

## **BADANIA SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA DOMIESZEK POLIKARBOKSYLANOWYCH W ZACZYNACH CEMENTOWYCH**

Elżbieta JANOWSKA-RENKAS  
Politechnika Opolska, Opole

### **1. Wprowadzenie**

Obserwowany w ostatnich latach postęp w technologii betonu, dzięki zastosowaniu dodatków mineralnych i domieszek chemicznych, pozwala na zróżnicowanie betonów w zależności od potrzeb ich zastosowania.[1-2].

Intensywny rozwój wytwarzania domieszek polimerowych (rozpoczęty w Japonii w latach 80. XX wieku) pozwolił, poprzez modyfikację składu i struktury polimeru, na uzyskanie domieszek na bazie polikarboksylanów, z przeznaczeniem ich stosowania do betonów nowej generacji [3-4]. Są to domieszki na bazie polimerów grzebieniowych z grupami karboksylowymi. Adsorpcja grup  $\text{COO}^-$  oraz łańcuchów polieterowych na ziarnach cementu zapewnia odpychanie ziaren na skutek wytworzonych oddziaływań elektrostatycznych oraz efektu blokady sferycznej, co skutecznie zapobiega flokulacji ziaren cementu [4].

Domieszki te wpływają na właściwości reologiczne zaczynów cementowych i mieszanek betonowych zwiększając ich upłynnienie, które utrzymuje się dłuższym czasie, w porównaniu do domieszek tradycyjnych [5-7].

W pracy przedstawiono wyniki badań określających skuteczność działania w czasie domieszek na bazie polikarboksylanów (EP) w zaczynach cementowych z różnych cementów przemysłowych.

### **2. Materiały do badań**

Badania reologiczne zaczynów cementowych przeprowadzono dla cementu portlandzkiego CEM I 42,5 R oraz cementów z udziałem dodatków mineralnych: CEM II/B-S 32,5 R, CEM III/A 32,5 N, CEM V/A-S-V 32,5 R. Jako upłynniacz użyto domieszkę na bazie polikarboksylanów (EP) stosowaną w ilości od 0,5 do 2 % w stosunku do masy cementu, jako 40 % roztwór.

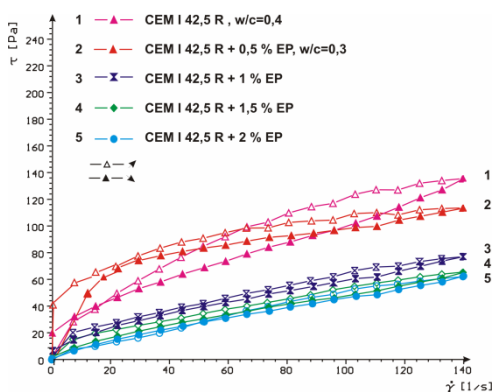
### **3. Metody badań**

Pomiary reologiczne zaczynów przeprowadzono przy użyciu wiskozymetru rotacyjnego o współosiowych cylindrach typu Viscotester VT550. Właściwości zaczynów określono na podstawie wyznaczonych krzywych płynięcia dla rosnących i malejących szybkości

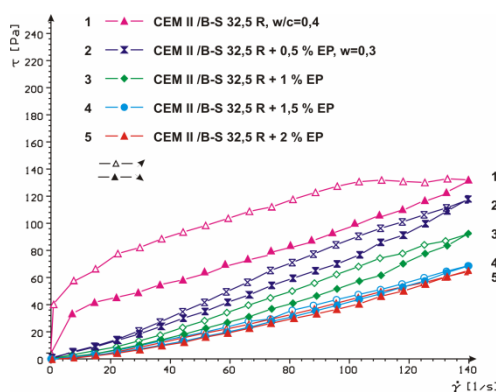
ścianania w zakresie od 0 do 150 s<sup>-1</sup>, po czasie 15, 30 i 60 minut. Granice płynięcia i lepkości plastyczne wyznaczono w zakresie modelu Binghama. Dla zaczynów z czystych cementów, pomiary wykonano przy w/c = 0,4; natomiast w obecności domieszki (EP) przy w/c = 0,3. Pomiary prowadzono w stałej temperaturze 21°C.

#### 4. Wyniki i ich omówienie

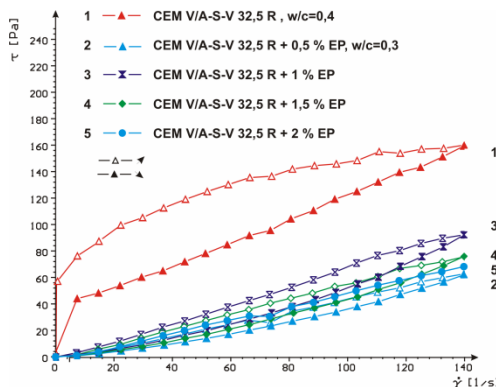
Analiza zmian krzywych płynięcia, przedstawionych na rysunkach 1÷ 4, oraz uzyskanych wartości parametrów reologicznych (zestawione w tabelicy 1) wykazują, iż w początkowym okresie (do 15 minut) udział domieszki EP prowadzi do wzrostu upłynnienia zaczynu z cementu portlandzkiego CEM I 42,5 R, w porównaniu do zaczynów z cementów przemysłowych zawierających dodatki mineralne. Jednocześnie upłynnienie zaczynów rośnie wraz z ilością (od 0,5 do 2 % mas.) stosowanej domieszki.



Rys. 1. Krzywe płynięcia zaczynów z cementu CEM I 42,5 R z różną ilością domieszki EP



Rys. 2. Krzywe płynięcia zaczynów z cementu CEM II/B S 32,5 R z różną ilością domieszki EP



Rys. 3. Krzywe płynięcia zaczynów z cementu CEM III/A 32,5 N z różną ilością domieszki EP

Rys. 4. Krzywe płynięcia zaczynów z cementu CEM V/A S-V 32,5 R z różną ilością domieszki EP

Wszystkie krzywe płynięcia zaczynów z udziałem superplastyfikatora charakteryzowały się brakiem granicy płynięcia i wykazywały zjawisko tiksotropii. Pętla histerezy była tym większa, im mniejsza była skuteczność działania superplastyfikatora.

Zastosowanie domieszki EP w zaczynach z cementów z udziałem granulowanego żużla wielkopieczowego (CEM II i CEM III) oraz żużli i dodatkowo popiołów lotnych (CEM V),

wpływa na zmniejszenie skuteczności działania domieszki, w porównaniu do CEM I. Na podstawie wyników badań reologicznych oceniane cementy można przedstawić w szeregu, ze względu na wzrost stopnia upłynnienia otrzymanych z nich zaczynów cementowych w wyniku stosowania domieszki:

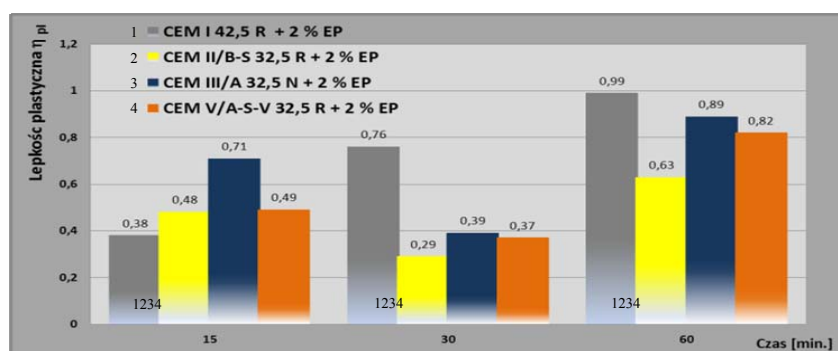
**CEM III/A 32,5 N < CEM V/A-S-V 32,5 R < CEM II/B-S 32,5 R < CEM I 42,5 R.**

Zastosowanie domieszki EP w ilości 2 % mas. w zaczynach z cementami CEM II i CEM V, w początkowym czasie (do 15 min.), skutkuje stopniem ich upłynnienia na porównywalnym poziomie. Wyznaczone wartości lepkości plastycznej są zbliżone i wynoszą:  $\eta_{pl} = 0,48$  Pa·s dla CEM II oraz  $\eta_{pl} = 0,49$  Pa·s dla CEM V. Natomiast dla zaczynu z cementu CEM III stwierdzono znacznie mniejsze upłynnienie ( $\eta_{pl} = 0,71$  Pa·s). Analogiczną zależność skuteczności działania domieszki EP obserwuje się także dla tych zaczynów w późniejszym czasie (po 30 i 60 minutach), przy czym następuje wzrost lepkości plastycznej, w porównaniu do lepkości wyznaczonej po 15 minutach.

Tablica 1. Granice płynięcia i lepkości plastyczne zaczynów cementowych z dodatkiem domieszki EP, po czasie 15 minut

Ilość domieszki EP [%] mas.	CEM I 42,5 R		CEM II/B-S 32,5 R		CEM III/A 32,5 N		CEM V/A-S-V 32,5 R	
	$\tau_0$ [Pa]	$\eta_{pl}$ [Pa·s]	$\tau_0$ [Pa]	$\eta_{pl}$ [Pa·s]	$\tau_0$ [Pa]	$\eta_{pl}$ [Pa·s]	$\tau_0$ [Pa]	$\eta_{pl}$ [Pa·s]
0	65,8	0,68	66,5	0,60	brak granicy płynięcia	1,02	92,5	0,57
0,5	32,9	0,41	brak granicy płynięcia	0,81		1,20	brak granicy płynięcia	0,44
1,0	17,5	0,40		0,65		0,68		0,64
1,5	10,5	0,38		0,51		0,62		0,53
2,0	7,7	0,37		0,48		0,71		0,49

Porównanie lepkości plastycznej badanych zaczynów cementowych w czasie przedstawiono na rysunku 5. Największą utratą płynności zaczynu, wyrażoną największymi wartościami lepkości plastycznej po 30 i 60 minutach ( $\eta_{pl}$  po 30min. = 0,76 Pa·s,  $\eta_{pl}$  po 60 min. = 0,99 Pa·s), stwierdzono dla zaczynu z cementu przemysłowego CEM I (rys.5).



Rys. 5. Lepkość plastyczna  $\eta_{pl}$  zaczynów cementowych z udziałem 2 % mas. Domieszki EP określona po czasie: 15, 30 i 60 minut

Obserwowane różnice właściwości reologicznych badanych zaczynów można wyjaśnić wpływem dodatków mineralnych (żużli wielkopieczowych i popiołów lotnych), na proces hydratacji cementu. Ich obecność w cemencie (w ilości do 35 %) wpływa na zmniejszenie ilości zhydratyzowanych faz w początkowym etapie hydratacji, odwrotnie niż w przypadku cementu CEM I 42,5R, dla którego ilość produktów hydratacji jest znacznie większa, ze

względu na większą zawartość klinkieru (95%) oraz jego większą powierzchnię właściwą (klasa 42,5).

## 5. Wnioski

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że:

1. W początkowym okresie (15 minut) domieszka EP wykazuje większą skuteczność działania w zaczynie cementowym z czystego cementu CEM I.
2. W późniejszym czasie (po 30 minutach) zwiększa się skuteczność działania domieszki w zaczynach z cementów zawierających dodatki mineralne (żuźle wielkopieczowe i popioły lotne) i jest największa dla cementu CEM II /B-S, następnie CEM V/A-S-Vi CEM III/A.

## Literatura

- [1]. Aitcin P.-C., Cements of yesterday and today: Concrete of tomorrow. *Cement and Concrete Research*, 30 (9), 2000, p. 1349-1359.
- [2]. Burgos-Montes O., Palacios M., Rivilla P., Puertas F., Compatibility between superplasticizer admixtures and cements with mineral additions. *Construction and Building Materials* 31, 2012, p. 300-309.
- [3]. Yamada K., Takahashi T., Hanehara S., Matsuhisa M., Effects of the chemical structure on the properties of polycarboxylate-type superplasticizer, *Cement and Concrete Research*, 30, 2000, p. 197–200.
- [4]. Borsoi A., Collepardi S., Copolla L., Troli R., Collepardi E.M., Advances in superplasticizers for concrete mixtures, *Il Cemento*, 69 (3), 1999, p. 234-244.
- [5]. Puertas F., Santos H., Palacios M., Martinez-Ramirez S. Polycarboxylate superplasticiser admixtures: Effect on hydration. Microstructure and rheological behaviour in cement pastes. *Advances in Cement Research*, 17, 2005, p. 77.
- [6]. Kurdowski W., *Chemia cement i betonu*. Wydawnictwo Polski Cement, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
- [7]. Grzeszczyk S., Janowska-Renkas E., The influence of small particle on the fluidity of blast furnace slag cement paste containing superplasticizers. *Construction and Building Materials*, 26 (1), 2012, p. 411-415.

## STUDY OF EFFECTIVENESS OF POLYCARBOXYLATE ADMIXTURE IN CEMENT PASTES DURING THE TIME

### Summary

This work presents the research results of effectiveness of superplasticizer based on polycarboxylate in cement pastes with different cements (CEM I, CEM II, CEM III and CEM V). It has been shown that in the initial period, up to 15 minutes, the EP admixture has greater effectiveness in cement pastes with Portland cement CEM I (regardless of its amount - from 0.5 to 2% wt.) than in pastes containing mineral additives.

However, as time goes by (up to 60 minutes), the effectiveness of EP admixture in cement pastes containing cement with mineral additives (blast furnace slags in CEM II/B-S 32,5 R, CEM III/A32,5 N and slags with fly ashes in CEM V/A-S-V 32,5 R) is greater than for cement pastes containing cement without additives (CEM I 42,5 R), what allows to preserve their fluidity for longer.