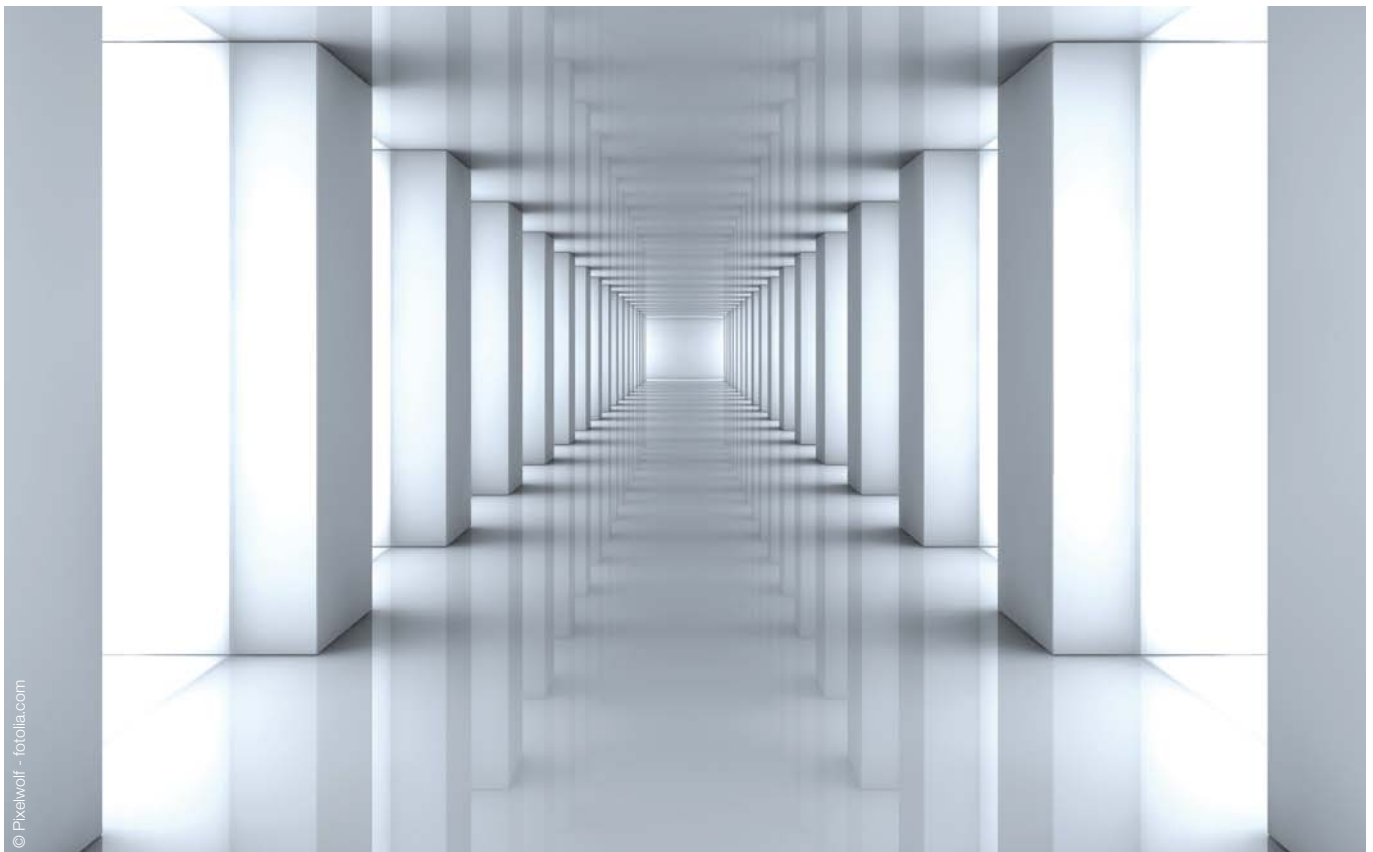


Kiedy jastrych cementowy jest gotowy do wyklejania okładzin?



© Pixelwolf - fotolia.com



Autor
Prof. dr Josef Felixberger
Kierownik
Działu Techniki Zastosowań
PCI Augsburg GmbH

Któż z glazurników nie zna takiej sytuacji: mimo zaplanowanych co do minuty czynności roboczych grozi mu, jako jednemu z ostatnich wykonawców, niedotrzymanie terminu wykonania prac. Termin przekazania ustalony i pozostało już tylko kilka dni na wykonanie prac glazurniczych z użyciem płytek i kamienia naturalnego.

W zasadzie żaden problem dla doświadczonego glazurnika, jeśli jastrych cementowy lub podłoże betonowe są gotowe do wyklejania okładzin. Według jakich kryteriów można jednak ocenić gotowość jastrychów cementowych lub podłoży betonowych? Jakie kryteria wynikają z obowiązujących zasad i przepisów?

Wilgotność resztkowa jako kryterium osiągnięcia gotowości do wyklejania okładzin

W normie DIN 18157-1 „Ausführung keramischer Bekleidungen im Dünnbettverfahren - Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel” [Wyklejanie okładzin ceramicznych metodą cienkowarstwową - zaprawy cienkowarstwowe twardniejące hydraulicznie] zdefiniowano w punkcie 5.1 wymogi ogólne dotyczące powierzchni do osadzania i wyklejania okładzin. Wymogiem jest aby odkształcanie podłoża dopuszczalne było tylko w ograniczonym zakresie. W przypadku podłoży wykazujących skurcz należy więc wyklejać okładziny ceramiczne możliwie jak najpóźniej. Jako wartość orientacyjną dla betonu zgodnie z normą DIN 1045 podano jako minimalny wymagany wiek okres 6 miesięcy, zaś dla jastrychów cementowych zgodnie z normą DIN 18560 okres 28 dni.

Zgodnie z Instrukcją Techniczną Niemieckiego Stowarzyszenia Branżowego „Fachverband Fliesen und Naturstein” w Centralnym Zjednoczeniu Przemysłu Budowlanego (ZBD), opracowaną dla potrzeb „Beläge auf Zementestrichen” [Okładziny na jastrychach cementowych] gotowość jastrychów cementowych do wyklejania okładzin ceramicznych osiągnięta zostaje przy wilgotności resztkowej $\leq 2,0$ CM-%, zgodnie z Instrukcją Techniczną „Beläge auf Calciumsulfatestrichen” [Okładziny na jastrychach gipsowych] dla nieogrzewanych jastrychów przy wilgotności resztkowej $\leq 0,5$ CM-%, a dla ogrzewanych jastrychów gipsowych przy wilgotności resztkowej $\leq 0,3$ CM-%.

Podłoże	Minimalny wymagany wiek zgodnie z normą DIN 18157-1	Maksymalna dopuszczalna wilgotność resztkowa wg Instrukcji Technicznej ZBD
Beton	6 miesięcy	brak danych
Jastrych cementowy	28 dni	2,0 CM-%
Nieogrzewany jastrych gipsowy	brak danych	0,5 CM-%
Ogrzewany jastrych gipsowy	brak danych	0,3 CM-%

Tabela nr 1: Wytyczne dla podłoży zgodne z normą

Rys. 1 - Narzędzia do przeprowadzenia pomiaru wilgotności resztkowej metodą CM



W jaki sposób ustalana wilgotność resztkowa?

W ramach swych powinności glazurnik powinien sprawdzić przed przystąpieniem do wyklejania okładzin ceramicznych gotowość jastrychów do wykonania kolejnych etapów prac. Zgodnie z odnośnymi normami, wytycznymi, instrukcjami technicznymi oraz procedurami sądowymi określenie wilgotności resztkowej powinno wykonać się za pomocą metody karbidowej, tzw. „metody CM”.

W przypadku tej metody, z całego przekroju jastrychu pobiera się próbkę, która następnie zostaje rozdrobniona, odważona i umieszczona w pojemniku ciśnieniowym. Następnie zostają ostrożnie dodane kulki stalowe oraz szklana ampulka z węglanem wapnia.

Istotne aspekty pomiaru wilgotności CM

- Sprawne i szybkie pobranie próbki, aby uniknąć utraty wilgotności
- Szybkie rozdrobnienie próbki jastrychu, ew. w grubowarstwowym woreczku plastikowym
- Precyzyjne odważenie ilości próbki jastrychu do umieszczenia w pojemniku ciśnieniowym (100 g w przypadku jastrychów gipsowych, 50 g w przypadku jastrychów cementowych)
- Przestrzeganie zalecanej ilości kulek stalowych i ampułek karbidowych w pojemniku ciśnieniowym
- Gazoszczelne zamknięcie głowicy manometru
- Przestrzeganie zalecanych czasów wstrząsania oraz wymaganych przerw

Pojemnik ciśnieniowy zostaje zamknięty gazoszczelnie za pomocą manometru, a następnie poddany wstrząsom, wskutek czego następuje rozbićcie szklanej ampułki oraz rozdrobnienie próbki jastrychu. W ten sposób uzyskany zostaje bliski kontakt węgla wapnia oraz próbki jastrychu. Wilgotność resztkowa próbki jastrychu wchodzi w reakcję z węglanem wapnia dając gaz acetylenowy, przez co w zamkniętym gazoszczelnym pojemniku następuje wzrost ciśnienia. Im wyższe jest wynikowe ciśnienie gazu, tym wyższa jest wilgotność resztkowa próbki jastrychu. Za pomocą skalibrowanej skali można następnie odczytać wilgotność resztkową bezpośrednio za pomocą manometru w jednostce CM-%.

Dlaczego wilgotność resztkowa odgrywa tak istotną rolę?

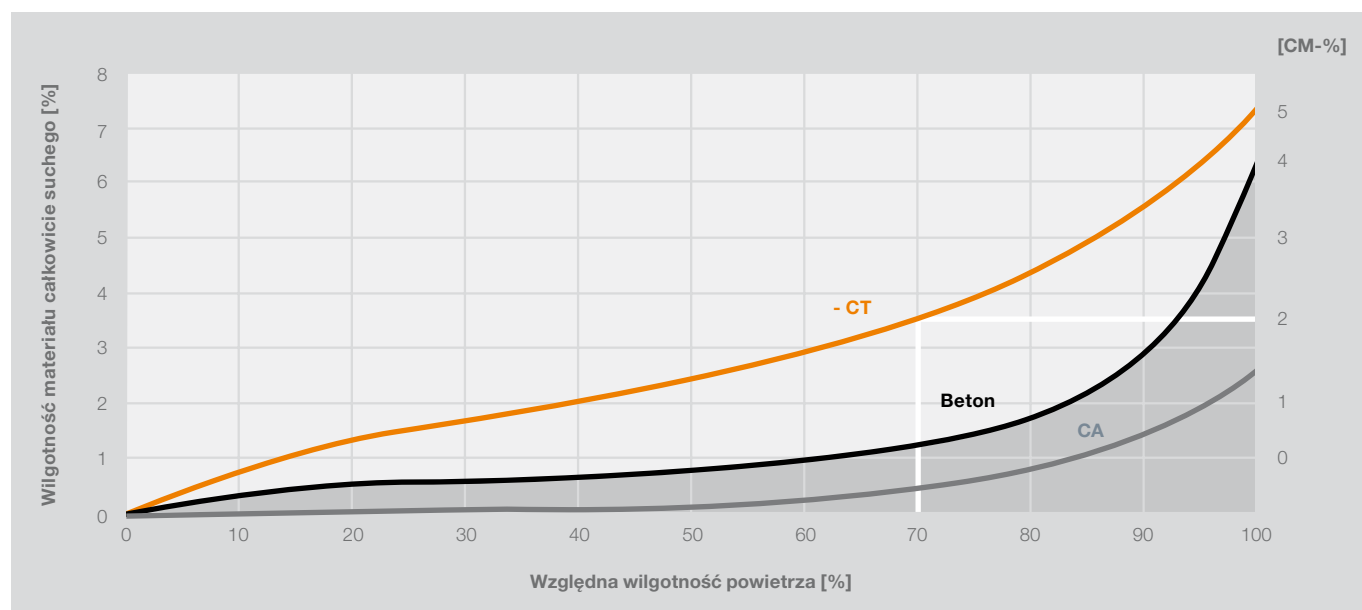
Wilgotność resztkowa „pływającego” jastrychu cementowego pozwala wnioskować o jego potencjale do kurczenia się.

Jaki wpływ ma względna wilgotność powietrza na wilgotność resztkową podłoża?

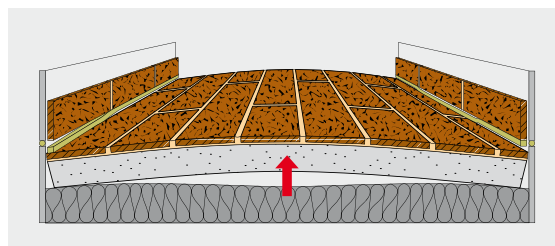
Z czasem dla materiału ustala się wilgotność równowagi w zależności od względnej wilgotności powietrza. Graficzne przedstawienie tej zależności dla określonej temperatury określa się terminem izoterm sorpcji. Izotermie sorpcji wymagają ustalenia doświadczalnego poprzez określenie wilgotności równowagi przy różnej względnej wilgotności powietrza. Dla betonu (linia w kolorze czarnym) oraz niektórych jastrychów standardowych (CT = linia w kolorze pomarańczowym, CA = linia w kolorze szarym) dostępne są odpowiednie dane w stosownej literaturze.

Im wyższa jest względna wilgotność powietrza w pomieszczeniu, tym wyższa jest wynikowa wilgotność równowagi w jastrychu cementowym. W ten sposób np. przy 70% względnej wilgotności powietrza w jastrychu cementowym (linia w kolorze pomarańczowym) z czasem ustala się wilgotność równowagi na poziomie 3,7% materiału całkowicie suchego (skala po lewej stronie) lub 2,0 CM-% (skala po prawej stronie) (rys. 2).

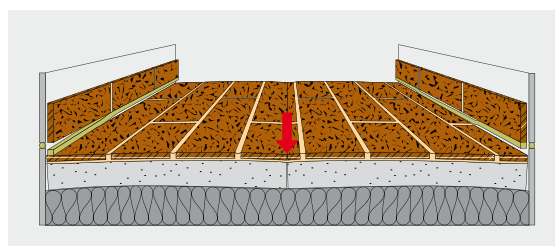
Rys. 2 - Izotermie sorpcji dla jastrychów cementowych (CT), betonu i jastrychów anhydrytowych (CA). Skala CM obowiązuje tylko dla jastrychu cementowego (CT, linia w kolorze pomarańczowym)



Jaki wpływ ma wilgotność resztkowa na skurcz jastrychów cementowych?



Rys. 3 - Wybrzuszenie okładziny ceramicznej w wyniku skurczu jastrychu cementowego wbudowanego na warstwie oddzielającej



Rys. 4 - Pęknięcie okładziny ceramicznej wskutek zbyt dużego ciężaru własnego wybrzuszony jastrychu cementowego

Pod pojęciem skurczu jastrychów cementowych rozumie się ich skrócenie podczas twardnienia. Wraz z postępującym twardnieniem zmniejsza się zawartość wody w jastrychu oraz wzrasta stopień skurczu, aż do osiągnięcia wartości granicznej.

- W literaturze fachowej rozgranicza się pomiędzy:
- skurczem wczesnym - wskutek niewystarczającej pielęgnacji
- skurczem chemicznym - wskutek hydratacji cementu
- skurczem w procesie suszenia - wskutek oddawania wody nadmiarowej
- skurczem karbonizacyjnym - wskutek reakcji z dwutlenkiem węgla

Dla wyklejania glazury istotny jest skurcz chemiczny oraz skurcz w procesie suszenia. W wyniku procesu hydratacji mieszanki jastrychowej powstaje kamień cementowy, którego objętość jest mniejsza od objętości całkowitej materiałów wyjściowych, tj. cementu, piasku i wody. Całkowita hydratacja może rozciągać się - zwłaszcza w przypadku grubych elementów budowlanych - na miesiące lub nawet lata. Większa część powstałego w wyniku tego procesu skurczu następuje jednak już w pierwszych dniach. Przebieg reakcji skurczu chemicznego jest nieodwracalny. Dla zajścia całkowitej hydratacji wystarczające jest uzyskanie proporcji 0,4 wody do cementu.

Dla uzyskania lepszych właściwości aplikacyjnych wybiera się jednak na budowie proporcje wody do cementu na poziomie 0,6 do 0,7, wskutek czego jastrychy oddają wraz z upływem czasu, podczas fazy schnięcia wodę nadmiarową, ulegając skurczowi. Temperatura w pomieszczeniu oraz względna wilgotność powietrza stanowią czynniki decydujące o skali skurczu w procesie suszenia jastrychu cementowego. Uważa się, że bardzo suchy już jastrych cementowy w przypadku wysokiej względnej wilgotności powietrza otoczenia ponownie chłonie wilgoć i przez to pęcznieje. Tym samym skurcz w procesie suszenia stanowi niemal całkowicie odwracalny proces, tzn. jastrychy cementowe „oddychają” w zależności od względnej wilgotności powietrza.

Względna wilgotność powietrza	Korelująca wilgotność resztkowa	Skurcz końcowy
100 %	5,2 CM-%	0,00 ‰
93 %	4,0 CM-%	0,08 ‰
90 %	3,5 CM-%	0,14 ‰
70 %	2,0 CM-%	0,43 ‰
50 %	1,3 CM-%	0,75 ‰

Tabela nr 2 - Wpływ wilgotności powietrza na wilgotność i skurcz końcowy jastrychu cementowego

W zależności od grubości jastrychu i wymiany powietrza osiągnięcie skurczu końcowego może trwać miesiącami. Za żelazną zasadę przyjmuje się, że przy podwójnej grubości jastrychu czas schnięcia wydłuża się czterokrotnie.

Czy zbyt wysoki skurcz może być szkodliwy dla okładzin ceramicznych?

Tak, zwłaszcza przy zbyt wczesnym wyklejeniu okładzin na jastrychach cementowych na warstwie oddzielającej lub przy „pływającej” konstrukcji jastrychu. Po stwardnieniu cienkowarstwowej zaprawy do wyklejania powstaje sztywne powiązanie pomiędzy jastrychem i okładziną ceramiczną. W przypadku jeśli jastrych pływający wykazuje jeszcze zbyt wysoką wilgotność resztkową, wskutek powolnego wysychania, będzie ulegał skurczowi przez miesiące i lata. Ponieważ okładzina ceramiczna się nie kurczy, następuje wybrzuszenie konstrukcji zespolonej pośrodku (deformacja wypukła, efekt bimetalowy) (rys. 3). Wybrzuszenie to może prowadzić do oderwania elastycznej spoiny obrzeżnej, do zacinania się drzwi, a nawet do wyłamania się jastrychu pośrodku okładziny (rys. 4 i 5).

Czy wymóg wilgotności resztkowej 2 CM-% dla jastrychu cementowego jest uzasadniony?

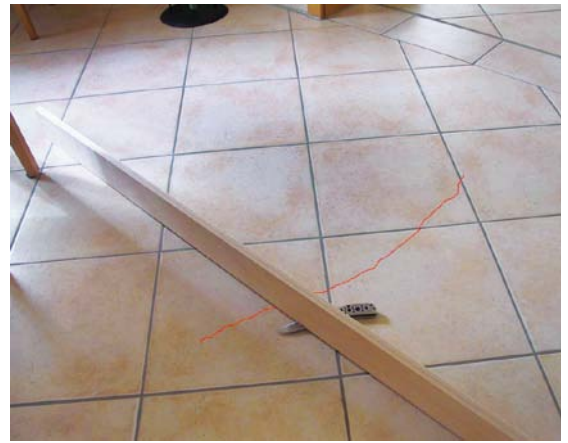
Jak wynika z przebiegu izotermy sorpcyjnej, jastrych cementowy może osiągnąć wilgotność równowagi < 2 CM-% tylko wtedy, jeśli przez tygodnie i miesiące wystawiony był na kontakt ze względną wilgotnością powietrza w pomieszczeniu < 70%. W parne miesiące letnie lub w obiektach nowo wybudowanych wilgotność powietrza wynosi w pierwszych miesiącach po ukończeniu > 70% (rys. 6), tak że osiągnięcie przez jastrych cementowy wilgotności na poziomie 2 CM-% nie jest możliwe. Jastrych cementowy może co prawda po dłuższym czasie schnięcia w „suchych” miesiącach zimowych osiągnąć wilgotność resztkową 2 CM-%, jednak przy rosnącej wilgotności powietrza następuje jej ponowny wzrost. Jastrychy na balkonach i tarasach wystawione są przez cały rok na oddziaływanie wyższej wilgotności powietrza. Zasadniczy wymóg wilgotności resztkowej na poziomie 2 CM-% dla jastrychów cementowych nie jest więc tym samym uzasadniony.

Fakt, że przeprowadzone w praktyce w nawet najbardziej niekorzystnych warunkach klimatycznych dla jastrychów cementowych pomiary wykazały wilgotność resztkową poniżej 2 CM-%, wynika - zdaniem autora - najczęściej z niefachowego przeprowadzenia pomiarów metodą CM. Najczęściej spotykanym błędem jest niewłaściwe pobranie próbki, utrata wilgotności podczas rozdrabniania próbki, zbyt krótki okres wstrząsania i zbyt krótkie przerwy oraz nieszczelne zamknięcie pojemnika ciśnieniowego. Wszystkie te błędy mogą skutkować uzyskaniem niskiej wartości pomiarowej wilgotności mierzonej metodą CM.

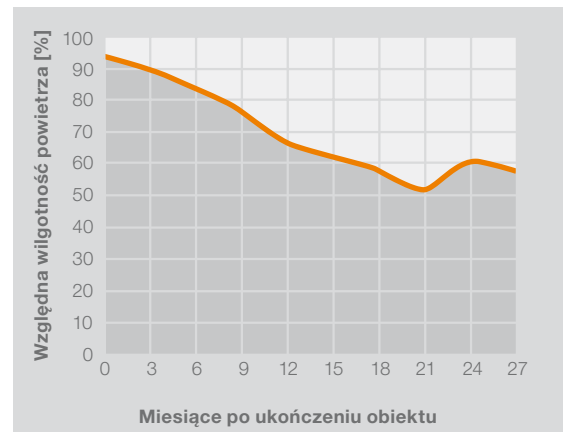
Dlaczego PCI dopuszcza dla jastrychów cementowych wilgotności resztkowe osiągające wartość do 4 CM-%?

W obiektach nowo wybudowanych osiągnięcie w pierwszym roku w warunkach budowy wilgotności resztkowej dla jastrychów cementowych poniżej 2 CM-% (rys. 6) nie jest możliwe. Nawet w przypadku budowy w obiektach już istniejących osiągnięcie tej wartości granicznej nie jest sezonowo możliwe, nie mówiąc już o okładzinach na tarasach lub balkonach. Za pomocą urządzeń suszących można co prawda usunąć wilgoć z pomieszczenia, tak że wilgotność resztkowa jastrychu cementowego spadnie poniżej 2 CM-%. Ten „sztuczny” stan nie prowadzi jednak do celu, ponieważ po wyłączeniu urządzeń suszących wilgotność jastrychu ponownie wzrasta.

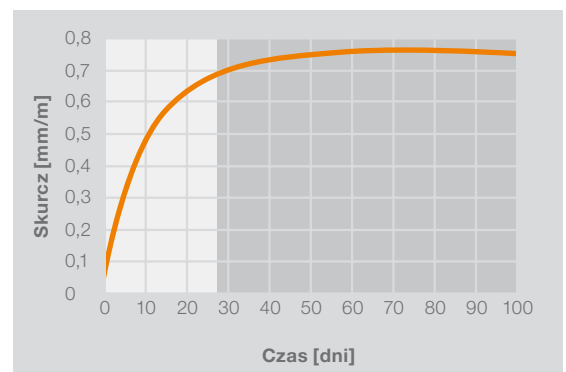
Ponadto skurcz resztkowy wynosi po 28 dniach jeszcze tylko kilka dziesiątych części milimetra na metr jastrychu (tabela nr 2 oraz rys. 7, obszar zaznaczony na ciemnoszaro). Od chwili wprowadzenia na rynek zapraw elastycznych, jak np. cementowe zaprawy klejowe do płytek, uelastycznione poprzez dodanie sproszkowanych tworzyw sztucznych, możliwa jest kompensacja tak niewielkich przemieszczeń resztkowych. Elastyczna zaprawa do wyklejania działa jak „plastyczny element” wiążący pomiędzy jastrychem cementowym i okładziną ceramiczną, tak że odwracalny proces skurczu resztkowego w wyniku schnięcia jastrychu cementowego nie może wywierać żadnych niszczących sił na okładzinę ceramiczną.



Rys. 5 - Pęknięcie okładziny ceramicznej (patrz linia w kolorze czerwonym), spowodowane przez wybrzuszenie oraz towarzyszące temu pęknięcie jastrychu cementowego



Rys. 6 - Obiekty nowo wybudowane wykazują wysoką wilgotność powietrza w pomieszczeniach przez długi okres czasu



Rys. 7 - Skurcz jastrychu cementowego zgodnego z normą w warunkach laboratoryjnych (23°C, 50% względna wilgotność powietrza). Skurcz resztkowy po 28 dniach (obszar ciemnoszary) wynosi poniżej 0,1 mm/m

Zalecenia PCI dotyczące gotowości jastrychów cementowych i betonu do wyklejania okładzin

Zaprawa do wyklejania PCI	Beton minimalny wymagany wiek	Jastrych cementowy minimalny wymagany wiek / maks. wilgotność resztkowa
PCI Nanolight	3 miesiące	28 dni, maks. 4 CM-%
PCI Flexmörtel	3 miesiące	28 dni, maks. 4 CM-%
PCI Nanoflott light / PCI Rapidflott	28 dni	28 dni, maks. 4 CM-%
PCI FT-Klebemörtel + PCI Lastoflex	28 dni	28 dni, maks. 4 CM-%
PCI Bicollit Classic / PCI Bicollit Extra	28 dni	
PCI Everflex	7 dni	skoro tylko możliwe jest wchodzenie

Tabela nr 3 - Gotowość do wyklejania okładzin na podłożach dla różnych klejów PCI

Podsumowując: PCI Augsburg GmbH stawia w kwestii gotowości jastrychów cementowych do wyklejania okładzin ceramicznych tylko 2 warunki:

- Minimalny wymagany wiek: 28 dni
- Wilgotność resztkowa maksymalnie 4 CM-%, (warunek, który w praktyce po 28 dniach jest w zasadzie zawsze spełniony)

PCI Augsburg GmbH - pionier w dziedzinie technologii zapraw elastycznych - zebrał w odniesieniu do powyższej metody postępowania na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci tylko pozytywne doświadczenia. Nie zaobserwowano zwiększenia liczby reklamacji z powodu podwyższenia wartości granicznej dla gotowości jastrychów do wyklejania okładzin ceramicznych.

Uwagi końcowe

W przypadkach, gdy spełnienie wymogu zachowania czasu schnięcia przez minimum 28 dni nie jest możliwe, zaleca się zastosowanie sprawdzonych rozwiązań PCI bazujących na warstwach oddylatowujących (PCI Seccoral 2K, PCI Pecilastic), zaprawach klejowych o wysokiej zawartości tworzyw sztucznych (PCI Everflex) lub jastrychach szybko-sprawnych (PCI Novoment).

Słownik pojęć

Wilgotność równowagi

Wilgotność równowagi to zawartość wody, jaka ustala się w próbce jastrychu po dłuższym składowaniu przy stałej względnej wilgotności powietrza. Po osiągnięciu poziomu wilgotności równowagi próbka jastrychu nie oddaje już ani też nie pochłania w zdefiniowanych warunkach klimatycznych żadnej wilgoci.

Gotowość do wyklejania okładzin

Przyjmuje się, że jastrych jest gotowy do wyklejania okładzin, gdy wartość wilgotności resztkowej spadnie poniżej zdefiniowanej wartości maksymalnej. W zależności od jastrychu, okładziny oraz zaleceń producenta można znaleźć w literaturze fachowej różne wartości graniczne dla maksymalnej dopuszczalnej wilgotności resztkowej.

Skurcz chemiczny

Skurczem chemicznym oznacza skurcz tężącej zaprawy cementowej w wyniku procesu hydratacji cementu. Kamień cementowy wykazuje przy tym mniejszą objętość niż materiały wyjściowe: cement, piasek i woda łącznie. Nieodwracalny skurcz chemiczny stanowi w przypadku zapraw o dużej wytrzymałości (woda/cement = 0,45) dominujący składnik procesu skurczu.

Wilgotność CM

Precyzyjnie odważona próbka jastrychu wymieszczana zostaje razem z ampułką karbidową i kulkami stalowymi w pojemniku ciśnieniowym ze stali. Po zamknięciu pojemnik zostaje poddany wstrząsom, co prowadzi do stłuczenia ampułki ze szkła i rozdrobnienia próbki jastrychu. Karbid wchodzi w reakcję z wilgocią dając gaz acetylenowy, wskutek czego w zależności od wilgotności resztkowej jastrychu następuje wzrost ciśnienia w pojemniku. Za pomocą skalibrowanego manometru można następnie odczytać wilgotność resztkową w jednostkach CM-%.

Wilgotność materiału całkowicie suchego

Przy określaniu wilgotności materiału całkowicie suchego próbka jastrychu poddawana jest suszeniu w suszarce szafkowej (105°C dla jastrychu cementowego, 40°C dla jastrychu anhydrytowego) aż do uzyskania stałości wagi. Na podstawie różnicy wagi pomiędzy wilgotną i suchą próbką jastrychu obliczany jest procentowy udział wilgoci. Dla zgodnych z normą jastrychów cementowych obowiązuje zasada, że wilgotność materiału całkowicie suchego winna być ok. 1,5% wyższa od wilgotności zmierzonej metodą CM.

Wilgotność resztkowa

Wilgotność resztkowa to wilgotność rzeczywista próbki jastrychu w chwili przeprowadzania pomiaru. Wilgotność resztkowa odpowiada wilgotności równowagi, jeśli wilgotność i temperatura otoczenia jastrychu pozostają niezmiennie przez dłuższy okres czasu.

Izoterma sorpcji

Terminem izotermy sorpcji określane jest graficzne przedstawienie wilgotności resztkowej w zależności od względnej wilgotności powietrza otoczenia dla zdefiniowanej temperatury. Przy znajomości parametru wilgotności szczątkowej można za pomocą izotermy sorpcji natychmiast określić, czy dany jastrych oddaje jeszcze wilgoć do otoczenia, czy też ją chłonie.

Skurcz

Skurcz zaprawy cementowej wskutek oddawania wilgoci oraz hydratacji cementu podczas nabierania wytrzymałości.

Skurcz w wyniku suszenia

Skurcz zapraw cementowych w wyniku oddania wody nadmiarowej w drodze aktywności kapilarnej do otoczenia. Ponieważ obciążenie systemu kapilarnego wodą zależne jest od temperatury otoczenia i wilgotności powietrza, skurcz w wyniku suszenia stanowi proces odwracalny. Tym samym jastrychy cementowe „oddychają” w zależności od zawartości wilgotności powietrza. Dla jastrychów cementowych w warunkach budowy (woda/cement \approx 0,7) skurcz w wyniku suszenia stanowi dominujący składnik procesu skurczu.

Inteligentne rozwiązania BASF

Każdy problem budowlany w każdej konstrukcji inżynierskiej można rozwiązać lepiej dzięki inteligentnym rozwiązaniom koncernu BASF.

Nasze marki - liderzy na rynku - oferują największy wybór sprawdzonych technologii, które pomagają budować lepszy świat.

Conica[®] - nawierzchnie sportowe

Conideck[®] - systemy membran wodoszczelnych

Coniroof[®] - systemy dachowe na bazie poliuretanów

Emaco[®] - systemy naprawcze do betonu

Multitherm[®] - systemy ociepleń

Masterflow[®] - masy zalewowe precyzyjne i strukturalne

Masterflex[®] - materiały uszczelniające do spoinowania

Masterseal[®] - powłoki i uszczelnienia przeciwwodne

Mastertop[®] - dekoracyjne i przemysłowe systemy posadzkowe

PCI[®] - materiały do wyklejania płytek, podkłady cementowe oraz systemy uszczelnień przeciwwodnych

Rajasil[®] - rozwiązania dla renowacji i konserwacji obiektów zabytkowych oraz pomników

BASF Polska Sp. z o.o.

Dział E-EBR/Chemia Budowlana

ul. Wiosenna 12

63 - 100 Śrem

tel. 61 636 63 00

faks 61 636 63 21

www.basf-cc.pl