

Pielęgnacja betonu w okresie letnim

Pielęgnacja betonu (w warunkach podwyższonych i normalnych temperatur)

Głównym celem pielęgnacji betonu jest zabezpieczenie betonu przed odparowaniem wody z jego powierzchni (betony zwykłe klasy od C8/10 do C30/37) lub dostarczenie wody niezbędnej do właściwej hydratacji cementu (betony klasy C35/45 i wyższych). Z tego właśnie powodu pielęgnacja ta nosi nazwę pielęgnacji wilgotnościowej. Osobnym zagadnieniem jest pielęgnacja termiczna lub termiczno – wilgotnościowa, która dotyczy wykonywania elementów masywnych (o znacznych wymiarach przekrojów poprzecznych) i jako osobne zagadnienie nie będzie podejmowane w tym opracowaniu.

Utrata wody z młodego betonu na skutek braku pielęgnacji może prowadzić do:

- zwiększenia skurczu plastycznego oraz pojawienia się rys skurczowych,
- przesuszenia warstwy przypowierzchniowej a w efekcie pylenie lub łuszczenie betonu,
- osłabienia wytrzymałości betonu a w efekcie jego niską odporność na ścieranie,
- obniżenia wytrzymałości mechanicznej betonu w tym wytrzymałości na ściskanie,
- obniżenia szczelności betonu (zwiększona nasiąkliwość i przepuszczalność betonu)

Dostępna literatura techniczna, rozmaite publikacje, poradniki, standardy i wytyczne wykonywania robót betonowych podejmują ten problem wskazując na potrzebę prowadzenia prawidłowej pielęgnacji wilgotnościowej betonu. Nie zmienia to jednak rzeczywistości, w której każdego dnia,

dziesiątki wykonawców wbudowujących beton zaniedbuje swoje podstawowe obowiązki wynikające choćby z obowiązującej normy **PN-EN 13670 „Wykonywanie konstrukcji z betonu”**. Często próby nieudolnej pielęgnacji wilgotnościowej betonu są podejmowane zbyt późno, na ogół już po wystąpieniu pierwszych negatywnych objawów – pojawienie się rys skurczowych na powierzchni betonu. W takim przypadku, wobec niemożności ukrycia przed inwestorem uszkodzeń konstrukcji, oskarżenia bezzasadnie są kierowane pod adresem producenta betonu oraz dostarczonej przez niego mieszanki betonowej.

Cement jest spoiwem hydraulicznym i potrzebuje wody aby mogło dojść do zjawiska jego hydratacji (uwodnienia) i w efekcie wiązania i twardnienia betonu. Oznacza to również, że jako spoiwo w betonie, cement ma możliwość pełnego wiązania pod wodą. Pielęgnacja wilgotnościowa, której zadaniem jest utrzymanie młodego betonu w stanie nasycenia wodą jest warunkiem prawidłowej hydratacji cementu. Hydratacja cementu może zachodzić tylko w kapilarach wypełnionych wodą i znacząco spowalnia kiedy wilgotność względna wewnątrz porów kapilarnych w betonie spada poniżej 80%. Należy pamiętać, że beton traci również wodę nie tylko poprzez jej odparowanie z powierzchni czy odessanie przez styczość z chłonnymi podłożami (np. szalunek z surowych desek, suchy piasek) ale również na skutek zjawiska samoistnego wysychania (spowodowanego reakcjami chemicznymi podczas hydratacji cementu). W większości betonów zwykłych (klasa wytrzymałości od C8/10 do C30/37) ilość wody dostarczona w trakcie produkcji mieszanki betonowej jest wystarczająca dla potrzeb właściwej hydratacji cementu co oznacza, że 100% zabezpieczenie betonu przed jej utratą byłoby wystarczającym zabiegiem pielęgnacyjnym. Natomiast betony wyższych klas

(C35/45 i powyżej) wymagają dostarczenia wody z zewnątrz aby pomimo zjawiska samoosuszenia, hydratacja mogła przebiegać prawidłowo.

Uwzględniając powyższe, pielęgnacja wilgotnościowa betonu może być realizowana na trzy sposoby:

- w formie powłokowego zabezpieczenia betonu przed odparowaniem wody
- w formie mokrej z dostarczaną na powierzchnię betonu wodą
- metodą kombinowaną uwzględniająca pielęgnację powłokową i mokrą

Zaniechanie lub niewłaściwa pielęgnacja wilgotnościowa w ciągu kilku do kilkunastu dni (w zależności od warunków otoczenia i typu betonu) od wbudowania betonu może spowodować utratę nawet 40 – 65 % wody zarobowej (woda dostarczona na etapie produkcji mieszanki betonowej).

Należy podkreślić, że większość tej wody może odparować z młodego betonu w ciągu kilku do kilkunastu godzin po jego wbudowaniu powodując nieodwracalne uszkodzenia zarówno w skali mikro jak i makroskopowej. Utrata wody w największym stopniu dotyczy strefy przypowierzchniowej betonu – z reguły 30 – 50 mm. Jest to najczęściej strefa otuliny zbrojenia. Nie trudno sobie wyobrazić, że uszkodzenia tej strefy betonu powodują zwiększoną karbonatyzację betonu. W efekcie, stal zbrojeniowa w elemencie traci ochronę pasywacyjną co może prowadzić do jej korozji.

W codziennej praktyce na budowie rzadko istnieje możliwość utrzymania betonu w stanie nasycenia wodą bez stosowania odpowiednich zabiegów pielęgnacyjnych (zawsze pojawiają się czynniki powodujące utratę wody z betonu – odparowanie na skutek różnicy temperatury betonu i otoczenia, wiatru, małej wilgotności powietrza, promieniowania słonecznego). **Dlatego właściwa pielęgnacja wilgotnościowa jest wymagana praktycznie w każdym przypadku.**

Pielęgnacja powłokowa betonu

Ten typ pielęgnacji betonu polega na zabezpieczeniu betonu przed utratą wody wprowadzonej do mieszanki betonowej na etapie jej produkcji. Istotą tej metody jest szczelne pokrycie całej powierzchni betonu narażonej na odparowanie wody. Realizowane jest to za pomocą:

- folii budowlanych
- preparatów błonkotwórczych

Stosowanie folii budowlanych następuje z pewnymi trudnościami, ponieważ ich ułożenie na powierzchni świeżo wbudowanego betonu może być trudne ze względu na dostępność powierzchni. Ułożenie folii może również powodować drobne odkształcenia powierzchni świeżego betonu. Jeżeli jednak, mamy do czynienia z powierzchniami, które w kolejnych fazach budowy będą podlegać przykryciu (np. strop), to wspomniane odkształcenia są nieistotne. Jednocześnie zaletą stosowania folii jest możliwość jej ponownego wykorzystania, co znacząco obniża koszty pielęgnacji wilgotnościowej na budowie. Stosowane folie powinny mieć grubość minimum 0,2 mm.

W okresie letnim należy stosować folie białe lub transparentne, aby uniknąć dodatkowego nagrzewania betonu od promieniowania słonecznego. W okresie obniżonych temperatur warto stosować folie koloru czarnego, które pochłaniają promieniowanie słoneczne i dostarczają ciepło do betonu.

Folie należy układać na zakład, co gwarantuje szczelność całej powłoki. Ułożone folie na powierzchni elementów betonowych należy zabezpieczyć przed podrywaniem lub zdmuchnięciem przez wiatr. Do tego celu można zastosować posypywanie piaskiem. Ponieważ w okresie letnim, odparowanie wody z powierzchni świeżo wbudowanego betonu postępuje bardzo szybko, dobrą praktyką jest zroszenie powierzchni betonu przy pomocy mgiełki wodnej oraz natychmiastowe jej przykrycie. Taki zabieg pozwoli zrekompensować utratę wody, do której mogło dojść pomiędzy wbudowaniem a przykryciem betonu folią. W przypadku elementów pionowych (takich jak słupy), których stosunek powierzchnia odparowania wody do objętości elementu jest bardzo niekorzystny, bezpośrednio po rozdeskowaniu warto element zwilżyć i zabezpieczyć go przy pomocy foli typu stretch.

Kolejnym typem powłokowej pielęgnacji wilgotnościowej betonu jest stosowanie preparatów błonkotwórczych w formie emulsji parafinowych, woskowych lub żywic syntetycznych. Nanosi się je na powierzchnie poziome natychmiast po wbudowaniu betonu i zaprzestaniu wydzielania wody (na tzw. powierzchnię matowo – wilgotną). W przypadku elementów pionowych (ściany, słupy) preparaty błonkotwórcze nanosi się natychmiast po rozszalowaniu). Nanoszenie odbywa się poprzez równomierny natrysk (elementy poziome lub pionowe) lub rzadziej malowanie (elementy pionowe). Dla zapewnienia skuteczności tej formy pielęgnacji wilgotnościowej konieczne jest uzyskanie ciągłej i szczelnej powłoki. Preparaty błonkotwórcze często zawierają biały barwnik, który ułatwia kontrolę równomiernego ułożenia na powierzchni a dodatkowo w okresie letnim odbija część promieniowania słonecznego zapobiegając dodatkowemu nagrzewaniu się betonu.

Preparaty błonkotwórcze na bazie żywic syntetycznych charakteryzują się małą przyczepnością do betonu i ulegają rozkładowi na skutek promieniowania ultrafioletowego już po kilku tygodniach. Ich

stopień zamknięcia (zabezpieczenia przed odparowaniem wody) rzadko przekracza 85%. Są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne i przerwanie ciągłości powłoki.

Preparaty błonkotwórcze na bazie parafiny i wosków charakteryzują się większą skutecznością – ich stopień zamknięcia wynosi nawet 97%. Pozostawiają na powierzchni śliski i tłusty film. Ich usunięcie jest trudniejsze, często wymaga piaskowania lub zmywania parą wodną.

Warunkiem skuteczności działania powłok z preparatów błonkotwórczych jest równomierna i szczelna powłoka w okresie wymaganej pielęgnacji wilgotnościowej. Uniemożliwia to prowadzenie prac na powierzchni zabezpieczonej w ten sposób. Z tego względu, metoda ta stosowana jest raczej do zabezpieczenia elementów takich jak nawierzchnie betonowe, rzadziej do stropów i elementów pionowych. Jeżeli doszło do uszkodzenia powłoki należy natychmiast wprowadzić uzupełniającą pielęgnację zastępczą.

Pielęgnacja mokra betonu

Ten typ pielęgnacji polega na powierzchniowym doprowadzeniu wody do betonu, co zabezpiecza powierzchnię betonu przed odparowaniem z niego wody chemicznie niezwiązanej oraz w przypadkach koniecznych dostarcza wodę do hydratacji cementu (betony klas C35/45 i powyżej). Skuteczność pielęgnacji mokrej – z zastosowaniem wody zewnętrznej – polega na nieprzerwanym utrzymywaniu warstwy wody na powierzchni betonu. Z tego powodu metoda ta jest praktycznie nieskuteczna w przypadku elementów pionowych, natomiast doskonale sprawdza się w elementach poziomych. Krytyczny jest moment bezpośrednio po wbudowaniu betonu kiedy intensywna

pielęgnacja wodna w może spowodować zniszczenie powierzchni betonu. Dlatego pielęgnację mokrą warto podzielić na etapy. W pierwszym etapie stosować zraszanie mgiełką wodną – zastosowanie kurtyny z dyszami wytwarzającymi mgiełkę. Zabezpieczy to beton przed utratą wody na etapie wiązania. W drugim etapie, kiedy beton jest już związany i nie istnieje ryzyko uszkodzenia jego powierzchni, można przystąpić już do bardziej intensywnych zabiegów z zastosowaniem zraszaczy lub bezpośredniego polewania wodą z węży. Bardzo ważnym elementem pielęgnacji wodnej jest jakość i temperatura wody. Woda nie może zawierać zanieczyszczeń organicznych, nie może zawierać minerałów żelazistych gdyż mogą powodować one plamienie powierzchni betonu. Temperatura wody powinna być zbliżona jak najbardziej do temperatury otoczenia jednak nie powinna być niższa niż 10 – 12 st. C od temperatury powierzchni betonu. Stosowanie zimniejszej wody może powodować szok termiczny i powstanie niepożądanych naprężeń szczególnie w elementach o większej grubości.

W gorące letnie dni tempo odparowania wody z powierzchni betonu jest bardzo duże. Oznacza to konieczność powtarzania zabiegu polewania powierzchni betonu wodą praktycznie co kilkadziesiąt minut. Z tego względu bardziej praktyczną formą pielęgnacji mokrej może okazać się stosowanie geowłóknin, tkanin jutowych lub innych, które będą miały możliwość dłuższego zatrzymania wody na przy powierzchni betonu. W takim przypadku zabieg zraszania / polewania wodą będzie można powtarzać co kilka godzin, co znacząco ułatwia proces. Jeżeli jeszcze bardziej chcemy podnieść efektywność procesu dostarczania wody do betonu, to nasączoną geowłókninę można przykryć folią budowlaną.

Efektywność mokrej metody pielęgnacji betonu jest również uzależniona od równości powierzchni. Wszelkie nierówności, zagłębienia w powierzchni betonu będą powodowały spływanie wody w jeden punkt.

Metody kombinowane pielęgnacji betonu

Na budowie często istnieje konieczność elastycznego podejścia do pielęgnacji wilgotnościowej betonu. Dlatego może okazać się, że zapewnienie właściwej pielęgnacji betonu będzie wymagać stosowania obydwu metod równocześnie. Jak wspomniano powyżej pielęgnacja np. stropu z zastosowaniem preparatów błonkotwórczych na bazie żywic syntetycznych może być dobrą formą zabezpieczenia betonu na pierwsze kilka godzin po wbudowaniu betonu. Jeżeli następnego dnia koniecznym stanie się mechaniczne obciążenie powierzchni betonu, to niewątpliwie dojdzie do przerwania lub wręcz zniszczenia wykonanej powłoki. W takim wypadku nie mamy już innego wyboru jak przystąpienie do pielęgnacji mokrej z zastosowaniem wody.

Praktyka na budowie

Elementy pionowe – ściany, słupy trudno pielęgnować z wykorzystaniem pielęgnacji mokrej. Słupy najlepiej zabezpieczyć folią typu stretch bezpośrednio po ich rozszalowaniu. Przed ostreczowaniem warto słup intensywnie zlać wodą.

Ściany najłatwiej jest pozostawić beton w deskowaniu przez dwa trzy dni lub stosować preparaty błonkotwórcze bezpośrednio po rozdeskowaniu.

Ponieważ ściany i słupy rzadko bywają elementami masywnymi to warto pamiętać, że stosowanie betonów o wolnym przyroście wytrzymałości wymaga dłuższego pozostawienia betonu w szalunku ze względu na ryzyko szybkiej dehydratacji betonu po rozszalowaniu.

Stropy i inne elementy poziome pomimo dużej powierzchni odparowania są łatwiejsze w pielęgnacji. Możliwe jest stosowanie jednej z wybranych metod pielęgnacji lub w razie potrzeby zastosowanie metody kombinowanej – pielęgnacja powłokowa i mokra.

Warto zapamiętać, że właściwa pielęgnacja wilgotnościowa to nie tylko sposób na uniknięcie widocznych uszkodzeń betonu – rys skurczowych. Właściwie pielęgnowany beton osiągnie projektowane parametry wytrzymałościowe i trwałościowe co ma wpływ na całą konstrukcję, która ma być użytkowana przez co najmniej kilkadziesiąt lat.