



DOMIESZKI I DODATKI DO BETONÓW

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Dzięki stosowaniu domieszek chemicznych, w tym superplastyfikatorów, polikarboksylatów czy ultrasuperplastyfikatorów, uzyskuje się poprawę cech użytkowych betonów oraz optymalizację kosztów ich produkcji. Współcześnie produkowany beton stał się materiałem nowoczesnym, którego bardzo ważny i nieodłączny składnik stanowią właśnie domieszki i dodatki chemiczne.



Fot. fotolia.com

Zgodnie z normą PN-EN 934-2 *Domieszki do betonu, zapraw i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie*, domieszką do betonu jest materiał dodawany podczas wykonywania mieszanki betonowej w ilości nieprzekraczającej 5% masy cementu w betonie w celu zmodyfikowania właściwości mieszanki betonowej i (lub) stwardniałego betonu. Podział tych materiałów na grupy i typy zawiera PN-EN 934-1 *Do-*

mieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Cz. 1. Wymagania podstawowe.

Historia stosowania domieszek

Już w pierwszej połowie XX w. zaczęto modyfikować kompozyty cementowe, stosując w tym celu plastyfikatory w postaci niemodyfikowanych lignosulfonianów. Uzyskiwano dzięki temu beton o korzystniejszych parametrach przy jednoczesnej



Fot. fotolia.com

redukcji cementu, co skutkowało także obniżeniem kosztów produkcji. Pozytywne rezultaty zachęciły do dalszego poszukiwania domieszek chemicznych, usprawniających proces technologiczny wytwarzania betonu oraz poprawiających jego cechy użytkowe. Dzięki temu na przełomie lat 60. i 70. XX w. pojawiła się grupa domieszek zwanych superplastyfikatorami. Zalicza się do niej polikondensaty sulfonowanego naftalenu i formaldehydu oraz melaminy i formaldehydu (SNF lub NFS) oraz sulfonowany kondensat melaminowo-formaldehadowy (SMF). W kolejnych latach dołączyła do nich grupa polikarboksylatów (PCC). Początek XXI w. rozpoczął erę ultrasuperplastyfikatorów, tworzonych na bazie polikarboksyloeterów (PCE) i modyfikowanych lignosulfonianów [1].

W latach 80. XX w. w Polsce były zalewie cztery firmy oferujące domieszki do betonu, dziś to 22 przedsiębiorstwa. 29,4% spośród nich posiada własne zakłady produkcyjne w kraju. Z wielkości szacunkowych rynku domieszek do betonu w Polsce w podziale na segmenty w 2015 r. wynika, że największy udział w rynku miały plastyfikatory (bez wibroprasy) – 30%. Na drugim miejscu uplasowały się superplastyfikatory z PCE (21,5%), dalej superplastyfikatory (18,7%). Produkty mieszane i domieszki do wibroprasy osiągnęły odpowiednio 9,5% oraz 8,8% udziału w rynku domieszek. Najmniejszy procentowo udział zanotowały przyspieszacze (5%), napowietrzacze (2,3%) oraz pozostałe domieszki (4,2%) [2].

Właściwości i zakres stosowania

Domieszki dzieli się ze względu na zdolność do wywołania jednego, głównego, zamierzonego celu. Dzięki domieszkom redukującym ilość wody (plastyfikatory) przy zachowaniu niezmięnionej konsystencji mieszanki betonowej ilość wody w mieszance zostaje zredukowana od 2 do 5%, czego efektem jest uplastycznienie mieszanki. Najczęściej jako plastyfikatory stosuje się sole kwasów lignosulfonowych, rzadziej hydroksykarboksylowych. Domieszki znacznie redukujące ilość wody (superplastyfikatory) zmniejszają jej ilość o co najmniej 12%, a najnowsze nawet

Stowarzyszenie Producentów Chemii Budowlanej szacuje, że połowę wielkości rynku domieszek betonowych w Polsce stanowią łącznie plastyfikatory (bez wibroprasy) i superplastyfikatory z PCE. Co sprawia, że właśnie te wyroby cieszą się aż tak dużą popularnością?



TADEUSZ WASĄG,
MC-Bauchemie Sp. z o.o.

Rosnąca popularność rozwiązań technologicznych w betonie towarowym, opartych na superplastyfikatorach PCE, wynika z wzrostu jakości i ekonomicznej dostępności tych produktów. Jakość oznacza długie utrzymanie konsystencji, brak dopłynnienia oraz zminimalizowanie

ryzyka segregacji betonu na skutek nieznacznego przedozowania. Najważniejszy aspekt wzrostu popularności stosowania tylko dwóch produktów w betonie, tj. plastyfikatorów i superplastyfikatorów PCE, przejawia się wysokim poziomem wiedzy technicznej technologów betonu, którzy wykorzystują zalety plastyfikatorów dla niskich klas betonu oraz walory łączenia plastyfikatorów i superplastyfikatorów PCE dla wyższych klas betonu.

o 40%. Stosuje się je w celu upłynnienia mieszanki, najczęściej przez zastosowanie żywic syntetycznych – melaminowej, naftalenowej, formaldehydowej i akrylowej. Superplastyfikatory umożliwiły praktyczne stosowanie w budownictwie betonów nowej generacji, charakteryzujących się wysoką wytrzymałością, wysokowartościowych i samozagęszczalnych. Kolejny rodzaj

Tab. 1. Podział domieszek na grupy i typy według PN-EN 934-1:2009 *Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Cz. 1. Wymagania podstawowe*

Grupy domieszek	Typy domieszek	
Domieszki wpływające na reologię mieszanek betonowych	Uplastyczniające (plastyfikatory) i upłynniające (superplastyfikatory)	
	Wprowadzające powietrze	
	Plastyfikujące proszki mineralne	
	Zagęszczające – poprawiające lepkość	
	Stabilizujące – zapobiegające segregacji składników	
Domieszki modyfikujące ilość powietrza w zaprawach i betonach	Napowietrzające	
	Gazotwórcze	
	Pianotwórcze	
	Zapobiegające pienieniu i odpowietrzające	
Domieszki modyfikujące wiązanie i twardnienie	Opóźniające wiązanie i twardnienie	
	Przyspieszające wiązanie i twardnienie	
	Przyspieszające wiązanie	
Domieszki powodujące pęcznienie	Zapobiegające skurczowi w procesie wiązania i twardnienia	
	Działanie ekspansywne	
	Wywołujące pęcznienie kompozytu cementowego	
Domieszki poprawiające mrozoodporność	Umożliwiające betonowanie w niskich temperaturach	
	Uszczelniające	redukujące przepuszczalność wody pod ciśnieniem
		obniżające nasiąkliwość
Domieszki poprawiające odporność na czynniki mechaniczne	Zwiększające przyczepność	
	Zmniejszające ścieralność, utwardzające powierzchnię	
Domieszki poprawiające odporność na oddziaływania chemiczne	Inhibitory powierzchni stali	
	Modyfikatory reakcji kruszywo – alkalia	
	Poprawiające odporność betonu na środowisko agresywne	
Domieszki poprawiające odporność na działanie biologiczne	–	
Domieszki barwiące – pigmenty	–	

domieszek, napowietrzające, umożliwiła wprowadzenie podczas mieszania drobnych pęcherzyków powietrza. Napowietrzony beton dzięki zwiększonej mrozoodporności znajduje zastosowanie przy wykonywaniu betonu w okresie zimowym, do budowy obiektów hydrotechnicznych oraz wykonywania nawierzchni drogowych i lotniskowych. Jako domieszki napowietrzające stosuje się zwykle sole kwasów organicznych.

W grupie domieszek przyspieszających wiązanie i twardnienie wyróżnia się dwa rodzaje preparatów. Jedne z nich wywołują prawie natychmiastowe wiązanie cementu przy jednoczesnym znacznym obniżeniu właściwości betonu. Inne skracają czas reakcji wiązania i przyspieszają twardnienie. Do tych ostatnich należą substancje nieorganiczne (chlorki, sole sodu i potasu, azotki, azotany, azotyny, fluorki i gliniany) i organiczne (mrówczany wapnia i sodu, trietanoloamina, trisizopropanoloamina). Znajdują zastosowanie przy betonowaniu w obniżonych temperaturach, do produkcji elementów prefabrykowanych oraz przy betonowaniu natryskowym.

Fizyczne utrudnienie wiązania cementu lub spowolnienie tego procesu uzyskuje się dzięki domieszkom opóźniającym

wiązanie. Ich stosowanie sprawia, że mieszanka betonowa dłużej zachowuje ciekłość, co jest istotne m.in. w przypadku betonowania w wysokich temperaturach, kiedy niezbędne jest właściwe powiązanie ze sobą układanego warstwami betonu lub by umożliwić przeprowadzenie rewibracji.

Wszędzie tam, gdzie projektowane są betony wodoszczelne i narażone na agresję chemiczną, znajdują zastosowanie domieszki uszczelniające, pozwalające na zmniejszenie absorpcji kapilarnej stwardniałego betonu, poprawiające wodoszczelność i zmniejszające nasiąkliwość, a zwłaszcza zwiększające trwałość betonu. Istota ich działania polega na blokowaniu porów kapilarnych.

Domieszki modyfikujące lepkość mieszanki betonowej stosuje się zwykle, by wyeliminować segregację, zwłaszcza w przypadku mieszanek samozagęszczalnych. Wykorzystywanie tego typu domieszek zwiększa lepkość mieszanki, nie powodując jednocześnie istotnych zmian konsystencji. Ponadto na rynku dostępne są domieszki działające kompleksowo, wpływające na kilka właściwości mieszanki i (lub) betonu stwardniałego przez powodowanie więcej niż jednego z głównych działań [3].

Przechowywanie domieszek

Ponieważ domieszki do betonu to złożone produkty chemiczne, powstające w mniej lub bardziej skomplikowanym procesie technologicznym, aby zachować swoje właściwości, powinny być przechowywane zgodnie z zaleceniami producenta. Dotyczy to zarówno transportu, jak i przechowywania, co powinno się odbywać w ściśle określonych warunkach.

Zbyt wysoka i zbyt niska temperatura mogą wpłynąć negatywnie na związki chemiczne, z których składają się domieszki. Z uwagi na to, że homogenizacja tej mieszaniny następuje w ściśle określonych warunkach produkcyjnych, niektóre z preparatów mogą wykazywać tendencję do sedimentacji lub całkowitego rozsegregowania w warunkach placu budowy. Te bardziej złożone mogą ulegać częściowemu rozpadowi, przez co ulegnie zmianie sposób ich oddziaływania. Domieszka poddana długotrwałemu działaniu skrajnej temperatury może utracić jednorodność, co stanowi poważny problem, a nawet uniemożliwia prawidłowe zastosowanie.

By wyeliminować niepotrzebny, czasochłonny transport, magazyny, w których przechowywane są domieszki, powinny się znajdować możliwie najbliżej mieszalników. Same domieszki należy zabezpieczyć przed działaniem niekorzystnych czynników atmosferycznych, takich jak mróz oraz bezpośrednie działanie promieni słonecznych. Powinno się zapewnić wentylację w okresie letnim oraz ogrzewanie zimą – wystawienie ich na działanie wysokiej temperatury czy znaczne nasłonecznienie jest tak samo groźne, jak przemrożenie.

Mieszanki należy składować w wyodrębnionych powierzchniach magazynowych, zabezpieczonych w sposób uniemożliwiający dostęp nieupoważnionym osobom. Pojemniki przeznaczone do przechowywania wyrobów powinny posiadać właściwe atesty i dopuszczenia do składowania w nich substancji chemicznych. Zbiorniki mają mieć trwałe i szczelne zamknięcie, ponieważ wprowadzenie zanieczyszczeń, bakterii lub innych związków chemicznych może zmienić skład domieszki. Zapewnienie łatwego dostępu do zbiornika umożliwi bezpieczne i czyste przepompowanie domieszki oraz ułatwi czyszczenie i konserwację. Zbiorniki powinny być przy tym prawidłowo i czytelnie oznakowane, aby wyeliminować ryzyko przepompowania niewłaściwej domieszki. Konieczne są także wanny awaryjnego wypływu, których celem jest zapobieganie rozprzestrzeniania



się domieszki oraz jej przedostania się do kanalizacji i zbiorników wodnych. Uwzględnienie wszystkich tych czynników przy projektowaniu i wyposażaniu obiektów magazynowych gwarantuje utrzymanie stałej jakości oraz niezmiennych właściwości użytkowych domieszek [4].

Najnowsze trendy i osiągnięcia

Chemia budowlana jest dynamicznie rozwijającą się gałęzią przemysłu materiałów budowlanych, a jednymi z jej sztandarowych wyrobów są domieszki upłynniające mieszanke betonową. O znaczeniu superplastyfikatorów świadczą m.in. zmiany niektórych zapisów w dokumentach normalizacyjnych dotyczących betonu. Z jednej strony wyraźnie widać tendencję do zmniejszania ilości wody w mieszance betonowej (mniejsze w/c), a z drugiej zaleca się stosowanie mieszanek betonowych o coraz większej ciekłości.

Z punktu widzenia działania domieszki kluczowy jest właściwy dobór trzech podstawowych parametrów strukturalnych polimeru. Są nimi długość łańcucha głównego, długość łańcuchów bocznych oraz częstotliwość występowania łańcuchów bocznych. Dzięki osiągnięciom współczesnej chemii polimerów można te parametry dość swobodnie kształtować. Ponadto chemia budowlana umożliwiła rozwiązanie jednego z istotnych problemów, związanych z praktycznym stosowaniem domieszek upłynniających – nierzadko zbyt krótkiego czasu ich skutecznego działania. Stopniowa utrata zdolności do upłynniania przez domieszki jest w dużej mierze spowodowana otaczaniem polimeru przez produkty hydratacji. W przypadku zbyt szybkiej adsorpcji upłynnienie mieszanki betonowej jest duże, ale krótkotrwałe. Rozwiązaniem tego problemu może



DOMIESZKI DO BETONU

ATLAS PION DOMIESZEK DO BETONU POSIADA W SWOJEJ OFERCIE

Domieszki do betonu:

- uplastyczniające • upłynniające • napowietrzające
- przyspieszające twardnienie lub wiązanie
- opóźniające wiązanie • modyfikujące lepkość • kompleksowe.

Pigmenty upłynnione ATLAS COLOR do barwienia betonu zapraw budowlanych i wyrobów na bazie gipsu:

- możliwość barwienia betonów architektonicznych, wyrobów prefabrykowanych, elementów małej architektury, betonu towarowego • pełna paleta barw • odporne na warunki atmosferyczne, promieniowanie UV, alkalia
- łatwe dozowanie • wysoka wydajność.

www.atlas.com.pl

Atlas Sp. z o.o., ul. Wronia 61/63, 97-300 Piotrków Trybunalski, tel.: 44 648 82 50, e-mail: domieszki@atlas.com.pl

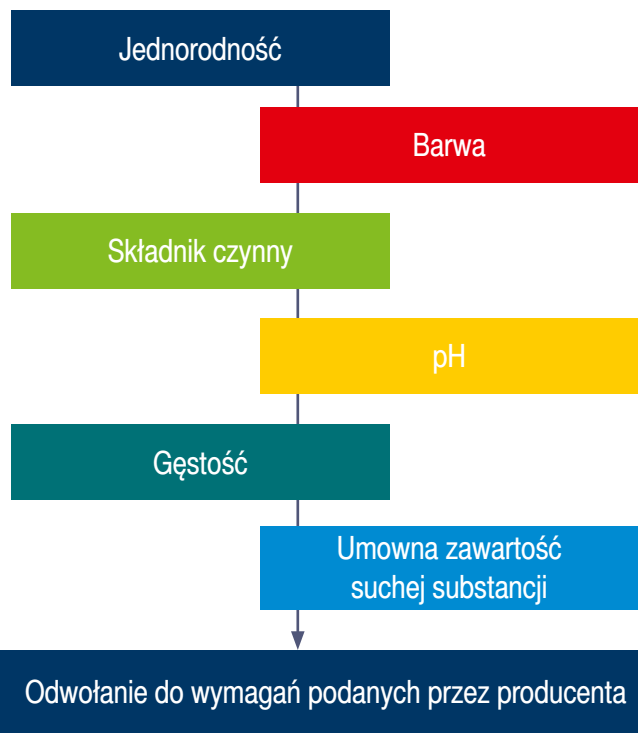
Trasa Nowohucka zapisała się w historii polskiego mostownictwa jako inwestycja, podczas której po raz pierwszy wykorzystano zapisy Ogólnych Specyfikacji Technicznych, przygotowanych w 2013 r. przez zespół ekspertów na zlecenie GDDKiA. Czy zmiana ta istotnie wpłynęła na realizację krakowskiej inwestycji?



ROBERT WALKOWIAK, dyrektor ds. technologii, Chryso Polska Sp. z o.o.

Miałem przyjemność występować zarówno jako współautor zapisów OST w zespole pod kierunkiem prof. Jana Dei, jak i jeden z pierwszych ich użytkowników. Z tym większą satysfakcją, ale i pełną odpowiedzialnością mogę potwierdzić zdecydowanie pozytywną zmianę. Do tej pory, bazując na wymaganiach RMTiGM z 2000 r., technolodzy byli

ubezważeni w kwestii jakościowego i ilościowego projektowania składu betonu. Do formowania skrajnie różnych elementów w obrębie obiektu mostowego trafiał w zasadzie ten sam materiał. Formalne spełnienie wymagań nie mogło w takim układzie przełożyć się na rzeczywistą trwałość. I tu właśnie upatruję największej różnicy. Nowe OST stanowią przede wszystkim narzędzie tworzenia właściwego materiału dla konkretnego zastosowania. Obiekty Trasy Nowohuckiej doskonale obrazują to podejście. Masywne posadowienia zrealizowano z użyciem cementu hutniczego, co umożliwiło pełną kontrolę zjawisk cieplnych i w efekcie eliminację zagrożenia rysami termiczno-skurczowymi. Większa swoboda doboru rodzaju kruszywa pozwoliła sterować odkształcalnością betonu w poszczególnych elementach, np. ryglach czy pylonach, zgodnie z założonym modelem i obliczeniami projektowymi. Nowatorskie metody badawcze dawały quasi-ciągłą informację o właściwościach betonu w konstrukcji, a jednocześnie rzetelną podstawę decyzji dla zabiegów pielęgnacji betonu i optymalizacji procesu sprężania betonu. Efektem dodatkowym stosowania zapisów OST jest również jakość powierzchni elementów, którą porównać można z betonem architektonicznym. Wykorzystanie potencjału obecnych cementów oraz domieszek chemicznych pozwoliło uzyskać doskonałe zagęszczenie mieszanki betonowej również w miejscach o skomplikowanej geometrii i dużym stopniu zbrojenia. Z premedytacją na samym końcu wymienić również mogę optymalizację kosztów realizacji obiektów mostowych, co jest naturalną konsekwencją większych możliwości technologicznych. Pierwsze doświadczenia wskazują jedną „wadę” nowych OST. W porównaniu do rozporządzenia z 2000 r. mogą wymagać zdecydowanie większego nakładu pracy i zaangażowania projektanta, wykonawcy i – szczególnie – producenta betonu. Jest to jednak praca, której celem jest trwałość finalnych obiektów, a nie wyłącznie spełnienie wymagań formalnych przez... próbki betonu.



Wymagania podstawowe dla domieszek według PN-EN 934-1

być taka modyfikacja głównego łańcucha polimerowego, która utrudniałaby adsorpcję polimeru na ziarnie cementu.

Postęp w technologii produkcji cementu sprawił, że znaczenie domieszek przyspieszających z czasem zmalało. Niemniej w wielu obszarach technologii betonu, takich jak prefabrykacja betonowa, betonowanie w warunkach zimowych, szybkie naprawy w czasie awarii oraz natryskiwanie betonu, ich stosowanie jest wciąż uzasadnione i użyteczne.

Nowoczesnym rozwiązaniem w zakresie przyspieszania wiązania i twardnienia betonu jest koncepcja wykorzystania zarodków krystalizacji fazy C-S-H. Domieszka tego rodzaju zawiera mikroskopijne kryształki uwodnionego krzemianu wapnia, które w fazie ciekłej zaczynu cementowego zostają rozproszone. Być może ta koncepcja zapoczątkuje nową erę stosowania środków przyspieszających wiązanie i twardnienie betonu. Domieszki wykorzystujące zarodki krystalizacji fazy C-S-H są bowiem skuteczne, a zarazem – w przeciwieństwie do domieszek chlorkowych i wielu innych tradycyjnych przyspieszaczy – bezpieczne dla betonu i stali zbrojeniowej [5].

Literatura

- [1] Rucińska T., Wygocka A.: *Domieszki do betonów*. „Izolacje” 2012, nr 11–12, s. 52–55.
- [2] Wasąg T.: *Rynek domieszek do betonu w Polsce*. Prezentacja podczas konferencji *Dni betonu 2016*.
- [3] Jamroży Z.: *Beton i jego technologie*. PWN. Warszawa 2015.
- [4] *ABC prawidłowego składowania i dozowania domieszek do betonu* (online). „Biuletyn SPCHB”, październik 2016. Dostępny w Internecie: <http://www.spchb.pl/index.php?s=20&t=Aktualno%C5%9Bci#.WMu196JFe72> (dostęp 3 marca 2017).
- [5] Łukowski P.: *Znaczenie chemii budowlanej w technologii betonu – osiągnięcia i perspektywy*. Materiały konferencji *Dni betonu 2014*. Wiśła 2014.





Wykorzystaj w swoich realizacjach 100 lat doświadczeń BASF

Domieszki do betonu
Posadzki przemysłowe
Systemy hydroizolacji
Systemy naprawcze

Master Builders Solutions - kompleksowe rozwiązania w zakresie domieszek do betonu, posadzek przemysłowych, systemów hydroizolacji oraz systemów naprawczych betonu.

Nowoczesne produkty, wieloletnie doświadczenie, konkretne rozwiązania. Znalezienie wiarygodnego wsparcia dla Twoich projektów, nigdy nie było łatwiejsze.

Po więcej informacji odwiedź naszą stronę www.master-builders-solutions.basf.pl

 **BASF**

We create chemistry