(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 243653 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **413036**
(22) Data zgłoszenia: **2015.07.06**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2017.01.16 BUP 02/2017**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.09.25 WUP 39/2023**

(51) MKP:
B28B 11/24 *(2006.01)*
C04B 40/00 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
DOLNIAK ROMAN, Poznań, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
ROMAN DOLNIAK, Poznań, PL
MARIA DOLNIAK, Poznań, PL
PIOTR PAUTER, Wałcz, PL

(54) Tytuł:
Sposób i urządzenie do pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu

PL 243653 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób pielęgnacji wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu, zwłaszcza betonowych elementów drobnowymiarowych, produkowanych metodą wibroprasowania. Ponadto przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pielęgnacji takich wyrobów. Produkowane tym sposobem oraz za pomocą tego urządzenia wyroby betonowe mają zastosowanie zwłaszcza w drogownictwie i budownictwie. Wyrobami tymi mogą być przykładowo płyty chodnikowe, betonowe kostki brukowe, krawężniki drogowe, obrzeża trawnikowe, stosowane do budowy nawierzchni drogowych, placów, parkingów, podjazdów, czy ciągów ruchu pieszego; ponadto płyty ażurowe, stosowane jako nawierzchnia lub do zabezpieczania skarp oraz wykładania brzegów zbiorników wodnych; płyty stropowe, płyty dachowe, bloczki fundamentowe, pustaki ścienne, stosowane głównie do budowy hal fabrycznych, pasaży, w obiektach sportowych i rekreacyjnych.

Pielęgnacja betonu to zabiegi podejmowane od chwili ułożenia i zagęszczenia świeżo wykonanej mieszanki betonowej, mające na celu zapewnienie prawidłowego przebiegu procesów hydratacji cementu i w efekcie uzyskanie w określonym czasie betonu o wymaganych właściwościach i o żądanej jakości. Zabiegi te obejmują utrzymanie odpowiedniej temperatury i wilgotności dojrzewającego betonu oraz jego ochronę przed szkodliwymi oddziaływaniami, takimi jak np. czynniki atmosferyczne – promienie słoneczne, wiatr, opady atmosferyczne, zbyt wysokie lub zbyt niskie temperatury.

Brak właściwej pielęgnacji betonu wywołuje szereg negatywnych skutków dla betonu. Dlatego najistotniejszym elementem tej pielęgnacji jest utrzymanie betonu w stanie nasyconym wodą lub na tyle nasyconym, na ile jest to możliwe, dopóki przestrzenie wypełnione pierwotnie wodą w świeżym zaczynie cementowym nie zostaną zapełnione do pożądanego stopnia przez produkty hydratacji cementu. Niewłaściwa pielęgnacja wilgotnościowa, a zatem nieskuteczne zapobieganie utracie wody z betonu na skutek parowania z jego powierzchni, a także niedostateczne dostarczanie wody do betonu niezbędnej do hydratacji cementu, skutkuje większym skurczem plastycznym betonu i powstawaniem ewentualnych rys i pęknięć, mniejszą wytrzymałością, większą przepuszczalnością i nasiąkliwością, a także obniżoną odpornością na ścieranie. Utrzymanie wymaganej ilości wody zarobowej oddziałuje na ilość i mikrostrukturę produktów hydratacji, a tym samym na wytrzymałość i w konsekwencji na trwałość betonu w rożnych warunkach jego eksploatacji.

Znana i powszechnie stosowana w technologii betonu jest pielęgnacja na mokro. Polega ona na utrzymaniu całej powierzchni betonu w stanie wilgotnym poprzez systematyczne spryskiwanie i polewanie wodą, a we wczesnej fazie dojrzewania, kiedy powierzchnia betonu jest jeszcze słaba i podatna na odkształcenia na skutek zbyt mocnego polewania strumieniem wody, skuteczne jest zraszanie przez zraszacze mechaniczne lub ręczne.

Bardzo dobrą i polecaną praktyką jest połączenie pielęgnacji na mokro z przykrywaniem powierzchni betonu materiałami chłonnymi, zwłaszcza różnego rodzaju matami i włókninami, np. tkaniną jutową, konopną, bawełnianą lub geowłókniną i zwilżaniu ich tak, aby podczas zaplanowanego okresu pielęgnacji utrzymywać beton w stanie ciągłego nasycenia wodą.

Kolejnym sposobem pielęgnacji betonu jest zastosowanie powłok uniemożliwiających odparowanie wody z betonu. Metoda ta zwana jest także metodą bariery wodnej. Na ogół w tym celu pokrywa się powierzchnię betonu arkuszami folii z tworzywa sztucznego, np. folii polietylenowej, papierem wzmocnionym lepiszczem bitumicznym lub stosuje się nanoszenie przez rozpylenie powłoki chemicznej na bazie żywicy lub parafiny. Najczęściej stosowanymi preparatami są roztwory żywic syntetycznych; akrylowej, winylowej, lub styrenobutadienowej lub emulsje woskowe i parafinowe. O ile preparaty na bazie żywic mają małą przyczepność do betonu i rozkładają się pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, to emulsje woskowe są trudne do usunięcia, a ich powierzchnia jest śliska. Preparaty te najczęściej zawierają biały barwnik (rzadziej w kolorze aluminium) lub są bezbarwne. Dodatek barwnika ułatwia równomierne ułożenie preparatu na powierzchni i tym samym uzyskanie jednorodnej, szczelnej powłoki.

Pielęgnacja betonu w przypadku obniżonych temperatur, głównie zimą, wymaga dodatkowych zabiegów, ponieważ przy niskich temperaturach występuje zjawisko spowolnienia procesów wiązania oraz twardnienia betonu. Aby częściowo przeciwdziałać temu zjawisku stosuje się cementy o wysokim cieple hydratacji, wykorzystuje się mieszanki betonowe bogatsze w ilość cementu oraz charakteryzujące się obniżonym stosunkiem wodno-cementowym. Ponadto znanym rozwiązaniem jest podgrzewanie składników betonu, głównie kruszywa i wody. Częściowo pomaga także stosowanie odpowiednich

domieszek chemicznych (przeciwmrozowych i poprawiających reologię mieszanki betonowej). W warunkach obniżonych temperatur chroni się także wykonane elementy betonowe przed utratą ciepła technologicznego, przykrywając je odpowiednimi osłonami zewnętrznymi np. płachtami brezentowymi, matami słomianymi, płytami styropianowymi lub wełną mineralną. W początkowym okresie dojrzewania betonu nierzadko dostarcza się także ciepło dodatkowe np. za pomocą nagrzewnic, zachowując przy tym szczególną ostrożność, aby nie zaszkodzić betonowi poprzez przesuszenie jego powierzchni czy też wytworzenie zbyt dużej różnicy temperatur w betonie, co może powodować jego pękanie.

Do pielęgnacji wyrobów betonowych stosuje się specjalnie do tego przystosowane urządzenia. Z polskiego opisu wynalazku PL.213253 znany jest sposób i urządzenie do pielęgnacji wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu. Zgodnie z tym rozwiązaniem wyroby betonowe poddawane procesowi dojrzewania betonu umieszcza się w rozmieszczonych równolegle komorach dojrzewalni, w których zapewnia się odpowiednią temperaturę oraz wilgotność. Do komór dojrzewalni doprowadza się z zewnątrz energię cieplną w postaci mieszaniny powietrza z wytworzonymi w komorze spalania spalinami, którą to mieszaninę, wtłaczaną poprzez zespół dysz do komór, nawilża się poprzez zamgławianie rozbryzgiem kropel wody porywanych przez strumień wtłaczanej mieszaniny, przy czym po uzyskaniu zadanej temperatury, po określonym czasie i wyrównaniu temperatury w całej komorze dojrzewalni, następuje cykl nawilżania powietrza działający wspólnie z cyklem ogrzewania, zaś po określonym czasie, cykl cyrkulacji, powodujący wyrównanie temperatury w komorze dojrzewalni z jednoczesnym nawilżaniem. W przypadku nadmiernego wzrostu temperatury w komorze, spowodowanego warunkami pogodowymi i nadmiarem wytwarzanego ciepła z hydratacji betonu, przeprowadza się cykl chłodzenia, który trwa aż do momentu obniżenia się temperatury.

Zgodnie z opisem tego wynalazku (PL. 213253) urządzenie do pielęgnacji wyrobów betonowych, wyposażone jest w rozmieszczone równolegle komory dojrzewania, mające przegrody w postaci żaluzji lub wrót zaopatrzone w elementy wykonawcze i sterowniki, zaopatrzone w zespół grzewczo-wentylacyjny oraz w instalacje nawiewu i wywiewu oraz instalację wodną. Urządzenie charakteryzuje się tym, że zespół grzewczo-wentylacyjny jest wyposażony w zespół dysz ogrzewających, nawilżających i schładzających mieszaninę spalin i pary wprowadzaną z zewnątrz do komór oraz dyszę cyrkulacyjną i nawilżającą, przy czym na drodze strumienia mieszaniny powietrza ze spalinami wtłaczanej do komór, zaopatrzonych w elementy wykonawcze oraz sterowniki żaluzji lub wrót, umieszczone są dysze wodne sprzężone z modułem nawilżającym, a ponadto urządzenie jest wyposażone w czujniki parametrów procesu dojrzewania takich jak temperatura mieszanki pielęgnacyjnej, jej wilgotność, temperatura w komorach, sprzężone ze sterownikiem, poprzez układ zawierający moduł przetwornika sygnału, do którego wejścia są dołączone czujniki parametrów procesu oraz z modułu wyboru czujnika, sprzężonego z wyjściem sterownika, przy czym moduł wyboru czujnika dokonuje, na sygnał sterownika, wyboru jednego z czujników, którego przetworzony sygnał jest sprzężony ze sterownikiem, a ponadto z wyjściem sterownika są połączone sygnałowo elementy wykonawcze oraz sterowniki żaluzji lub wrót komór dojrzewalni, przy czym do wejść sterownika jest dołączony wyświetlacz oraz pulpit sterowniczy.

Pewną niedogodnością tego rozwiązania jest to, że urządzenie składa się z kilku komór dojrzewania, poprzedzielanych przegrodami, w których cały proces dojrzewania betonu odbywa się w sposób cykliczny, podczas którego następuje podgrzewanie, nawilżanie oraz wywiew mieszaniny pary wodnej i spalin z każdej z komór, przy czym każda z komór ma własny cykl, niezależny od siebie, a zatem warunki dojrzewania betonu nie są jednakowe dla wszystkich wyrobów lecz zależą od fazy produkcyjnej, zatem od czasu wstawienia w odpowiednią komorę wkładu produkcyjnego. Ponadto rozwiązanie to wymaga ciągłego dostarczania ciepła i wilgoci z zewnątrz każdej z komór.

Z kolei z amerykańskiego dokumentu zgłoszeniowego US.2015183128 (A1), publikowanego również po udzieleniu patentu jako US. 10173342 (B2), jak również jako patent europejski EP.2899005 (B1), znana jest instalacja (układ) do utwardzania wyrobów betonowych, zawierająca komorę utwardzania z kilkoma komórkami utwardzającymi, rozmieszczonymi w co najmniej jednej kolumnie, gdzie umieszcza się formy odlewnicze Z wyrobami betonowymi, przy czym są one umieszczone jedna na drugiej, na pionowym stosie, dzięki czemu można zminimalizować obszar wymagany do utwardzania produktów. Komórki utwardzające są formowane w grupy komórek utwardzających, w których jedna grupa komórek utwardzających zawiera co najmniej jedną komórkę utwardzającą, a korzystnie 2–4 komórki utwardzające, i gdzie grupa komórek utwardzających jest izolowana względem innych grup komórek utwardzających w komorze utwardzania. Przy czym izolację tę stworzono w postaci poziomych

oddzielających ścianek izolacyjnych, ograniczających grupę komórek utwardzających w kierunku pionowym oraz w postaci pionowych oddzielających ścian izolacyjnych, ograniczających grupy komórek utwardzających w kierunku poziomym, tak, by tworzyły się od siebie izolowane kolumny.

Grupy komórek utwardzających w komorze utwardzania są połączone ze wspólnym układem kanałów powietrznych, który zawiera środki grzewcze do podgrzewania powietrza w układzie kanałów. Korzystnie system kanałów powietrznych zawiera środki do cyrkulacji powietrza, jak również współpracujący z tą instalacją zestaw czujników parametrów procesu dojrzewania (czujniki temperatury i czujniki wilgotności).

Komora utwardzania jest zamknięta tak, że efekt ogrzewania i nawilżania skupia się wewnątrz komory utwardzania.

Omawiany wynalazek, znany z dokumentu US.2015183128 (A1), dotyczy również sposobu utwardzania wyrobów betonowych w komorze utwardzania, która zawiera kilka komórek utwardzających rozmieszczonych w co najmniej jednej kolumnie, w której komórki utwardzające są umieszczone na pionowym stosie. Zgodnie ze sposobem pielęgnacji wyrobów betonowych – mierzony jest poziom wilgoci każdej grupy komórek utwardzających i temperatura powierzchni utwardzanych elementów – w celu określenia wymaganej temperatury punktu kondensacji oraz po to, aby poziom wilgoci każdej z komórek utwardzających komory utwardzania był kontrolowany przez środki kontroli wilgoci, tak, by temperatura punktu kondensacji była utrzymywana na nieco wyższym lub niższym poziomie niż temperatura powierzchni wyrobów betonowych znajdujących się w komorach utwardzania lub w punkcie kondensacji w zależności od pożądanego wpływu na jakość produktu.

Korzystnie komora utwardzania pracuje w sposób ciągły tak, że na jednym końcu komory utwardzania wprowadza się świeże odlewane produkty, a na drugim końcu utwardzone odlewane produkty są wyjmowane i przenoszone do następnego etapu procesu.

Celem wynalazku było opracowanie nowego sposobu pielęgnacji wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu oraz urządzenia do pielęgnacji wyrobów betonowych, które zapewniałyby mniejszą energochłonność.

Sposób pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu w dojrzewalni wyrobów betonowych za pomocą mieszaniny pielęgnacyjnej o znacznej wilgotności, przebiegający według zaprogramowanego algorytmu sterowania, zainstalowanego w urządzeniu sterującym, zgodnie z wynalazkiem polega na tym, że proces pielęgnacji wyrobów betonowych przeprowadza się jednocześnie we wszystkich segmentach komory, bądź komór dojrzewalni, niezależnie od cyklu czy fazy produkcyjnej w poszczególnym segmencie, w ruchu produkcyjnym ciągłym, w sposób hybrydowy, wykorzystując w 100% ogólną wilgotność powietrza wytworzoną w komorze, bądź w komorach dojrzewalni i wykorzystując ogólne ciepło hydratacji cementu, powstające podczas wiązania betonu w całej dojrzewalni, do procesu przyspieszonego dojrzewania tego samego wyrobu betonowego, przy czym proces ten przebiega w kilku etapach:

- wyroby betonowe układa się na paletach, które następnie rozmieszcza się na półkach znajdujących się na regałach umieszczonych w mających niezabudowaną konstrukcję, otwartych segmentach komory, bądź komór dojrzewalni,
- po czym na etapie wstępnym, tj. podczas rozruchu instalacji, a także w okresach niskiej temperatury zewnętrznej stosuje się wstępne podgrzanie powietrza w komorze, bądź komorach dojrzewalni, stosując do wstępnego podgrzania znane i powszechnie stosowane urządzenia grzewcze,
- następnie na urządzeniu sterującym (sterowniku) ustawia się pożądane parametry procesu dojrzewania betonu, czas jego pielęgnacji i utwardzania, przy czym wartość nastawów uzależnia się od określonego typu wyrobu betonowego, i odtąd dokonuje się pomiaru temperatury i wilgotności wewnątrz komory, bądź komór dojrzewalni, sprawdzając parametry za pomocą czujników, tj. czujnika temperatury – badającego temperaturę w komorze i temperaturę mieszanki pielęgnacyjnej oraz za pomocą czujnika wilgotności powietrza – badającego jej wilgotność,
- w kolejnym etapie realizuje się program cyrkulacji powietrza w komorze, bądź komorach dojrzewalni, przy czym w tym celu uruchamia się instalację cyrkulacji powietrza, tym samym uruchamiając wentylator, ponadto zespół cyrkulacji ssącej, przepustnicę sterowalną oraz zespół cyrkulacji tłocznej, która to instalacja cyrkulacji powietrza pobiera ciepło wytwarzane podczas reakcji chemicznej egzotermicznej wiązania betonu z komory, bądź z połączonych ze sobą komór dojrzewalni i wtórnie wykorzystuje to ciepło do przyspieszonego dojrzewania

wyrobów betonowych, równomiernie rozprowadzając powietrze wraz z ciepłem hydratacji cementu po całej przestrzeni kubaturowej dojrzewalni, co następuje poprzez kierunkowe dysze dalekiego zasięgu, które zlokalizowane są w części dolnej komory, bądź komór dojrzewalni, wskutek czego pod stropem w części górnej tej dojrzewalni powstaje podciśnienie powietrza, które powoduje laminarny (warstwowy, niezaburzony) przepływ mieszaniny ogrzanego i nawilżonego powietrza, mającego wytworzoną optymalną atmosferę, tak, że powietrze, mając tak jednolitą atmosferę, zaczyna być równomiernie rozprowadzane po całej dojrzewalni, swobodnie cyrkulując pomiędzy poszczególnymi paletami z wyrobami, znajdującymi się na półkach regałów oraz pomiędzy segmentem, bądź wszystkimi segmentami, przemieszczając się w dowolnych kierunkach i jednocześnie przyspieszając proces dojrzewania wyrobów betonowych, wiązania i twardnienia betonu,

- po uzyskaniu wyrównanej temperatury w całej dojrzewalni, kiedy warunki w całej dojrzewalni są jednolite, wówczas przechodzi się do następnego etapu, w którym przy pomocy dyszy wodnych wytwarza się mgłę, nawilżającą powietrze w celu uzupełnienia niedoborów wilgotności w dojrzewalni, natomiast ogrzewanie powietrza wewnątrz komory, bądź komór odbywa się wyłącznie z wykorzystaniem zjawiska hydratacji, podczas którego emitowane jest ciepło z produktów betonowych poddanych procesowi dojrzewania, przy czym, w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury i wilgotności wewnątrz komory, bądź komór dojrzewalni powyżej wartości zadanej, stosuje się schładzanie dojrzewalni przez uruchomienie zespołu wywiewowego, który chłodzi i wietrzy wszystkie segmenty komory, bądź komór dojrzewalni i usuwa zbyt ciepłe powietrze za pomocą wyrzutni dachowej, aż do momentu obniżenia się temperatury do wartości zadanej.

Urządzenie do pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu, jest urządzeniem wyposażonym w co najmniej jedną komorę dojrzewania, w której umieszcza się produkty betonowe, instalację cyrkulacji powietrza, zespół nawilżania i wychładzania powietrza w komorze dojrzewalni, a nadto jest urządzeniem zawierającym czujniki parametrów procesu dojrzewania takich jak temperatura mieszanki pielęgnacyjnej, jej wilgotność, temperatura w komorze. Zgodnie z istotą rozwiązania urządzenie to jest dojrzewalnią, zamontowaną w hali produkcyjnej i stanowi otwartą przestrzeń, w której wstawiona jest co najmniej jedna komora dojrzewania, przy czym w przypadku, gdy tych komór jest kilka, bądź kilkanaście, to są one połączone ze sobą konstrukcyjnie, tworząc jedną całość. Zgodnie z wynalazkiem każda komora dojrzewania posiada otwarty segment, bądź kilka, czy kilkanaście otwartych segmentów, korzystnie od ośmiu do czternastu takich otwartych segmentów, każdy z nich o niezabudowanej konstrukcji, nie wydzielony przegrodami. W każdym otwartym segmencie są umieszczone regały z półkami, do układania na nich palet, zawierających betonowe wyroby poddawane procesowi pielęgnacji betonu. Przy czym każda z komór dojrzewalni wyposażona jest w jedną instalację cyrkulacji powietrza i współpracujące z tą instalacją środki do pomiaru temperatury i wilgotności, stanowiąc urządzenie hybrydowe, wyposażone w kilka podzespołów, w tym w:

- sekcję nawilżania powietrza – na którą składa się zespół nawilżania dojrzewalni, zaopatrzony w węzeł stabilizacji podwyższonego ciśnienia wody oraz zawór elektromagnetyczny i dyszę wodną do wytwarzania mgły,
- zespól przełącznika instalacji cyrkulacji i wywiewu powietrza,
- sekcję ogrzewania powietrza – zaopatrzoną w wentylator, zespół cyrkulacji ssącej, przepustnicę sterowalną oraz zespół cyrkulacji tłocznej, zakończonej kierunkową dyszą dalekiego zasięgu, zlokalizowaną w części dolnej komory dojrzewalni,
- zespół schładzania powietrza w dojrzewalni, stosowany w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury wewnątrz komory dojrzewalni, wyposażony w zespół wywiewowy z dojrzewalni, uruchamiany przez przepustnicę sterowalną, zakończoną wyrzutnią dachową,

przy czym całe urządzenie jest sterowane przez urządzenie sterujące (sterownik), zawierające czujnik temperatury i czujnik wilgotności powietrza.

Dzięki rozwiązaniu według wynalazku uzyskano możliwość prowadzenia procesu pielęgnacji i dojrzewania betonu w wyrobach w trybie ciągłym. Dojrzewalnia według wynalazku stanowi jedną całość, w której są umieszczane produkty betonowe o sumarycznej pojemności od 180 m^3 do 300 m^3, które w całkowitej swej masie wytwarzają ciepło hydratacji cementu wystarczające do ogrzewania nowych wsadów produktów betonowych bez dodatkowych strat ciepła komory, a więc bez konieczności dostarczania zewnętrznego czynnika grzewczego. Tym samym rozwiązanie według wynalazku w spo-

sób hybrydowy wykorzystuje powstające ciepło hydratacji cementu podczas wiązania betonu do procesu przyspieszonego dojrzewania tego samego wyrobu betonowego, dzięki czemu wytwarzane ciepło podczas reakcji chemicznej egzotermicznej wiązania betonu nie uchodzi już jako strata ciepła, lecz zostaje wtórnie wykorzystane do procesu przyspieszonego dojrzewania wyrobu betonowego.

Przy tym, rozwiązanie według wynalazku zapewnia wysoką jakość wyrobów betonowych, a czas trwania procesu dojrzewania skraca nawet o 8 godzin, co oczywiście skutkuje wzrostem produkcji i oszczędnością energii, czy kosztów produkcji.

Wydaje się, że rozwiązaniem najbardziej zbliżonym do urządzenia według przedmiotowego wynalazku, jest urządzenie do pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu znane z amerykańskiej dokumentacji zgłoszeniowej US.2015183128 (A1), które także wyposażone jest w co najmniej jedną komorę dojrzewania (określaną w tamtym przypadku komorą utwardzającą) i w której umieszcza się świeżo odlewane produkty betonowe oraz, gdzie formy odlewnicze z wyrobami betonowymi spoczywają w postaci uporządkowanej, posegregowanej. Ponadto wskazane amerykańskie rozwiązanie również zawiera instalację cyrkulacji powietrza, jak również współpracujący z tą instalacją zestaw czujników parametrów procesu dojrzewania (czujniki temperatury i czujniki wilgotności).

Przy czym, w urządzeniu według wynalazku wyroby betonowe są umieszczane na regałach z półkami, które są częścią składową otwartych segmentów. Dzięki temu, że każdy segment jest konstrukcją otwartą, niezabudowaną, nie posiadającą ścian, które powodowałyby, że tworzyłaby się zamknięta przestrzeń, to są wytworzone optymalne/pożądane warunki dojrzewania wyrobów betonowych, a powietrze może swobodnie cyrkulować pomiędzy poszczególnymi paletami z wyrobami, pomiędzy regałami oraz pomiędzy segmentami, przemieszczając się w dowolnym kierunku. Przy tym w rozwiązaniu według przedmiotowego wynalazku dojrzewalnia stanowi jedną całość, jedną otwartą przestrzeń, w której wstawionych jest od kilku do kilkunastu komór, połączonych ze sobą konstrukcyjnie, zawierających co najmniej jeden, a na ogół od kilku do kilkunastu otwartych segmentów nie wydzielonych przegrodami, przez co maksymalizuje się wykorzystanie ciepła hydratacji cementu i wyrównuje warunki pielęgnacji wyrobu betonowego w całej dojrzewalni w czasie i na każdym etapie fazy dojrzewania produkcji wyrobu betonowego (warunki są w całej dojrzewalni jednolite).

Natomiast w przypadku urządzenia znanego z amerykańskiego dokumentu US.2015183128 (A1) formy odlewnicze z produktami betonowymi są układane w stosy, tworzące kolumny, a każda z tych kolumn stanowi konstrukcję zamkniętą. W każdej kolumnie rozmieszczonych jest kilka komórek utwardzających, a te formuje się w grupy komórek, przy czym grupy komórek mają poziome oddzielające ściany izolacyjne, wskutek czego kolumny z wyrobami betonowymi są izolowane od siebie. Tym samym w amerykańskim rozwiązaniu obszar utwardzania jest zamknięty. Taka konstrukcja powoduje, że dojrzewalnia posiada szereg zamkniętych komór, pomiędzy którymi w zasadzie nie ma możliwości swobodnej cyrkulacji powietrza i co sprawia, że nie tylko w każdej z komór, ale nawet w każdej z grup komórek utwardzających panują inne warunki, inne parametry procesu dojrzewania betonu. Zatem amerykańskie rozwiązanie nie jest w stanie zapewnić tak równomiernego rozprowadzania powietrza o tej samej temperaturze i wilgotności na wszystkie wyroby, niezależnie od miejscowego położenia tych wyrobów i w konsekwencji – takich samych efektów pielęgnacji betonu.

W rozwiązaniu według przedmiotowego wynalazku, właśnie z uwagi na konstrukcję otwartych segmentów dojrzewalni – instalacja cyrkulacji powietrza i środki do pomiaru temperatury i wilgotności nie muszą być instalowane z osobna przy każdym regale z półkami, na których układa się palety z wyrobami betonowymi. Wystarczy do tego jedna instalacja.

Tymczasem w rozwiązaniu znanym z amerykańskiego dokumentu US.2015183128 (A1) zarówno instalacja cyrkulacji powietrza, jak też środki do pomiaru wilgoci i/lub temperatury zawiera każda grupa komórek. Takie umiejscowienie środków do pomiaru temperatury i wilgotności w każdej grupie komórek z osobna jest z pewnością zasadne, ale w sytuacji, gdy do dojrzewalni trafiają odlewane produkty betonowe o różnych etapach utwardzania – produkty odlane na zimno, które właśnie weszły do komory utwardzania, a które tworzą na swojej powierzchni wysoki poziom kondensatu, ale także produkty odlewane na ciepło, które już były w komorze utwardzania przez dłuższy czas, a które potrzebują wyższego względnego poziomu wilgoci dla właściwego utwardzenia. Wówczas wystarczy w każdej z tych grup komórek ustawić inne parametry (temperatury, wilgotności), by zapewnić im optymalne warunki do procesu dojrzewania.

Skoro w rozwiązaniu znanym z amerykańskiego dokumentu US.2015183128 (A1) do różnych grup komórek trafiają formy odlewnicze z produktami betonowymi pochodzącymi z różnego cyklu czy

fazy produkcyjnej, zatem proces dojrzewania betonu w takiej dojrzewalni nie może być ujednolicony dla wszystkich grup komórek i nie może przebiegać jednocześnie we wszystkich grupach komórek. Dlatego, w przeciwieństwie do urządzenia według przedmiotowego wynalazku – niemożliwe jest przeprowadzenie pielęgnacji wyrobów betonowych jednocześnie we wszystkich kolumnach komory dojrzewalni.

Poza tym w przypadku dojrzewalni według przedmiotowego wynalazku, każda komora dojrzewania wyposażona jest w dodatkowe instalacje, których brak jest w rozwiązaniu znanym z amerykańskiego dokumentu nr US.2015183128 (A1), a które to instalacje są niezbędne w sytuacji, gdy zostaną przekroczone wartości parametrów zadanych (temperatury i wilgotności) i które w efekcie finalnym mają wpływ na jakość wyrobów betonowych, a często zapobiegają zniszczeniu tych wyrobów – a są to: zespół nawilżania dojrzewalni, zaopatrzony przede wszystkim w dyszę wodną do wytwarzania mgły celem nawilżania powietrza, a ponadto zespół schładzania dojrzewalni, stosowany w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury wewnątrz komory dojrzewalni, wyposażony w zespół wywiewowy z dojrzewalni, uruchamiany przez przepustnicę sterowalną zakończoną wyrzutnią dachową.

Co również istotne – w przeciwieństwie do urządzenia ujawnionego w amerykańskim opisie patentowym US.2015183128 (A1), które wymaga ciągłego dostarczania ciepła i wilgoci z zewnątrz każdej z grup komórek (ponieważ grupy komórek komory utwardzającej są połączone ze wspólnym systemem kanałów powietrznych, który zawiera środki grzewcze (grzejnik) do ogrzewania powietrza oraz środki cyrkulacyjne w układzie kanałowym) – urządzenie według wynalazku nie posiada systemu grzewczego, gdyż działa bez konieczności dostarczania zewnętrznego czynnika grzewczego.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat fragmentu urządzenia do pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu.

Urządzenie do pielęgnacji wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu według wynalazku zostało zastosowane jako końcowy element w pełni automatycznej linii do produkcji betonowej kostki brukowej.

Stanowi je komora **1** dojrzewalni, zamontowana w hali produkcyjnej, posiadająca dziesięć otwartych segmentów **2**, o niezabudowanej konstrukcji, nie wydzielonych przegrodami, w których umieszczone zostały regały **3** z półkami **4**, na których są ułożone palety **5** z uformowanymi kostkami brukowymi przeznaczonymi do dojrzewania.

Urządzenie jest wyposażone w instalację cyrkulacji powietrza **6**, zawierające kilka podzespołów, w tym sekcję nawilżania powietrza – na którą składa się zespół nawilżania **7** dojrzewalni, zaopatrzony w węzeł stabilizacji podwyższonego ciśnienia wody **8** oraz zawór elektromagnetyczny **9** i dyszę wodną **10** do wytwarzania mgły, celem nawilżania powietrza, umieszczone w dolnej części komory **1** dojrzewalni.

Ponadto jest wyposażone w zespół przełącznika instalacji cyrkulacji i wywiewu powietrza **11**. Instalacja cyrkulacji powietrza **6** posiada też sekcję ogrzewania powietrza – zaopatrzoną w wentylator **12**, zespół cyrkulacji ssącej **13**, przepustnicę sterowalną **14** oraz zespół cyrkulacji tłocznej **15** zakończonej kierunkową dyszą dalekiego zasięgu **16**, zlokalizowaną w części dolnej komory **1** dojrzewalni.

Dla potrzeb schłodzenia dojrzewalni urządzenie jest wyposażone w zespół wywiewowy **17** z dojrzewalni, stosowany w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury wewnątrz komory **1** dojrzewalni, a uruchamiany przez przepustnicę sterowalną **18**, zakończoną wyrzutnią dachową **19**.

Urządzenie jest sterowane przez urządzenie sterujące (sterownik) **20**, do którego wejścia są dołączone czujniki: tj. czujnik temperatury **21** i czujnik wilgotności powietrza **22**. Czujniki te kontrolują i regulują parametry nastaw procesu, a ponadto z wyjściem urządzenia sterującego (sterownika) **20** połączone są sygnałowo elementy wykonawcze wszystkich zespołów urządzenia.

Linia produkcyjna kostki brukowej została uruchomiona na początku marca, gdy temperatura powietrza wahała się w okolicach 0°C, przy czym proces pielęgnacji wyrobów betonowych przeprowadzano jednocześnie we wszystkich segmentach $\mathbf{2_1...2_n}$ komory **1** dojrzewalni, niezależnie od cyklu czy fazy produkcyjnej w poszczególnym segmencie **2**, w ruchu produkcyjnym ciągłym, w sposób hybrydowy, wykorzystując w 100% ogólną wilgotność powietrza wytworzoną w komorze **1** i wykorzystując ogólne ciepło hydratacji cementu, powstające podczas wiązania betonu w całej dojrzewalni, do procesu przyspieszonego dojrzewania tego samego wyrobu betonowego, przy czym proces ten przebiegał w kilku etapach.

Aby wstępnie ogrzać wychłodzoną halę produkcyjną, w tym komorę **1** dojrzewalni, uruchomiono palniki olejowe. Po uzyskaniu temperatury wnętrza hali na poziomie 20°C, wyłączono palniki i uruchomiono linię produkcyjną.

W związku z tym technolog produkcji ustawił w urządzeniu sterującym (sterowniku) 20 parametry procesu dojrzewania betonu i ustawił czas jego pielęgnacji i utwardzania na czternaście godzin.

Po uzyskaniu pierwszej partii wyrobów mokrych, przewieziono je na wózkach regałowych do pierwszego segmentu 2_1 komory **1**. Po zapełnieniu segmentu zamknięto drzwi komory i rozpoczęto napełnianie kolejno następnych segmentów, tj. segmentów 2_2 do ... 2_{10}. W każdym segmencie umieszczono po dwanaście regałów **3** z piętnastoma półkami **4**, na których były umieszczone palety **5** z mokrymi kostkami brukowymi.

Po zakończeniu procesu dojrzewania kostki brukowej w pierwszym segmencie 2_1 po ustalonym przez technologa czasie czternastu godzin nastąpiło otwarcie i rozładunek segmentu z produktów betonowych, przy czynnej instalacji urządzenia. Opróżnione miejsce w segmencie 2_1 zapełniono następnym, kolejnym wsadem. Proces przebiegał analogicznie w odniesieniu do pozostałych dziewięciu segmentów 2_2 ... 2_{10}.

Linia produkcji kostki brukowej, a z nią dojrzewalnia pracowały nieprzerwanie do końca sezonu, tj. do końca października.

Każdy nowy wsad produktów betonowych do komory **1** wykorzystywał w 100% ogólną wilgotność powietrza wytworzoną w komorze **1** dojrzewalni i ogólne ciepło wytworzone w wyniku procesu hydratacji zachodzącego w produktach betonowych. Ewentualny niedobór wilgotności był uzupełniany przez zespół nawilżania **7** we współpracy z instalacją cyrkulacji powietrza **6**.

W tym celu uruchamiano instalację cyrkulacji powietrza **6**, tym samym uruchamiając wentylator **12**, ponadto zespół cyrkulacji ssącej **13**, przepustnicę sterowalną **14** oraz zespół cyrkulacji tłocznej **15**, która to instalacja cyrkulacji powietrza **6** pobierała ciepło wytwarzane podczas reakcji chemicznej egzotermicznej wiązania betonu z komory **1** dojrzewalni i wtórnie wykorzystywała to ciepło do przyspieszonego dojrzewania wyrobów betonowych, równomiernie rozprowadzając powietrze wraz z ciepłem hydratacji cementu po całej przestrzeni kubaturowej dojrzewalni, co następowało poprzez kierunkowe dysze dalekiego zasięgu **16**, które zlokalizowane zostały w części dolnej komory **1** dojrzewalni, wskutek czego pod stropem w części górnej tej dojrzewalni powstawało podciśnienie powietrza, które powodowało laminarny przepływ mieszaniny ogrzanego i nawilżonego powietrza, mającego wytworzoną optymalną atmosferę, tak, że powietrze, mając tak jednolitą atmosferę, zaczynało być równomiernie rozprowadzane po całej dojrzewalni, swobodnie cyrkulując pomiędzy poszczególnymi paletami **5** z wyrobami, znajdującymi się na półkach **4** regałów **3** oraz pomiędzy wszystkimi segmentami 2_1...2_{10}, przemieszczając się w dowolnych kierunkach i jednocześnie przyspieszając proces dojrzewania wyrobów betonowych, wiązania i twardnienia kostek betonowych.

Z kolei zespół nawilżania **7** dojrzewalni, zaopatrzony w węzeł stabilizacji podwyższonego ciśnienia wody **8** oraz zawór elektromagnetyczny **9** i dyszę wodną **10** do wytwarzania mgły, odpowiednio nawilżał kostki brukowe, poddawane procesowi pielęgnacji.

W przypadkach nadmiernego wzrostu temperatury i wilgotności powyżej wartości zadanych, spowodowanego warunkami atmosferycznymi, włączał się zespół wywiewowy **17**, uruchamiany przez przepustnicę sterowalną **18**, który usuwał zbyt ciepłe powietrze za pomocą wyrzutni dachowej **19**, aż do momentu obniżenia się temperatury do wartości zadanej.

Proces dojrzewania przebiegał w średniej temperaturze 25°C, przy średniej wilgotności względnej powietrza 95% i był realizowany jednocześnie we wszystkich segmentach **2** komory **1**.

Objaśnienia figur rysunku:

1 – komora dojrzewalni,
2 – segment,
3 – regał,
4 – półki,
5 – palety z wyrobami betonowymi,
6 – instalacja cyrkulacji powietrza,
7 – zespół nawilżania, dojrzewalni,
8 – węzeł stabilizacji podwyższonego ciśnienia wody,
9 – zawór elektromagnetyczny,
10 – dysza wodna, do wytwarzania mgły,
11 – zespół przełącznika instalacji cyrkulacji i wywiewu powietrza,
12 – wentylator,
13 – zespół cyrkulacji ssącej,
14 – przepustnica sterowalna,
15 – zespół cyrkulacji tłocznej,
16 – kierunkowa dysza dalekiego zasięgu,
17 – zespół wywiewowy z dojrzewalni,
18 – przepustnica sterowalna, uruchamiająca zespół wywiewowy 17,
19 – wyrzutnia dachowa,
20 – urządzenie sterujące (sterownik),
21 – czujnik temperatury,
22 – czujnik wilgotności powietrza

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu w dojrzewalni wyrobów betonowych za pomocą mieszaniny pielęgnacyjnej o znacznej wilgotności, przebiegający według zaprogramowanego algorytmu sterowania, zainstalowanego w urządzeniu sterującym, **znamienny tym**, że proces pielęgnacji wyrobów betonowych przeprowadza się jednocześnie we wszystkich segmentach (**2_1 ... 2_n**) komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3, ... 1_n**) dojrzewalni, niezależnie od cyklu czy fazy produkcyjnej w poszczególnym segmencie (**2**), w ruchu produkcyjnym ciągłym, w sposób hybrydowy, wykorzystując w 100% ogólną wilgotność powietrza wytworzoną w komorze (**1**), bądź w komorach (**1_1, 1_2, 1_3, ... 1_n**) dojrzewalni i wykorzystując ogólne ciepło hydratacji cementu, powstające podczas wiązania betonu w całej dojrzewalni, do procesu przyspieszonego dojrzewania tego samego wyrobu betonowego, przy czym proces ten przebiega w kilku etapach:
   - wyroby betonowe układa się na paletach (**5**), które następnie rozmieszcza się na półkach (**4**) znajdujących się na regałach (**3**) umieszczonych w mających niezabudowaną konstrukcję, otwartych segmentach (**2**) komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni,
   - po czym na etapie wstępnym, tj. podczas rozruchu instalacji, a także w okresach niskiej temperatury zewnętrznej stosuje się wstępne podgrzanie powietrza w komorze (**1**), bądź komorach (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni, stosując do wstępnego podgrzania znane i powszechnie stosowane urządzenia grzewcze,
   - następnie na urządzeniu sterującym (sterowniku) (**20**) ustawia się pożądane parametry procesu dojrzewania betonu, czas jego pielęgnacji i utwardzania, przy czym wartość nastawów uzależnia się od określonego typu wyrobu betonowego, i odtąd dokonuje się pomiaru temperatury i wilgotności wewnątrz komory (**1**) bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni, sprawdzając parametry za pomocą czujników, tj. czujnika temperatury (**21**) – badającego temperaturę w komorze i temperaturę mieszanki pielęgnacyjnej oraz za pomocą czujnika wilgotności powietrza (**22**) – badającego jej wilgotność,
   - w kolejnym etapie realizuje się program cyrkulacji powietrza w komorze (**1**), bądź komorach (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni, przy czym w tym celu uruchamia się instalację cyrkulacji powietrza (**6**), tym samym uruchamiając wentylator (**12**), ponadto zespół cyrkulacji ssącej (**13**), przepustnicę sterowalną (**14**) oraz zespół cyrkulacji tłocznej (**15**), która to instalacja cyrkulacji

powietrza (**6**) pobiera ciepło wytwarzane podczas reakcji chemicznej egzotermicznej wiązania betonu z komory (**1**), bądź z połączonych ze sobą komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni i wtórnie wykorzystuje to ciepło do przyspieszonego dojrzewania wyrobów betonowych, równomiernie rozprowadzając powietrze wraz z ciepłem hydratacji cementu po całej przestrzeni kubaturowej dojrzewalni, co następuje poprzez kierunkowe dysze dalekiego zasięgu (**16**), które zlokalizowane są w części dolnej komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni, wskutek czego pod stropem w części górnej tej dojrzewalni powstaje podciśnienie powietrza, które powoduje laminarny (warstwowy, niezaburzony) przepływ mieszaniny ogrzanego i nawilżonego powietrza, mającego wytworzoną optymalną atmosferę, tak, że powietrze, mając tak jednolitą atmosferę, zaczyna być równomiernie rozprowadzane po całej dojrzewalni, swobodnie cyrkulując pomiędzy poszczególnymi paletami (**5**) z wyrobami, znajdującymi się na półkach (**4**) regałów (**3**) oraz pomiędzy segmentem (**2**), bądź wszystkimi segmentami (**2_1 ... 2_n**), przemieszczając się w dowolnych kierunkach jednocześnie przyspieszając proces dojrzewania wyrobów betonowych, wiązania i twardnienia betonu,

- po uzyskaniu wyrównanej temperatury w całej dojrzewalni, kiedy warunki w całej dojrzewalni są jednolite, wówczas przechodzi się do następnego etapu, w którym przy pomocy dyszy wodnych (**10**) wytwarza się mgłę, nawilżającą powietrze w celu uzupełnienia niedoborów wilgotności w dojrzewalni, natomiast ogrzewanie powietrza wewnątrz komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) odbywa się wyłącznie z wykorzystaniem zjawiska hydratacji, podczas którego emitowane jest ciepło z produktów betonowych poddanych procesowi dojrzewania, przy czym, w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury i wilgotności wewnątrz komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni powyżej wartości zadanej, stosuje się schładzanie dojrzewalni przez uruchomienie zespołu wywiewowego (**17**), który chłodzi i wietrzy wszystkie segmenty (**2_1 ... 2_n**) komory (**1**), bądź komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) dojrzewalni i usuwa zbyt ciepłe powietrze za pomocą wyrzutni dachowej (**19**), aż do momentu obniżenia się temperatury do wartości zadanej.

2. Urządzenie do pielęgnacji wibroprasowanych wyrobów betonowych w procesie dojrzewania betonu, wyposażone w co najmniej jedną komorę dojrzewania, w której umieszcza się produkty betonowe, instalację cyrkulacji powietrza, zespół nawilżania i wychładzania powietrza w komorze dojrzewalni, a nadto zawierające czujniki parametrów procesu dojrzewania takich jak temperatura mieszanki pielęgnacyjnej, jej wilgotność, temperatura w komorze, **znamienne tym**, że dojrzewalnia, zamontowana w hali produkcyjnej, stanowi otwartą przestrzeń, w której wstawiona jest co najmniej jedna komora (**1**) dojrzewania, przy czym w przypadku, gdy tych komór (**1_1, 1_2, 1_3 ... 1_n**) jest kilka, bądź kilkanaście, to są one połączone ze sobą konstrukcyjnie, tworząc jedną całość i każda komora (**1**) posiada otwarty segment (**2**), bądź otwarte segmenty (**2_1 ... 2_n**) o niezabudowanej konstrukcji, nie wydzielone przegrodami, w których to otwartych segmentach (**2_1 ... 2_n**) są umieszczone regały (**3**) z półkami (**4**) do układania na nich palet (**5**) zawierających betonowe wyroby poddawane procesowi pielęgnacji betonu, przy czym każda z komór (**1**) wyposażona jest w jedną instalację cyrkulacji powietrza (**6**) i współpracujące z tą instalacją środki do pomiaru temperatury i wilgotności, stanowiąc urządzenie hybrydowe, wyposażone w kilka podzespołów, w tym w:
   - sekcję nawilżania powietrza – na którą składa się zespół nawilżania (**7**) dojrzewalni, zaopatrzony w węzeł stabilizacji podwyższonego ciśnienia wody (**8**) oraz zawór elektromagnetyczny (**9**) i dyszę wodną (**10**) do wytwarzania mgły,
   - zespół przełącznika instalacji cyrkulacji i wywiewu powietrza (**11**),
   - sekcję ogrzewania powietrza – zaopatrzoną w wentylator (**12**), zespół cyrkulacji ssącej (**13**), przepustnicę sterowalną (**14**) oraz zespół cyrkulacji tłocznej (**15**), zakończonej kierunkową dyszą dalekiego zasięgu (**16**), zlokalizowaną w części dolnej komory (**1**) dojrzewalni,
   - zespół schładzania powietrza w dojrzewalni, stosowany w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury wewnątrz komory (**1**) dojrzewalni, wyposażony w zespół wywiewowy (**17**) z dojrzewalni, uruchamiany przez przepustnicę sterowalną (**18**), zakończoną wyrzutnią dachową (**19**),

   przy czym całe urządzenie jest sterowane przez urządzenie sterujące (sterownik) (**20**), zawierające czujnik temperatury (**21**) i czujnik wilgotności powietrza (**22**).
3. Urządzenie według zastrz. 2 **znamienne tym**, że komora (**1**) dojrzewalni posiada od ośmiu do czternastu otwartych segmentów (**2**).

Rysunek

