

Domieszki w technologii betonu wibroprasowanego – część 1: domieszki ułatwiające zagęszczenie

Produkcja elementów wibroprasowanych to proces skomplikowany. Liczba czynników decydujących o jakości finalnego produktu jest tutaj (znacznie) większa niż w innych technologiach wykorzystujących beton jako podstawowy materiał. Jednym z istotnych aspektów produkcji betonowej kostki brukowej czy krawężników jest właściwe wykorzystanie domieszek do betonu. Niniejszy artykuł (pierwsza z 2 części) prezentuje aktualne trendy wśród domieszek ułatwiających zagęszczenie elementów oraz działania firmy CHRYSO, podjęte dla rozwiązywania problemów codziennej produkcji betonu wibroprasowanego.

Czy w produkcji betonu wibroprasowanego wolno stosować „domieszki do betonu”?

Postawione pytanie ma charakter formalno-prawny, a dotyczy procesu harmonizacji technicznej w obszarze budownictwa. Zarówno betonowe elementy wibroprasowane (kostka brukowa, krawężniki), jak i składniki wykorzystywane w ich produkcji (cement, kruszywo, domieszki) są wyrobami budowlanymi. Zgodnie z zapisami dyrektywy [1] wyrób budowlany uważa się za „odpowiedni do stosowania”, jeśli spełnia wymagania zharmonizowanej specyfikacji technicznej:

- zharmonizowanej normy europejskiej lub
- europejskiej aprobaty technicznej.

W przypadku interesujących nas wyrobów funkcjonują zharmonizowane normy: [2] dla domieszek do betonu oraz [3] i [4] odpowiednio dla betonowej kostki brukowej i krawężników betonowych. Analizując zapisy tych norm, można jednak zauważyć formalną „niekompatybilność” wspomnianych wyrobów.

W przypadku domieszek do betonu, zakres wymagań [2] wskazuje, że mogą być one nieprzydatne w technologii betonu wibroprasowanego. Badania istotnych właściwości poszczególnych rodzajów domieszek wykonuje się na mieszankach o konsystencji określonej jako „normalna”. Zakres konsystencji dla betonu wzorcowego I ÷ IV [5] obejmuje mieszanki o opadzie stożka 30 ÷ 120 mm. Rzeczywiście w żaden sposób nie odzwierciedla to zachowania się domieszki w mieszance półsuchej czy wilgotnej przy zagęszczeniu metodą wibroprasowania.

Z drugiej strony normy elementów wibroprasowanych nie określają jednoznacznie – w zakresie stosowanych materiałów (p. 4 oraz załącznik A w [3] i [4]) – domieszek jako „domieszek do betonu” zgodnych z [1].

Wnioski nie są zatem optymistyczne ani dla producentów domieszek do betonu, ani producentów kostki brukowej i/lub krawężników. Ocena zgodności domieszek z wymaganiami [2] jest niezbędna

dla wprowadzenia wyrobów do obrotu, a jednocześnie nie pozwala wnioskować o ich przydatności/skuteczności w produkcji elementów wibroprasowanych. Stąd etapy doboru składu i prób przemysłowych, np. dla betonowej kostki brukowej, noszą zawsze znamiona empiryzmu.

Jakie wymagania właściwościom domieszek stawia technologia betonu wibroprasowanego?

Istota wibroprasowania jako metody zagęszczania polega na przyłożeniu układu statycznych i dynamicznych obciążeń (sił) w trakcie formowania elementu. Mieszance przekazywane są drgania oraz zewnętrzne ciśnienie (docisk).

W trakcie zagęszczania mieszanka betonowa ulega odkształceniu. Warunkiem skuteczności zagęszczenia jest pokonanie oporu ścinania mieszanki, będącego wypadkową oporów spójności, tarcia wewnętrznego oraz lepkości. Relacja między tymi trzema składowymi zmienia się dla różnych technologii formowania elementów. W przypadku technologii wibroprasowania dominuje opór tarcia wewnętrznego. Wynika to m.in. ze względnie niskiej zawartości zaczynu w mieszankach o konsystencji wilgotnej.

Normy ([3], [4]) określają wymagania dla gotowych wyrobów, m.in. wytrzymałości na rozciąganie czy odporności na warunki atmosferyczne. Niemniej proces formowania elementów stawia „własne” wymagania, które opisuje się często takimi właściwościami jak:

- stopień i warunki zagęszczania (gęstość betonu, charakterystyki wibracji i docisku, wypełnianie i przywieranie do form, itd.)
- stopień i charakter zamknięcia powierzchni (pory strukturalne, z lub bez zaciągnięcia powierzchni warstwą zaczynu) – rysunek 1
- wytrzymałość młodego („zielonego”) betonu, tzw. „green strength” (kohezja)
- postęp hydratacji cementu w elemencie (optymalna zawartość wody, rozwój wytrzymałości)

Spełnienie tych właśnie wymagań jest niezwykle istotne przy doborze odpowiedniej domieszki. Wpływu domieszek na proces formowania i dojrzewania elementu nie możemy utożsamiać z wymaganiami wg [2]. De facto różne rodzaje „domieszek do betonu”, np. uplastyczniające, napowietrzające czy zwiększające wiązliwość wody, mogą okazać się skuteczne przy zagęszczaniu warstwy konstrukcyjnej kostki brukowej czy krawężników. Stąd w technologii betonu wibroprasowanego od wielu lat funkcjonuje termin „compaction agent”, co tłumaczy się jako „domieszka ułatwiająca zagęszczenie”.

Domieszki ułatwiające zagęszczenie – trendy

W ciągu ostatniej dekady można było zaobser-



Rysunek 1. Przykłady właściwego i niewłaściwego zagęszczenia kostki brukowej z domieszkami: polikarboksylianowym plastyfikatorem (górna para zdjęć) oraz z domieszką napowietrzającą (para dolna)

wować wdrażanie kolejnych, charakterystycznych grup produktów dedykowanych dla produkcji kostki brukowej i krawężników.

Skuteczność w procesie formowania i dojrzewania elementów wibroprasowanych wykazały w tym czasie przede wszystkim:

- domieszki uplastyczniające - lignosulfoniany (różnicowane proporcje frakcji o wysokiej i niskiej masie cząsteczkowej, wapniowe lub sodowe, o niskiej lub średniej zawartości cukrów)
- domieszki i środki napowietrzające
- domieszki uplastyczniające/upłynniające – tzw. „nowej generacji” (grupy poliakrylanów, polikarboksylianów)
- domieszki zwiększające wiązłość wody.

Wielu producentów elementów wibroprasowanych przez lata doświadczeń określiło własne preferencje dotyczące domieszek. Niektórzy skłaniają się ku doskonałemu zamknięciu powierzchni przy zastosowaniu środków powierzchniowo czynnych, inni doceniają możliwości optymalizacji składu betonu dzięki polimerowym plastyfikatorom. Analiza różnych przypadków skłania jednak ku opinii, że żadnej z wymienionych grup domieszek nie można uznać za „bezwzględnie” najskuteczniejszą.

Warto zastanowić się nad zasadami doboru grup domieszek do konkretnego zastosowania.

Spośród wielu czynników za kluczowe należy uznać m.in.:

- A. charakterystykę i dostępność składników do produkcji elementów wibroprasowanych
- B. stopień kontroli zawartości wody w mieszance betonowej
- C. rodzaj, rozwiązania techniczne i stopień zużycia wibroprasy.

W przypadku recept bazujących na niewielkiej ilości składników ziarnistych, np. trzech: cement + piasek 0/2 + żwir 2/8, optymalizacja gęstości upakowania jest znacznie ograniczona. Wskazane są tutaj domieszki zwiększające wiązłość wody lub środki napowietrzające, które powodują wzrost zawartości zaczynu.

Jeśli producent wykorzystuje większą ilość składników o różnicowanym uziarnieniu, wówczas

zasadne jest użycie domieszek redukujących ilość wody, m.in. polikarboksylianowych.

Kwestia kontroli zawartości wody w mieszance betonowej również może wskazywać optymalne rozwiązania. Przy względnie niskiej powtarzalności kolejnych zarobów przydatne będą domieszki napowietrzające lub regulujące lepkość mieszanki. Podobnie dla linii produkcyjnych o wysokim stopniu zużycia (lub dla starszych generacji maszyn) te dwie grupy domieszek będą sprzyjać powtarzalności produkcji i stabilizacji właściwości elementów wibroprasowanych. Polimerowe reduktory wody dla optymalnego wykorzystania swoich możliwości wymagają już wyższego reżimu produkcyjnego.

Misja CHRYSO

Okres 2011/2012 stanowi w grupie CHRYSO czas intensywnych prac nad rozwiązaniami dla mieszank o konsystencji półsuchej i wilgotnej, określanych jako technologia VLW (Very Low Workability, mieszanki o ograniczonej urabialności). Sfera zainteresowań obejmuje produkcję elementów drobnowymiarowych (kostka brukowa, krawężniki i obrzeża, płyty brukowe) jak i prefabrykatów wielkowymiarowych (elementy studni, rury, płyty kanałowe). Główne kierunki oraz harmonogram prac działań B&R to m.in.:

- opracowanie i walidacja metod symulacji zagęszczania mieszank (rdzenie wibrujące, wibroprasowanie, ekstrudery, slipformery) – druga połowa 2012 r.
- opracowanie i wdrożenie gamy domieszek ułatwiających zagęszczenie – druga połowa 2012 r.
- opracowanie i wdrożenie nowych rozwiązań dla specjalnych wymagań (hydrofobizacja, eliminacja wykwitów, intensywność barwienia) – pierwsza połowa 2013 r.

Chcemy, aby podjęte działania wyznaczyły dla naszych Klientów nową jakość wsparcia: od momentu świadomego doboru właściwej grupy produktów, poprzez optymalizację składu (kosztu) betonu, na powtarzalnej produkcji wyrobów o wysokiej jakości kończąc.

mgr inż. Robert Walkowiak
Chryso Polska

Literatura

1. Dyrektywa 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych państw członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych
2. PN-EN 934-2:2010 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2: Domieszki do betonu. definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietywanie
3. PN-EN 1338:2005+AC:2007 Betonowa kostka brukowa. Wymagania i metody badań
4. PN-EN 1340:2004+AC:2007 Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań
5. PN-EN 480-1:2008+A1:2011 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 1: Beton wzorcowy i zaprawa wzorcowo do badania
6. W. Bortniczuk, Technologia produkcji prefabrykatów z betonu, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1993
7. O. Graf, Der Aufbau des Mörtels und des Betons, Verlag von Julius Springer, Berlin 1930
8. H. Kuch, J.H. Schwabe, U. Palzer, Manufacturing of Concrete Products and Precast Elements, Verlag Bau + Technik GmbH, Düsseldorf 2009
9. J. Szwabowski, Reologia mieszank na spoiwach cementowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999