

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 245696 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441973**

(22) Data zgłoszenia: **2022.08.08**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.07.10 BUP 28/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.09.23 WUP 39/2024**

(51) MKP:

**B22D 30/00** (2006.01)

**B22D 23/00** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:  
**KRAKODLEW SPÓŁKA AKCYJNA, Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:  
**AGNIESZKA ZIÓŁKO, Kraków, PL**  
**KRZYSZTOF PIOTROWSKI, Kraków, PL**  
**ANDRZEJ ZEGARTOWSKI, Kraków, PL**  
**PIOTR MIREK, Ratajów, PL**  
**JAKUB SIKORA, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Marta Bartula-Toch, Kraków, PL**

(54) Tytuł:

**Układ sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych i sposób sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych**

**PL 245696 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych i proces sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych.

Z powszechnego stosowania znane są ochładzalniki pojemnościowe do chłodzenia odlewów. Są to zazwyczaj wkładki metalowe o przewodności cieplnej kilkukrotnie większej od przewodności masy formierskiej, umieszczone we wnęce formy lub przy powierzchni odlewu, które pozwalają na lokalne sterowanie krzepnięciem. Pierwszy typ ochładzalnika to ochładzalnik wewnętrzny, wykonany z tego samego materiału co odlew, który umieszcza się w przestrzeni wypełnianej przez metal, a jego zadaniem jest wtopienie się w odlew. Drugi typ ochładzalnika stanowi fragment powierzchni wnęki formy odwzorowujący chłodzony fragment odlewu. Czynnikiem determinującym szybkość i ilość odebranego ciepła z krzepnącego odlewu przez ochładzalnik zewnętrzny jest rodzaj materiału z jakiego jest wykonany, jego pojemność cieplna i współczynnik przewodzenia ciepła.

Zjawiskiem charakterystycznym podczas stosowania ochładzalników zewnętrznych jest to, że w pierwszym etapie procesu krzepnięcia ciepło odbierane jest ze strefy umiejscowienia ochładzalnika, aż do momentu wyrównania się temperatur stygnącego odlewu i ochładzalnika. Po wyrównaniu się temperatur drastycznie spada prędkość chłodzenia odlewu w strefie umiejscowienia ochładzalnika, a co najważniejsze i zarazem niepożądane, tworzy się tak zwany lokalny węzeł cieplny mający pośrednio wpływ na mikrostrukturę odlewu.

Celem niniejszego wynalazku jest zapewnienie stabilnego procesu chłodzenia odlewów wielkogabarytowych, możliwości precyzyjnego sterowania tym procesem, jak również poprawa mikrostruktury krzepnącego odlewu, a także własności geometrycznych, wymiarowych, użytkowych i jakościowych gotowego wyrobu.

Istota rozwiązania w zakresie pierwszego wynalazku polega na tym, że układ złożony jest z umieszczonych wewnątrz formy odlewniczej aktywnych segmentów chłodzących utworzonych z co najmniej dwóch płyt stalowych o kształcie dopasowanym do odlewu i znanej pojemności cieplnej, połączonych trwale z węzownicą rurową, której króćce wlotowe i wylotowe wyprowadzone są na zewnątrz formy. Króciec wlotowy połączony jest przewodem elastycznym o odpowiednim przekroju z modułem zasilania sprężonym powietrzem, wyposażonym w kolektor zasilający podłączony do sieci pneumatycznej, proporcjonalny regulator przepływu powietrza oraz strumienicę, która połączona jest z proporcjonalnym regulatorem przepływu wody, podłączonym do sieci wodnej. Króciec wylotowy zaopatrzony jest w czujnik temperatury medium chłodzącego. Proporcjonalny regulator przepływu powietrza, proporcjonalny regulator przepływu wody oraz czujnik temperatury medium chłodzącego połączone są z konsolą automatycznego sterowania procesem krzepnięcia.

Istota rozwiązania w zakresie drugiego wynalazku polega na tym, że wewnątrz formy odlewniczej montuje się aktywne segmenty chłodzące utworzone z co najmniej dwóch płyt stalowych o kształcie dopasowanym do odlewu i znanej pojemności cieplnej połączonych trwale z węzownicą rurową, której króćce wlotowe i wylotowe wyprowadzone są na zewnątrz formy. Po zalaniu formy odlewniczej ciekłym metalem do węzownic rurowych wprowadza się sprężone powietrze, po czym kontroluje w sposób ciągły jego temperaturę, a po osiągnięciu temperatury powietrza na wysokości 105°C do układu wprowadza się wodę i miesza ją ze sprężonym powietrzem wytwarzając mgłę wodną, która stanowi medium chłodzące. W dalszym ciągu procesu kontroluje się i reguluje ciśnienie i przepływ czynnika chłodzącego oraz stopień nasycenia powietrza wodą, zmieniając w ten sposób intensywność odbierania ciepła z płyt stalowych. Gdy temperatura medium chłodzącego spada poniżej 105°C zamyka się dopływ wody, a proces chłodzenia kończy się, gdy temperatura czynnika chłodzącego spada poniżej 80°C.

Korzystnie procesem krzepnięcia odlewu steruje się za pomocą konsoli sterującej wyposażonej w algorytm.

Korzystnie prędkość przepływu powietrza ma wartość w granicach od 300 do 1000 l/min.

Korzystnie stopień nasycenia mieszaniny chłodzącej mgłą wodną wynosi nie więcej niż 5% stosunku objętościowego.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest możliwość zapewnienia stabilnego procesu chłodzenia odlewów wielkogabarytowych, precyzyjnego sterowania tym procesem, jak również poprawa mikrostruktury krzepnącego odlewu, a także własności geometrycznych, wymiarowych, użytkowych i jakościowych gotowego wyrobu. Stosowanie mieszaniny wodnopowietrznej w temperaturze powyżej 105°C

zapewnia zwiększenie sprawności układu węzownic rurowych, a także bezpieczeństwo procesu poprzez szybkie odparowanie wody i ewakuację powstającej w ten sposób pary wodnej, co zapobiega zjawisku skraplania się i lokalnego koncentrowania wody w stanie ciekłym.

Rozwiązanie według wynalazku w zakresie układu przedstawiono na rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia schemat kompletnego zautomatyzowanego układu do sterowania procesem krzepnięcia odlewu wielkogabarytowego, fig. 2 – pojedynczy segment chłodzący, fig. 3 – schemat blokowy obrazujący zasadę działania układu.

Wewnątrz formy odlewniczej 1 montuje się aktywne segmenty 2 chłodzące utworzone z co najmniej dwóch płyt stalowych 3 o kształcie dopasowanym do odlewu i znanej pojemności cieplnej połączonych trwale z węzownicą 4 rurową, której króćce wlotowe 13 i wylotowe 14 wyprowadzone są na zewnątrz formy odlewniczej 1. Króciec wlotowy 13 segmentu ochładzalników aktywnych 2 połączony jest przewodem elastycznym 5 o odpowiednim przekroju z modułem 6 zasilania sprężonym powietrzem. Moduł zasilania sprężonym powietrzem 6 zbudowany z kolektora zasilającego 7, proporcjonalnego regulatora 8 przepływu powietrza oraz strumienicy 9. Dodatkowo strumienica 9 połączona jest z proporcjonalnym regulatorem przepływu wody 10, podłączonym do sieci wodnej. Na wylocie segmentu chłodzącego znajduje się czujnik temperatury medium chłodzącego 11. Proporcjonalny regulator przepływu powietrza 8, proporcjonalny regulator przepływu wody 10 oraz czujnik temperatury medium chłodzącego 11 połączone są z konsolą automatycznego sterowania procesem krzepnięcia 12. Kolektor zasilający 7 podłączony do sieci pneumatycznej.

Pierwszym etapem procesu jest zalewanie formy odlewniczej 1 ciekłym metalem. Po zakończeniu procesu zalewania, uruchamia się cykl automatyczny za pomocą konsoli sterującej 12 wyposażonej w algorytm sterując przebiegiem krzepnięcia. Za pomocą konsoli sterującej 12 wysyła się sygnał sterujący do proporcjonalnych regulatorów przepływu sprężonego powietrza 8, w celu ich otwarcia i zapewnienia przepływu powietrza przez układ węzownic rurowych 4. W sposób ciągły rejestruje się i kontroluje wartości temperatur powietrza na wylocie z układu węzownic rurowych aktywnych segmentów chłodzących 2. Po osiągnięciu temperatury powietrza na wylocie z układu węzownicy rurowej na poziomie ok. 105°C, przesyła się sygnał do proporcjonalnych regulatorów przepływu wody 10, otwierając przepływ wody w kierunku strumienicy 9. W strumienicy 9 miesza się powietrze z wodą, w efekcie czego wytwarza się mgła wodna, będąca medium chłodzącym w znaczny sposób podnoszącym sprawność i wydajność odbierania ciepła z płyt stalowych, przy czym stopień nasycenia mieszaniny chłodzącej mgłą wodną wynosi nie więcej niż 5% stosunku objętościowego. Nadal w sposób ciągły rejestruje się i kontroluje wartości temperatur czynnika chłodzącego na wylocie z układu węzownic rurowych, jednocześnie płynnie sterując proporcjonalnym regulatorem przepływu powietrza 8 i wody 10, reguluje ciśnienie i przepływ czynnika chłodzącego przez układ węzownic rurowych 4, oraz stopień nasycenia powietrza wodą, zmieniając w ten sposób intensywność odbierania ciepła z ochładzalników 3, co w sposób jednoznaczny przekłada się na szybkość chłodzenia odlewu. Prędkość przepływu powietrza ma wartość w granicach od 300 do 1000 l/min. W końcowym etapie procesu, gdy temperatura medium chłodzącego na wylocie z układu węzownic rurowych spada poniżej 105°C, z konsoli sterującej 12 wysyła się sygnał do proporcjonalnych regulatorów przepływu wody 10 i zamyka dopływ wody do strumienicy 9. Zakończenie procesu następuje, gdy temperatura czynnika chłodzącego spadnie poniżej 80°C.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych zawierający ochładzalniki umieszczone wewnątrz formy (1) odlewniczej **znamienny tym**, że składa się z dowolnej liczby aktywnych segmentów (2) chłodzących utworzonych z co najmniej dwóch płyt (3) stalowych o kształcie dopasowanym do odlewu i znanej pojemności cieplnej, połączonych trwale z węzownicą (4) rurową, której króćce wlotowe (13) i wylotowe (14) wyprowadzone są na zewnątrz (1) formy odlewniczej, przy czym króciec wlotowy (2) połączony jest przewodem (5) elastycznym o odpowiednim przekroju z modułem (6) zasilania sprężonym powietrzem, wyposażonym w kolektor (7) zasilający podłączony do sieci pneumatycznej, proporcjonalny regulator (8) przepływu powietrza oraz strumienicę (9), która połączona jest z proporcjonalnym regulatorem (10) przepływu wody, podłączonym do sieci wodnej, natomiast króciec wylotowy (2) zaopatrzony jest w czujnik (11) temperatury medium chłodzącego, a proporcjonalny regulator (8) przepływu powietrza, proporcjonalny regulator (10)

- przepływu wody oraz czujnik (11) temperatury medium chłodzącego połączone są z konsolą (12) automatycznego sterowania procesem krzepnięcia.
2. Sposób sterowania procesem krzepnięcia w odlewach wielkogabarytowych **znamienny tym**, że wewnątrz formy odlewniczej montuje się aktywne segmenty chłodzące utworzone z co najmniej dwóch płyt stalowych o kształcie dopasowanym do odlewu i znanej pojemności cieplnej połączonych trwale z węzownicą rurową, której króćce wlotowe i wylotowe wyprowadzone są na zewnątrz formy, po czym po zalaniu formy odlewniczej ciepłym metalem do węzownic rurowych wprowadza się sprężone powietrze, po czym kontroluje w sposób ciągły jego temperaturę, a po osiągnięciu temperatury powietrza na wysokości 105°C do układu wprowadza się wodę i miesza ją ze sprężonym powietrzem wytwarzając mgłę wodną, która stanowi medium chłodzące; w dalszym ciągu procesu kontroluje się i reguluje ciśnienie i przepływ czynnika chłodzącego oraz stopień nasycenia powietrza wodą, zmieniając w ten sposób intensywność odbierania ciepła z płyt stalowych, po czym gdy temperatura medium chłodzącego spada poniżej 105°C zamyka się dopływ wody, a proces chłodzenia kończy się, gdy temperatura czynnika chłodzącego spada poniżej 80°C.
  3. Sposób według zastrz. 2 **znamienny tym**, że procesem krzepnięcia odlewu steruje się za pomocą konsoli sterującej wyposażonej w algorytm.
  4. Sposób według zastrz. 2 lub 3 **znamienny tym**, że prędkość przepływu powietrza ma wartość w granicach od 300 do 1000 l/min.
  5. Sposób według zastrz. 2 lub 3, lub 4 **znamienny tym**, że stopień nasycenia mieszaniny chłodzącej mgłą wodną wynosi nie więcej niż 5% stosunku objętościowego.

### Rysunki

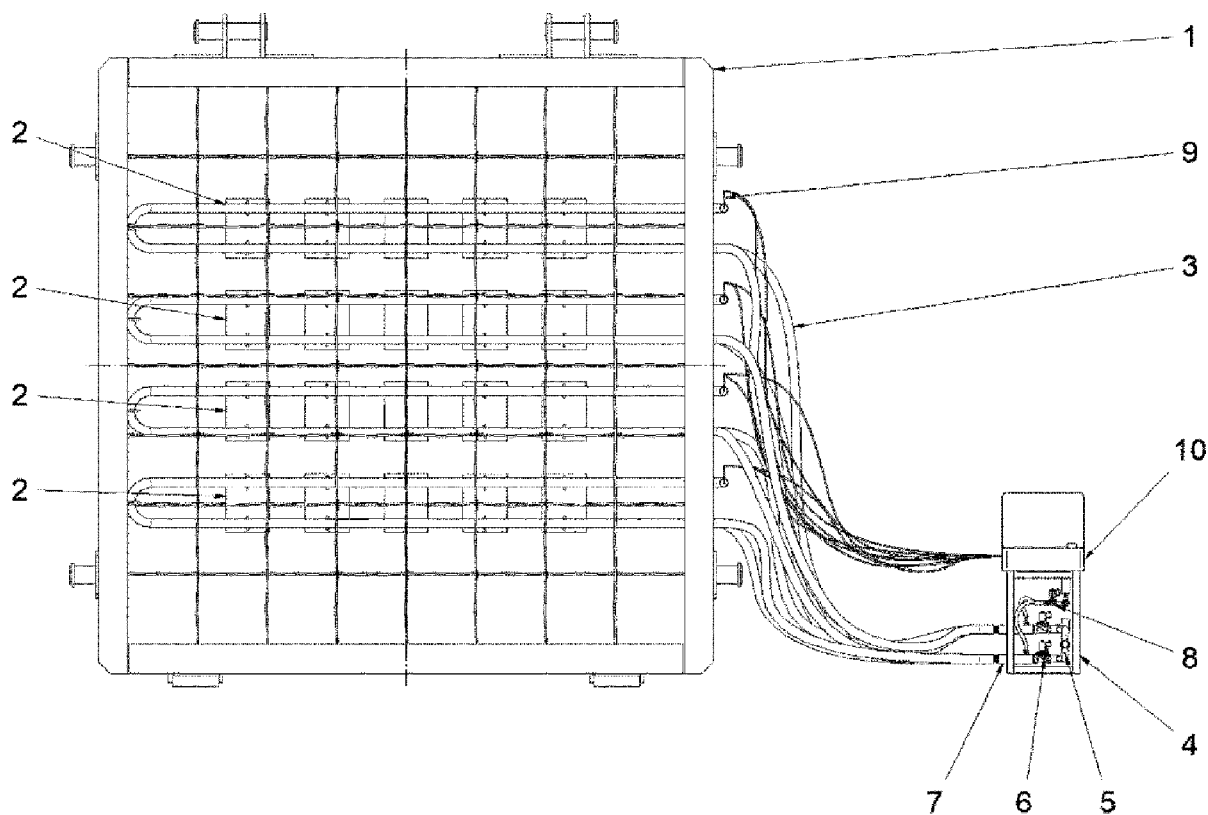


Fig. 1

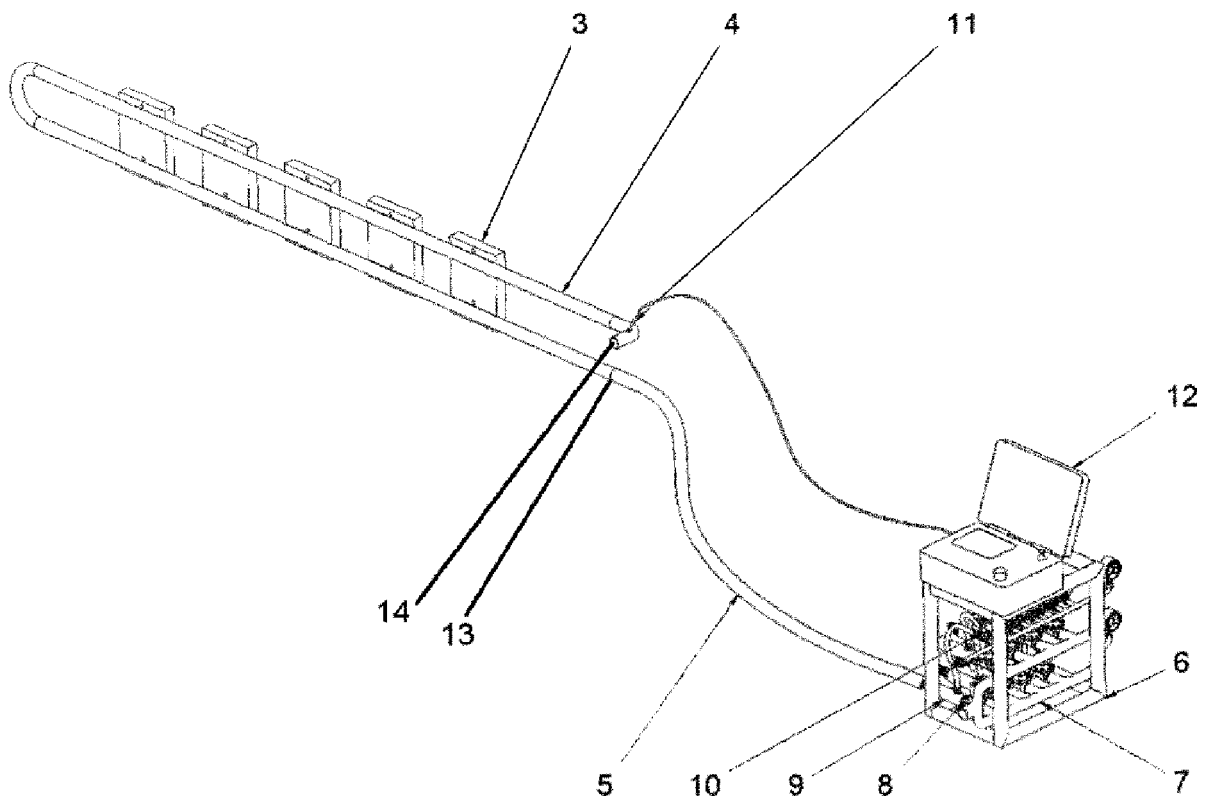


Fig. 2

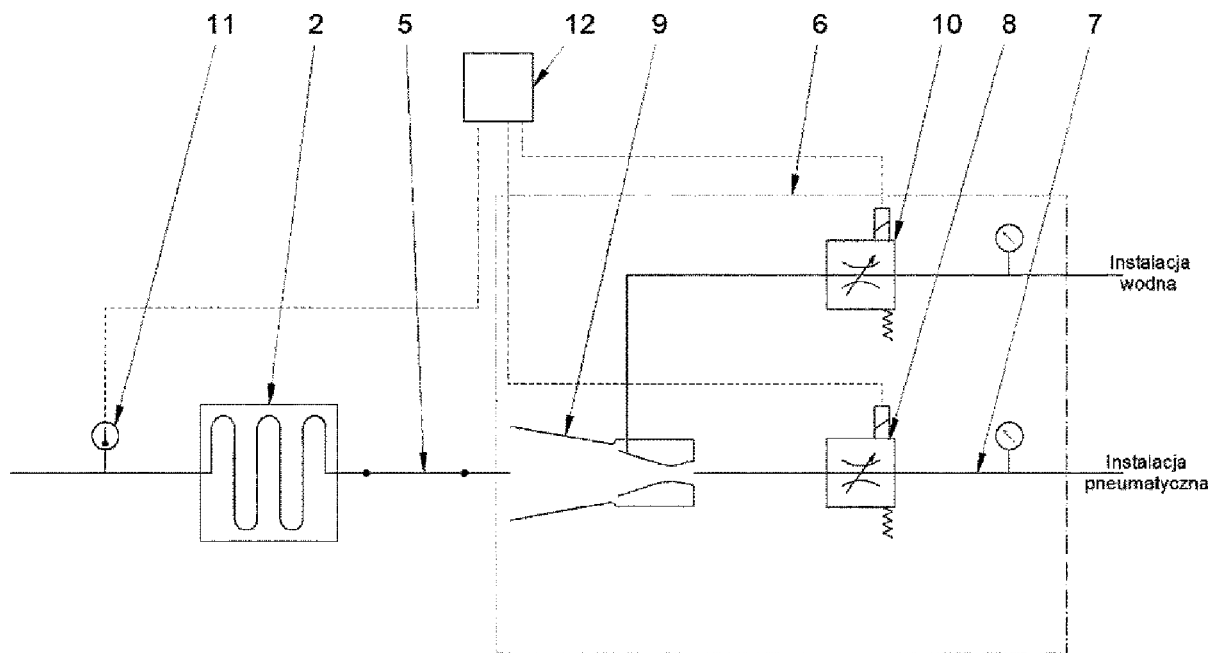


Fig. 3