

MasterEase – nowa gama domieszek zmniejszających lepkość mieszanek betonowych dla konstrukcji inżynierskich i betonów wysokowartościowych

Wstęp

„Panta rhei” (wszystko płynie). Grecki filozof Heraclit mówił już o tym około 2500 lat temu - a odnosi się to również do betonu. Obecnie to głównie domieszki do betonu określają, jak daleko, jak długo, jak szybko czy jak łatwo beton będzie płynąć. Nauka o płynności materiałów nazywana jest „reologią”. W produkcji i przetwarzaniu betonu jego właściwości reologiczne odgrywają kluczową rolę.

1. Wprowadzenie do reologii mieszanki betonowej

Reologia (od gr. rhéos płynący) – jest to dział mechaniki ośrodków ciągłych zajmujący się plastycznymi deformacjami (odkształceniami) oraz płynięciem materiałów. Termin reologia został zaproponowany przez Eugene’a Bingham’a w 1920 r. Reologia zajmuje się badaniem i opisem zachowania się materiałów pod działaniem obciążeń, z uwzględnieniem wpływu czasu. Zachowanie się mieszanek w procesach technologicznych najlepiej opisywać za pomocą prostego i sprawdzonego w praktyce modelu ciała Bingham’a

$$\tau = \tau_0 + \eta_{pl} \cdot \dot{\gamma}$$

gdzie: τ_0 – granica płynięcia, η_{pl} – lepkość plastyczna, $\dot{\gamma}$ – prędkość ścinania

Granica płynięcia i lepkość plastyczna, zwane parametrami reologicznymi, są stałymi materiałowymi, charakteryzującymi właściwości reologiczne mieszanki. Z chwilą gdy naprężenia przekroczą granicę płynięcia, nastąpi płynięcie mieszanki z prędkością proporcjonalną do lepkości plastycznej. Im mniejsza będzie lepkość plastyczna mieszanki, tym większa będzie prędkość jej płynięcia przy danym obciążeniu. [1]

2. Nowe domieszki zmniejszające lepkość mieszanek betonowych

Wprowadzone w latach 80. domieszki PCE (eter polikarboksyłanowy) są najwyższej jakości domieszkami (efektywność, reologia, uniwersalność). Jednakże różne PCE zapewniają różną reologię



w oparciu o ich strukturę cząsteczkową. Konsekwencją tego jest fakt, iż dalsza poprawa reologii betonu jest ograniczona chemią polimeru i jej oddziaływaniem z cementem. Powstaje zatem pytanie: Jak zachować wszystkie zalety PCE, pokonując ograniczenia lepkości betonu? Otóż wymyślono nowe domieszki. PAE to domieszki, które w największym „przybliżeniu” można opisać, że są połączeniem dwóch światów, czyli SNF (sulfonowane żywice naftalenowo-formaldehadowe) i PCE (eter polikarboksyłowy). [2]

Dla budownictwa wysokościowego i betonu SCC reologia jest kluczem do szybkiego wznoszenia konstrukcji. Jednakże betony o niskim współczynniku w/c charakteryzują się zwiększoną lepkością, a zatem mieszanka betonowa staje się trudna do pompowania i obróbki. I tu z pomocą przychodzą nowe rozwiązania domieszkowe PAE, które – łącząc „dwa światy” – charakteryzują się następującymi cechami:

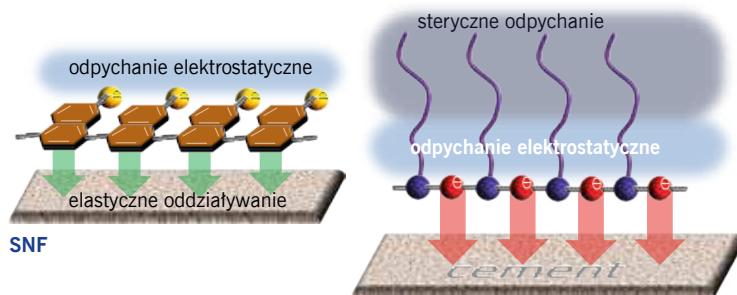
- wysoka redukcja wody
- bardzo długie utrzymanie konsystencji w czasie
- zachowanie właściwości reologicznych
- wysokie wytrzymałości początkowe
- beton o niskiej lepkości.

Dzięki tym właściwościom możemy:

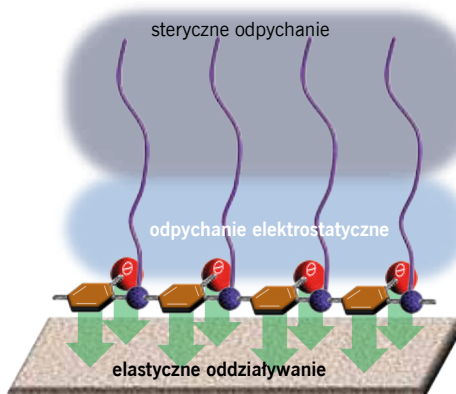
- ✓ łatwo i szybko mieszać beton przy niskim w/c
- ✓ łatwo, szybko, daleko i znacznie wyżej pompować mieszanki betonowe a dzięki temu szybko



Rys. 3. Pompowanie na duże wysokości [2]



Rys. 1. Budowa SNFPCE [2]



Rys. 2. Budowa i mechanizm działania nowej domieszki PAE. [2]



Rys. 4. Wbudowanie i wykańczanie powierzchni [2]



Rys. 5. Ładniejsze i szybsze wykańczanie powierzchni [2]



Rys. 6. Rheometr ICAR



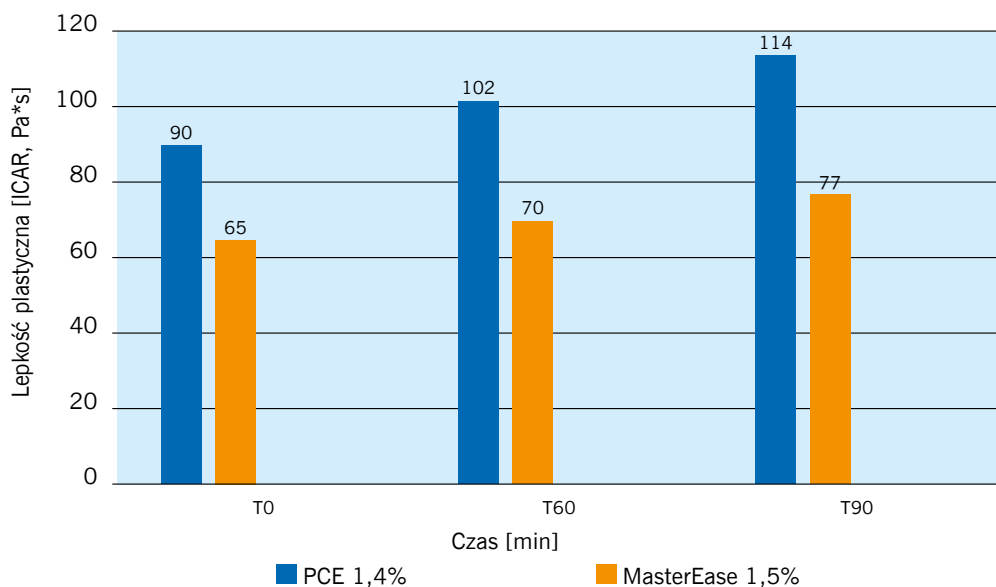
i łatwo wbudować beton i rozładować betonomieszarkę

- ✓ uzyskujemy niższe ciśnienie pompowania (nawet o 30%) a dzięki temu mamy zmniejszone zużycie pomp i rur betonowych
- ✓ łatwo i szybko zawibrować mieszanki betonowe
- ✓ szybciej i łatwiej wykańczać powierzchnie.

Tablica 2. Wyniki badań świeżej mieszanki betonowej [2]

Właściwość	Uzyskany wynik	
	PCE 1,4%	MasterEase 1,5%
Konsystencja mieszanki betonowej	67 cm	70 cm
Zawartość powietrza	2,2%	2,0%
Szybkość rozptywu mieszanki T500	5 sek	1,9 sek
Segregacja składników	brak	brak
Odpowietrzenie mieszanki betonowej	prawidłowe	prawidłowe
Zjawisko „wyrzucania wody”	brak	brak
V- funnel	29 sek	9 sek
L-box	PL2/ 22 sek	PL2/ 6 sek

Wykres nr 1. Wynik badania lepkości plastycznej Rheometrem ICAR



3. Receptura mieszanki betonowej SCC C35/45

Aby wykazać zalety domieszek PAE, przeprowadzono badania, do których wykorzystano recepturę na beton samozagęszczalny SCC C35/45 różniącą się tylko domieszką chemiczną. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z tradycyjnym superpalstyfikatorem na bazie PCE, w drugim z innowacyjną domieszką na bazie PAE.

Wykonano szereg badań, które miały na celu potwierdzenie, że zastosowanie nowej domieszki wpłynie na zmniejszenie lepkości mieszanki betonowej. I tak, przeprowadzono badania: Slump flow, czyli płynność mieszanki betonowej – wielkość rozptywu oraz szybkość rozptywu mieszanki do średnicy T_{500} , V-funnel, L-Box – w tym szybkość opuszczenia mieszanki w urządzeniu badawczym oraz badanie Rheometrem ICAR [3] – badającym lepkość plastyczną mieszanki betonowej.

Tablica 1. Skład receptury [2]

Składnik	PCE 1,4%	MasterEase 1,5%
	Ilość kg/m ³	
CEM I 52,5 N	350	350
Popiół lotny	150	150
Kruszywo	1685	1685
Woda	195	195
w/c	0,55	0,55

Uzyskane wyniki badań świeżej mieszanki betonowej jednoznacznie wskazują, że mieszanka oparta na całkowicie nowym rozwiązaniu chemicznym ma mniejszą lepkość.

Świadczą o tym wyniki szybkości rozptywu mieszanki do średnicy T_{500} – klasa lepkości VS1, po-



miar metodą V-funnel – klasa lepkości VF1 oraz badanie L-box, co pokazuje tablica 2. Dodatkowo wyniki z Rheometru ICAR (wykres nr 1), gdzie wyraźnie widać różnicę w lepkości plastycznej świeżej mieszanki betonowej.

4. Korzyści i zalety

z zastosowania nowych domieszek PAE

Bardzo istotną cechą mieszanek betonowych o zmniejszonej lepkości plastycznej jest redukcja ciśnienia pompowania (nawet o 30%) oraz zmniejszone tarcie, co w rezultacie prowadzi do mniejszej ścieralności rur i pomp betonowych.

Niższa lepkość mieszanki betonowej prowadzi do łatwego wygładzania powierzchni, jest to szczególnie ważna zaleta przy dużych elementach.

Kolejnym ważnym czynnikiem jest uzyskiwanie wyraźnie ładniejszych powierzchni, ponieważ mniejsza lepkość mieszanki betonowej prowadzi do perfekcyjnego wypełnienia deskowania.

5. Podsumowanie

Przed współczesnymi betonami konstrukcyjnymi, a zwłaszcza przed betonami wysokowartościowymi, w tym BWW i SCC, oraz betonami na prefabrykację stawiane są coraz trudniejsze wymagania. Zaprojektowany i przebadany beton z domieszką na bazie polimerów PAE charakteryzował się znacząco mniejszą lepkością mieszanki betonowej. W oparciu o przeprowadzone badania w skali laboratoryjnej, a następnie ich przemysłową weryfikację, można stwierdzić, że uzasadnione jest stosowanie nowych domieszek w budownictwie wysokościowym oraz inżynieryjnym (BWW i SCC), gdzie przy wysokich klasach betonu i niskim w/c lepkość mieszanki jest decydującym czynnikiem wpływającym na jakość betonu, tempo wbudowania, odległość, wysokość i ciśnienie pompowania oraz żywotność sprzętu.

Zastosowanie nowej technologii domieszkowej w produkcji betonu stanowi ważną alternatywę dla producenta betonu jak i firm wykonawczych, które z tym materiałem pracują.

Nowe domieszki MasterEase oparte na polimerach PAE są specjalnie zaprojektowane w celu zapewnienia niskiej lepkości przy zachowaniu wysokiej stabilności mieszanek betonowych oraz zapewniają łatwość pompowania, układania i wykańczania betonu nawet w przypadku wymagających mieszanek betonowych.

Konrad Grzesiak
główny technolog
BASF Polska

Literatura

- 1 Gołaszewski J., *Temperatura a urabialność betonów nowej generacji*. XII Sympozjum naukowo-techniczne „Reologia w Technologii Betonu”, Gliwice 2010
- 2 *Materiały promocyjne Firmy BASF*
- 3 *Materiały Germann Instruments; www.germann.org*

Rys. 7. Przykłady uszkodzeń sprzętu [2]



Rys. 8. Łatwy i szybki czas obróbki mieszanki betonowej [2]

Rys. 9. Powierzchnia betonu z domieszką zmniejszającą lepkość [2]

