



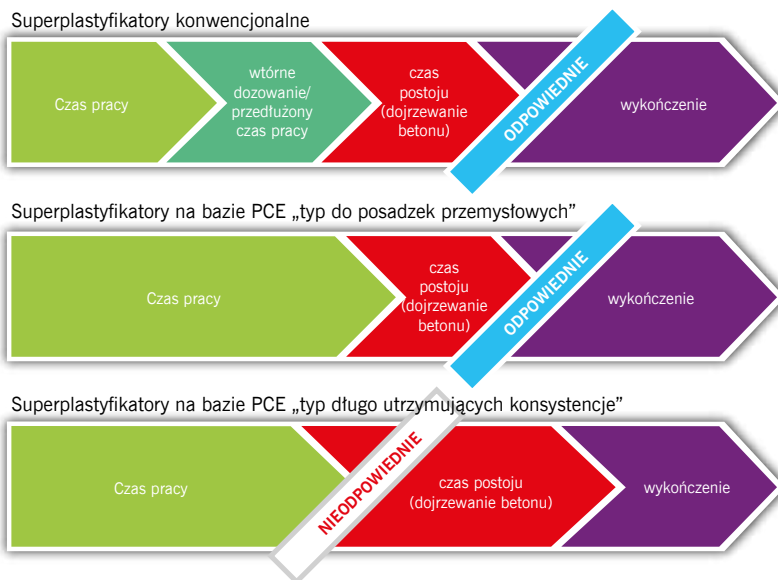
Wykorzystanie superplastyfikatorów PCE w budowie betonowych posadzek przemysłowych

Betonowe posadzki przemysłowe są nierozłącznymi elementami budownictwa przemysłowego. Posadzki te muszą być odporne na duże obciążenia mechaniczne w długim okresie użytkowania, a co za tym idzie beton, z którego są wykonane, musi posiadać wysokie właściwości użytkowe, aby sprostać tak wysokim wymaganiom. W ostatnich latach pojawiło się wiele doniesień dotyczących szkód zaobserwowanych na posadzkach przemysłowych, spowodowanych błędami podczas ich wykonywania. W niektórych przypadkach jako powód uszkodzeń wskazywano na zastosowane, przy produkcji betonu, domieszki nowej generacji na bazie PCE. Jednakże superplastyfikatory na bazie PCE okazały się niezawodnymi produktami praktycznie we wszystkich obszarach budownictwa, gdzie zastosowany jest beton w ciągu ostatnich lat i nadają się one również do zastosowania przy budowie posadzek przemysłowych.

Posadzka przemysłowa jest terminem używanym do opisanie posadzki wykonanej z betonu, na której odbywają się procesy w budynkach produkcyjnych i magazynowych. Na konstrukcję posadzki składają się: zagęszczone podłoże, gdzie podstawa jest wykonana ze żwiru, kamienia łamanego lub stabilizowanego gruntu, następnie płyta betonowa czyli właściwa posadzka betonowa utwardzana powierzchniowo twardą posypką, która ma zapewnić zazwyczaj określone właściwości mechaniczne gotowego elementu. Większość z posadzek przemysłowych po ułożeniu jest wygładzana maszynowo, a następnie górna powierzchnia jest uszlachetniana poprzez wbudowanie posypki z twardego kamienia (np. kwarcu). Aby zapewnić trwałe połą-

czenie pomiędzy posypką a górną warstwą betonu, aplikacja posypki musi odbyć się w czasie, gdy po powierzchni posadzki możliwy jest już ruch pieszki, a równocześnie jest ona na tyle miękka, aby związać posypkę z twardego kruszywa. Czas pomiędzy wbudowaniem betonu, wygładzeniem i aplikacją posypki jest bardzo istotny dla całego wykonywanego elementu i wymaga bardzo dobrej koordynacji pomiędzy producentem betonu i firmami w budowlującymi i wykańczającymi posadzkę. Ze względu na możliwość szybszego i bezproblemowego wbudowania mieszanki, często wybierana jest stosunkowo wysoka konsystencja mieszanki betonowej, a to z kolei powoduje wydłużenie czasu pomiędzy etapem wbudowania a momentem wejścia pracownika na posadzkę w celu jej wygładzenia i uszlachetnienia posypką. Pracownik odpowiedzialny za wykończenie posadzki, chce wykonać swoją pracę w określonym przedziale czasowym i zacząć wygładzać posadzkę jak najszybciej, ale do tego potrzebne jest szybkie tężenie betonu. Stosując superplastyfikatory na bazie PCE, utrzymujące konsystencję przez długi okres, trudno jest właściwie określić przedział czasowy, w którym posypka z twardego kamienia może zostać prawidłowo wbudowana na jeszcze miękki beton. W takich przypadkach konsekwencją zazwyczaj jest zbyt słabe „klejenie” posypki, a co za tym idzie tworzenie się pęcherzy na powierzchni i łuszczenie się posypki. Uszkodzenia w takich przypadkach są nieuniknione i prowadzą do skarg i reklamacji. Wynikiem takich przypadków, było wykreślenie superplastyfikatorów na bazie PCE z możliwych do zastosowania domieszek przy produkcji betonu stosowanego do wykonywania posadzek przemysłowych.

Tymczasem istnieją na rynku superplastyfikatory na bazie PCE, które łączą ze sobą pożądane właściwości przy wykonywaniu posadzek przemysłowych – stosunkowo silne upłynnienie mieszanki dla poprawy urabialności i szybkie tężenie betonu. Kiedy betony o wysokiej konsystencji i stosunku wodno-cementowym poniżej 0,5 były jeszcze 10 lat temu wyjątkiem, dzisiaj dzięki superplastyfikatorom na bazie PCE stały się standardowymi produktami. Porównując superplastyfikatory konwencjonalne produkowane na bazie melaminy lub naftalenu do superplastyfikatorów na bazie PCE, widzimy, że struktura chemiczna PCE niewątpliwie pozwala na zdecydowanie szersze ich zastosowanie, a co za tym idzie na produkowanie domieszek skierowanych do różnych szerszych grup zastosowań. Decydujące znaczenie dla efektu działania PCE ma absorpcja na powierzchni ziarna cementu i steryczny efekt łańcucha bocznego. Absorpcja może być kontrolowana poprzez wielkość ładunków ujemnych, co pozwala na opracowanie szybko absorbujących superplastyfikatorów z wysokim początkowym upłynnieniem lub wolno absorbujących z długim czasem utrzymania konsystencji mieszanki betonowej. Na lepkość zaczynu cementowego i rozwój wytrzymałości można wpłynąć natomiast poprzez strukturę łańcucha bocznego domieszki polimerowej. Wśród superplastyfikatorów PCE istnieją różne kategorie i rodzaje produktów w zależności od obszaru zastosowań. Cechy te muszą być brane pod uwagę przy wyborze odpowiedniej domieszki PCE do wykonania betonu zastosowanego przy budowie posadzek przemysłowych. Ze względu na obszar zastosowań domieszki PCE dzielimy na produkty do betonu towarowego i przemysłu prefabrykacyjnego. W prefabrykacji mechanizm działania superplastyfikatorów PCE ma za zadanie osiągnięcie silnego upłynnienia i rozwoju wysokich wczesnych wytrzymałości betonu. W betonie towarowym superplastyfikatory PCE głównie mają za zadanie długo utrzymywać konsystencję i urabialność betonu, natomiast w grupie tej występują również produkty o względnie umiarkowanym czasie zwiększenia urabialności, a początek wiązania betonu występuje w normalnym, nie wydłużonym znacznie czasie. Właśnie tego typu superplastyfikatory, które umożliwiają wystarczająco długi czas urabialności, ale tylko nieznacznie zwiększają czas twardnienia betonu, generalnie nadają się do wykonywania posadzek przemysłowych. Przy wyborze superplastyfikatorów PCE do produkcji betonu do wykonania posadzki przemysłowej należy również uwzględnić warunki pogodowe, jakie będą panować podczas wykonywania posadzki, bowiem temperatura otoczenia wpływa na proces hydratacji - wysokie temperatury przyspieszą proces twardnienia betonu, podczas gdy niskie temperatury go spowolnią. Właściwości superplastyfikatorów PCE powinny być zatem skoordynowane z wpływami atmosferycznymi (lato/zima PCE). Przy projektowaniu mieszanki betonowej do wykonania posadzki przemysłowej z superplastyfikatorami na bazie PCE trzeba zwrócić uwagę na kilka aspektów. Przede wszystkim należy ograniczyć wszystkimi możliwymi środkami technologicznymi wystąpienie naprężeń w młodym jak i już związanym betonie. Zakładaną, optymalną konsystencją



betonu mierzona metodą stolika rozplywowego jest konsystencja F4 (490-550 mm). Przy konsystencji rzadszej istnieje duże ryzyko rozsegregowania mieszanki i pęknięć w młodym betonie, natomiast przy konsystencji gęstszej możliwe jest niedowibrowanie betonu. Zawartość drobnych ziaren (<0,125 mm) powinna wynosić od 360 do 370 kg/m³, a drobne ziarna i drobne części piasku (<0,25 mm) nie powinny przekraczać 430 kg/m³. Panujące warunki atmosferyczne powinny być brane pod uwagę przy wyborze cementu i ewentualnego dodatku mineralnego. Przy wysokich temperaturach dobrym rozwiązaniem może okazać się zastosowanie cementu hutniczego CEM III i określonej ilości dodatku popiołu lotnego, natomiast przy niskich temperaturach lepszym rozwiązaniem będzie zastosowanie cementów CEM II lub CEM I. Korzystniejszymi cementami do wykonania posadzek przemysłowych są cementy o wytrzymałości charakterystycznej 32,5. Popiół lotny może być zastosowany w celu ograniczenia ciepła hydratacji i poprawy urabialności betonu. Przy wyborze i określeniu kompatybilnego superplastyfikatora na bazie PCE głównym celem nie jest wybór domieszki, która jak najdłużej utrzyma konsystencję betonu, ale domieszki, która pozwoli nam optymalnie długo utrzymać urabialność mieszanki (pozwoli na swobodne ułożenie betonu) i równocześnie czas przestoju, po którym będzie można wygładzić powierzchnię, będzie możliwie jak najkrótszy. Dostarczony na miejsce budowy beton powinien być sprawdzony pod kątem zamawianych pa-

Schemat kryteriów przy wyborze superplastyfikatorów. Czasy trwania przedstawionych etapów pracy mogą różnić się w zależności od zastosowanych materiałów, warunków środowiskowych i ilości zadozowanego superplastyfikatora PCE

Tab. Zalecenia dotyczące projektowania mieszanki betonowej

| |
|---|
| - maksymalna konsystencja mierzona metodą stolika rozplywowego 520 mm |
| - zawartość drobnych ziaren 0/0,125 mm < 370 kg/m ³ |
| - zawartość drobnych ziaren i drobnych ziaren piasku 0/0,25 mm ≤ 430 kg/m ³ |
| - maksymalne dozowanie superplastyfikatorów na bazie PCE to 1% do masy cementu |
| - przy stosowaniu włókien, należy brać pod uwagę możliwość wprowadzenia przez nie porów powietrznych |
| - kiedy stosowany jest beton napowietrzony i posypka z twardego kamienia, mogą wystąpić problemy z wiązaniem powierzchni stwardniałego betonu i posypki (może wystąpić rozwarstwianie warstw) |
| - badania kontrolne wykazały, że całkowita zawartość porów powietrza w świeżym betonie (z wyłączeniem betonów napowietrzonych) powinna być ograniczona do max wartości 3,5% |

rametrów (konsystencja, zwartość porów powietrza itp.). Przy dostawie beton powinien posiadać odpowiednią, zamawianą konsystencję. Betony o konsystencji F4 sprawdziły się jako kompromis pomiędzy oczekiwaniami firm wykonawczych (stosunkowa łatwość wbudowania mieszanki) a stabilnością mieszanki betonowej (ograniczenie gromadzenia się zączynu na powierzchni posadzki). Kompatybilny superplastyfikator PCE powinien być dodany w miejscu produkcji betonu. Jeśli to możliwe, należy unikać dodawania superplastyfikatorów na miejscu budowy, a dolewanie wody do mieszanki na budowie jest zabronione. Aby wychwycić ewentualne niezamierzone pory powietrza w betonie, które mogą mieć negatywne skutki, gdy powierzchnia betonu jest wygładzona, należy losowo przeprowadzać kontrolę zawartości powietrza w mieszance betonowej. Badania wykazały, że zawartość powietrza poniżej 3,5% jest dopuszczalna i nie powoduje ona negatywnych skutków, które mogą wpłynąć na trwałość posadzki. Szybkość, z jaką świeża powierzchnia posadzki przemysłowej wysycha, zależy od szybkości przepływu powietrza i temperatury powierzchni. Od momentu kiedy beton został ułożony do momentu wygładzania powierzchni nie powinno być żadnych przeciągów, a płyta posadzkowa nawet częściowo nie powinna być narażona na działanie promieni słonecznych. Powierzchnie betonowe muszą być wykańczane w tej samej kolejności, w jakiej był w nie wbudowywany beton. W okresie między wyrównaniem powierzchni betonu po zagęszczeniu a wygładzeniem i wbudowaniem posypki, który jest nazywany „czasem postoju”, należy nie dopuścić do wyschnięcia powierzchni betonu. Jeśli powierzchnia wyschnie, może to spowodować, że warstwa pasty cementowej/zaprawy na powierzchni posadzki zwiąże, co w rezultacie spowoduje powstanie tzw. skóry słońia, która w praktyce sprawia wrażenie, że beton jest nośny, gdy tak naprawdę nie jest. Rezultaty badań na temat zjawiska „skóry słońia”

potwierdzają, że można realnie uniknąć pośredniego wysychania. Natomiast im dłuższy jest „czas postoju”, tym większe jest prawdopodobieństwo powstania „skóry słońia” na powierzchni betonu, bez względu na zastosowany superplastyfikator.

Firma Mc-Bauchemie z powodzeniem wprowadziła na rynek niemiecki i polski domieszkę, która spełnia wszystkie wymogi opisane powyżej, dotyczące superplastyfikatorów na bazie PCE, mogących zostać wykorzystanymi w betonie do budowy posadzek przemysłowych. Domieszka MC PowerFlow 5100 łączy w sobie wszystkie właściwości oczekiwane przez inwestorów, producentów betonu oraz firmy wykonawcze. Przy stosunkowo silnym upłynnieniu mieszanki betonowej i wystarczająco długim zachowaniu czasu urabialności nie powoduje zbyt długiego opóźnienia wiązania betonu, co skutkuje szybkim i bezproblemowym wykonaniem posadzki przemysłowej. Realizacje takie jak posadzka przemysłowa w centrum logistycznym „AMAZON” pod Wrocławiem, gdzie zostało wbudowane około 60 000 m³ betonu z domieszką MC PowerFlow 5100, jak i kilkadziesiąt mniejszych posadzek wykonanych w całym kraju, pokazują trafność zaproponowanego rozwiązania.

Rozwój superplastyfikatorów na bazie PCE w ciągu ostatnich lat jest bardzo duży. Struktura chemiczna domieszki PCE pozwala na skomponowanie domieszki, która spełni oczekiwania najbardziej wymagających inwestorów czy producentów betonu. Coraz większa stabilność i efektywność w działaniu domieszki PCE umożliwia ich zastosowanie praktycznie w każdym obszarze, gdzie stosowany jest beton. Nie inaczej jest w branży posadzek przemysłowych. Odpowiednia wiedza technologiczna przy doborze materiałów składowych i superplastyfikatora PCE gwarantuje wykonanie trwałego i niezawodnego elementu, jakim w budownictwie przemysłowym jest betonowa posadzka przemysłowa.

opracował:

mgr inż. Paweł Pindel

Gotowa posadzka przemysłowa z zastosowaniem domieszki MC PowerFlow 5100 (zdj. zbiór własny)

