zostają odrzucone w kierunku płaszcza aparatu jego górnej części walcowej (1) i opadają do części dolnej stożkowej (2) krystalizatora, z której króćcem odprowadzającym K3 produkt krystaliczny wyprowadzane są jako produkt. Pozostałe kryształy w strumieniu cieczy zasysane są do rury R2 i króćcem wylotowym K2 spływają z roztworem do zewnętrznej pompy cyrkulacyjnej. W celu ułatwienia klasyfikacji złoża i ograniczenia zasysania dużych kryształów do króćca wylotowego K2 wlot do rury R2 znajduje się pod wylotem rury R1 w miejscu, gdzie działanie siły odśrodkowych jest najmniejsze. W celu zwiększenia jednorodności produkowanych kryształów (opcja) w części walcowej (1) krystalizatora wbudowano króciec wylotowy K4 zawieszony osłonięty przegrodą P1 poprzez, który opcjonalnie można wyprowadzać zawiesinę zawierającą nadmiar drobnych kryształów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Krystalizator z częściową klasyfikacją złoza krystalicznego typu PCS składający się ze zbiornika w kształcie walcowo-stożkowym, króćca wlotowego i wylotowego zawiesziny, króćca odprowadzającego produkt krystaliczny, króćca dla odprowadzenia zawiesziny z drobnymi kryształami i króćca dla odprowadzenia oparów, zewnętrznej pompy cyrkulacyjnej **znamienny tym**, że zaopatrzony jest w dwie współosiowe rury cyrkulacyjne **R1** i **R2** umieszczone w osi części, walcowej (**1**) krystalizatora, przy czym wylot z rury **R1** usytuowany jest poniżej lustra cieczy w krystalizatorze w odległości 0,5–1,0 m, średnica stożka rury **R2** wynosi 1,5–1,6 średnicy stożka rury **R1**, przegrodę **P1** zamontowaną wewnątrz na pobocznicy części walcowej (**1**) krystalizatora na 2/3–3/4 wysokości, zamkniętą od góry i zawierającą wewnątrz króciec wylotowy **K4** zawiesziny umieszczony na 2/3–3/4 wysokości przegrody **P1** od jej dolnej krawędzi, natomiast w części dolnej stożkowej (**2**) krystalizatora, w osi umieszczony jest króciec odprowadzający **K3** produkt krystaliczny, a w górnej walcowej części walcowej (**1**) krystalizatora centralnie umieszczony jest króciec odprowadzający opary **K5**, natomiast króćce, **K1** i **K2** wraz z pompą cyrkulacyjną i przewodami tworzą zewnętrzny obieg cyrkulacyjny.
2. Krystalizator według zastrz. 1 **znamienny tym**, że rury cyrkulacyjne **R1** i **R2** w przekroju poprzecznym mają kształt okrągły, a w przekroju wzdłużnym stożkowy o kącie rozwarcia 15°–25°.
3. Krystalizator według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wlot do rury **R2** jest poniżej wylotu z rury **R1** i wynosi 0,6–0,8 średnicy wylotowej rury **R1**, a średnica stożka rury **R2** wynosi 1,5–1,6 średnicy stożka rury **R1**.
4. Krystalizator według zastrz. 1 **znamienny tym**, że króćce **K1**, **K2**, **K3**, **K4** i **K5** mają przekrój kołowy.

Rysunki

Fig. 1

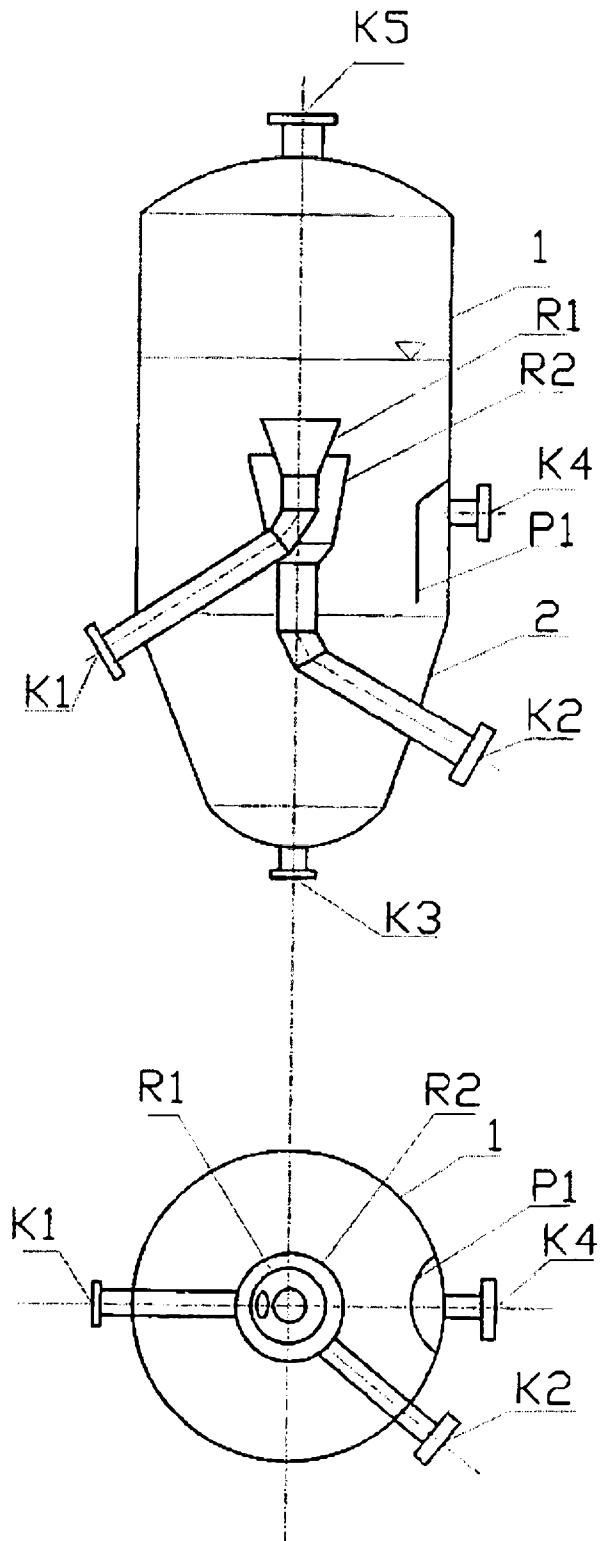


Fig. 2

