



foto: Michał Braszczowski

Norma PN-EN 197-1:2012 „Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku” po nowelizacji

Nowa wersja normy EN 197-1:2011 została przygotowana (przyjęta) przez Komitet Techniczny CEN/TC 51. Zastępuje ona poprzednie wersje europejskiej normy cementowej EN 197-1:2000 i EN 197-4:2004. W styczniu br. przyjęła ona status normy krajowej (PN-EN 197-1:2012) i jest dostępna w języku oryginału. Normy sprzeczne z zapisami normy PN-EN 197-1:2012 powinny zostać wycofane najpóźniej do końca czerwca 2013 r.

Do czasu gdy nowa edycja normy EN 197-1:2011 uzyska status normy zharmonizowanej z CPD, co nastąpi po jej opublikowaniu w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej (OJ), ocenę zgodności cementu w celu oznakowania CE należy prowadzić w odniesieniu do dotychczasowych norm zharmonizowanych (opublikowanych w OJ, C nr 246 z 24-08-2011). Gdy zharmonizowane normy zostaną zastąpione nową edycją, w celu umieszczenia oznakowania CE do końca okresu przejściowego można stosować jedną z obu edycji norm.

PN-EN 197-1:2012 konsoliduje wszystkie wcześniejsze modyfikacje normy EN 197-1:2000 (EN 197-1:2000/A1:2004; EN 197-1:2000/prA2; EN 197-1:2000/A3:2007) i EN 197-4:2004 (EN 197-4:2004/prA1). Podstawowa zmiana w normie PN-EN 197-1:2012, w stosunku do zapisów normy EN 197-1:2000, polega na wprowadzeniu dodatkowych wymagań dla cementów powszechnego użytku o niskim cieple hydratacji (LH) i cementów powszechnego użytku odpornych na działanie środowisk agresywnych (SR). Są to właściwości specjalne, bardzo przydatne w budownictwie w praktycznej aplikacji cementu.

W niniejszej publikacji przybliżono najistotniejsze zmiany wraz z komentarzem.

Składniki i skład cementu

Zmiana dotyczy dodatków do cementu, które nie są składnikami cementu ujętymi w zakresie nor-

my w punktach od 5.2 do 5.4. Dodatki są dodawane do składu cementu w celu ulepszenia procesu produkcyjnego lub poprawy określonych właściwości cementu. Ilość dodatków nie powinna przekraczać 1,0% masy cementu (z wykluczeniem pigmentów), z tym że ilość dodatków organicznych w suchej masie nie powinna przekraczać 0,2% masy cementu. Wyższa ilość dodatków organicznych może być wprowadzona do składu cementu, ale w tym przypadku producent musi podać na opakowaniu lub dokumentach handlowych maksymalną zawartość w % masy cementu.

Kosmetyczna zmiana została dokonana w składzie cementu wieloskładnikowego CEMV/B. W poprzedniej wersji normy maksymalna zawartość, zarówno składników pucolanowych, jak i granulowanego żużla wielkopieczowego, była na poziomie 50%, natomiast w nowej wersji normy jest na poziomie 49%.

Należy także zwrócić uwagę na fakt, że zawartość składników nieklinkierowych w składzie cementów portlandzkich wieloskładnikowych CEM II/B-M musi wynosić minimum 12%. Zapis ten wynika z definicji składnika głównego cementu.

Właściwości specjalne cementu

– cement odporny na siarczaną SR

Cementem odpornym na siarczaną jest cement powszechnego użytku spełniający wymagania co do składu podanego w tablicy 1.

Wyróżnić można 3 grupy cementów siarczanoodpornych, oznaczonych dodatkowo oznaczeniem SR:

I grupa – Cement portlandzki CEM I odporny na siarczaną SR:

- CEM I-SR 0 – zawartość C_3A w klinkierze = 0%
- CEM I-SR 3 – zawartość C_3A w klinkierze $\leq 3,0\%$
- CEM I-SR 5 – zawartość C_3A w klinkierze $\leq 5,0\%$

II grupa – Cement hutniczy CEM III odporny na

Tablica 1. Rodzina cementów powszechnego użytku odpornych na siarczany

Rodzaj cementu	Rodzaj cementu odpornego na siarczany		Udział w % masy				
			Składniki główne				Składniki drugorzędne
			Klinkier K	Gran. żużel wkp., S	Pucolana naturalna P	Popiół lotny krzemionkowy V	
CEM I	Cement portlandzki siarczanoodporny	CEM I-SR 0	95-100				0-5
		CEM I-SR 3					
		CEM I-SR 5					
CEM III	Cement hutniczy siarczanoodporny	CEM III/B-SR	20-34	66-80			0-5
		CEM III/C-SR	5-19	81-95			0-5
CEM IV	Cement pucolanowy siarczanoodporny	CEM IV/A-SR	65-79		← ---- 21 ÷ 35 ---- →		0-5
		CEM IV/B-SR	45-64		← ---- 36 ÷ 55 ---- →		0-5

Tablica 2. Wymagania dotyczące betonu wg PN-EN 206-1 w klasie ekspozycji XA

Klasa ekspozycji		Środowisko	Maksymalny współczynnik woda/cement (w/c)	Minimalna zawartość cementu, kg	Minimalna klasa wytrzymałości betonu
Środowisko agresywne chemicznie ¹⁾	XA1	słaba agresja chemiczna	0,55	300	C30/37
	XA2	umiarkowana agresja chemiczna	0,50	320	C30/37
	XA3	silna agresja chemiczna	0,45	360	C35/45

1) – w klasie ekspozycji XA2 i XA3 należy stosować cementy odporne na siarczany (SR, HSR)

siarczany SR (brak wymagań co do zawartości C_3A w klinkierze):

- CEM III/B-SR
- CEM III/C-SR

Siarczanoodpornymi SR są także cementy hutnicze CEM III/B i CEM III/C spełniające wymagania dla cementu hutniczego CEM III o niskiej wytrzymałości wczesnej (L).

III grupa – Cement pucolanowy CEM IV odporny na siarczany SR

- CEM IV/A-SR – zawartość C_3A w klinkierze $\leq 9,0\%$
- CEM IV/B-SR – zawartość C_3A w klinkierze $\leq 9,0\%$.

W przypadku cementów pucolanowych siarczanoodpornych CEM IV/A,B-SR ograniczono jakością zawartość składników głównych nieklinkierowych do pucolany naturalnej P i popiołu lotnego krzemionkowego V (tablica 1).

Stosowanie cementów odpornych na siarczany określone jest w zapisach normy PN-EN 206-

1:2003 i dotyczy klasy ekspozycji XA (tablica 2). Dopuszczalne wartości graniczne dla agresji chemicznej w poszczególnych klasach ekspozycji XA podano w tabeli 3.

Jednocześnie norma PN-EN 197-1:2012 w swoich zapisach (pkt 8) wskazuje, że cementy odporne na siarczany, niespełniające wymagań omawianej normy, mogą być zawarte w normach krajowych, jednakże nie można ich dodatkowo oznaczać jako SR. W przypadku naszej krajowej normy jest to oznaczenie HSR. W załączniku A do PN-EN 197-1:2012 podano wykaz cementów siarczanoodpornych produkowanych w poszczególnych krajach. Nadmienić należy, że znowelizowana norma krajowa na cementy specjalne PN-B-19707 przeszła gruntowną aktualizację i jest obecnie ankietowana. Należy mieć nadzieję, że zostanie wprowadzona do stosowania w 2012 roku. Norma ta zawiera wymagania dla cementów krajowych określanych jako HSR.

Podana niżej klasyfikacja agresywnych chemicznie środowisk dotyczy gruntów naturalnych i wody gruntowej o temperaturze między $5^{\circ}C$ a $25^{\circ}C$ i tak wolnego przepływu wody, że można go określić jako warunki statyczne.

Klasę determinuje najbardziej niekorzystna wartość właściwości chemicznej.

Gdy dwa lub więcej parametrów agresywności wskazują na tę samą klasę, środowisko należy zakwalifikować do następnej, wyższej klasy, chyba że dodatkowe badanie dla określonego przypadku udowodni, że nie jest to konieczne

Właściwość chemiczna	Metoda badawcza	XA1	XA2	XA3
Woda gruntowa				
SO_4^{2-} mg/l	EN 196-2	≥ 200 i ≤ 600	> 600 i ≤ 3000	> 3000 i ≤ 6000
pH	ISO 4316	$\leq 6,5$ i $\geq 5,5$	$< 5,5$ i $* 4,5$	$< 4,5$ i $* 4,0$
CO_2 mg/l agresywne	prEN 13577	≥ 15 i ≤ 40	> 40 i ≤ 100	> 100 aż do nasycenia
NH_4^+ mg/l	ISO 7150-1 lub ISO 7150-2	≥ 15 i ≤ 30	> 30 i ≤ 60	> 60 i ≤ 100
Mg_2^+ mg/l	ISO 7980	≥ 300 i ≤ 1000	> 1000 i ≤ 3000	> 3000 aż do nasycenia
Grunt				
SO_4^{2-} mg/kg ¹⁾ całkowite	EN 196-2 ²⁾	≥ 200 i ≤ 3000 ³⁾	> 3000 ³⁾ i ≤ 12000	> 12000 i ≤ 24000
Kwasowość ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	nie spotykane w praktyce	

1) Grunty gliniaste o przepuszczalności poniżej 10^{-5} m/s mogą być przesunięte do niższej klasy.

2) Metoda badawcza poleca ekstrakcję SO_4^{2-} kwasem solnym, alternatywnie można wykonywać to wodą, jeżeli są odpowiednie doświadczenia w rejonie, w którym beton jest stosowany.

3) Granicę 3000 mg/kg należy obniżyć do 2000 mg/kg, gdy jest niebezpieczeństwo kumulowania się jonów siarczanowych w betonie w wyniku cyklicznego schnięcia i nawilżania lub podciągania kapilarnego

Tablica 3. Wartości graniczne dla klas ekspozycji dotyczących agresji chemicznej – XA

Tablica 4. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementów wg PN-EN 197-1:2012

Klasa wytrzymałości	Wytrzymałość na ściskanie, MPa				Początek czasu wiązania min	Stożek objętości (rozszerzalność) mm
	Wytrzymałość wczesna		Wytrzymałość normowa			
	po 2 dniach	po 7 dniach	po 28 dniach			
32,5 L ^a	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≥ 10
32,5 N	–	≥ 16,0				
32,5 R	≥ 10,0	–				
42,5 L ^a	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 N	≥ 10,0	–				
42,5 R	≥ 20,0	–				
52,5 L ^a	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45	
52,5 N	≥ 20,0	–				
52,5 R	≥ 30,0	–				

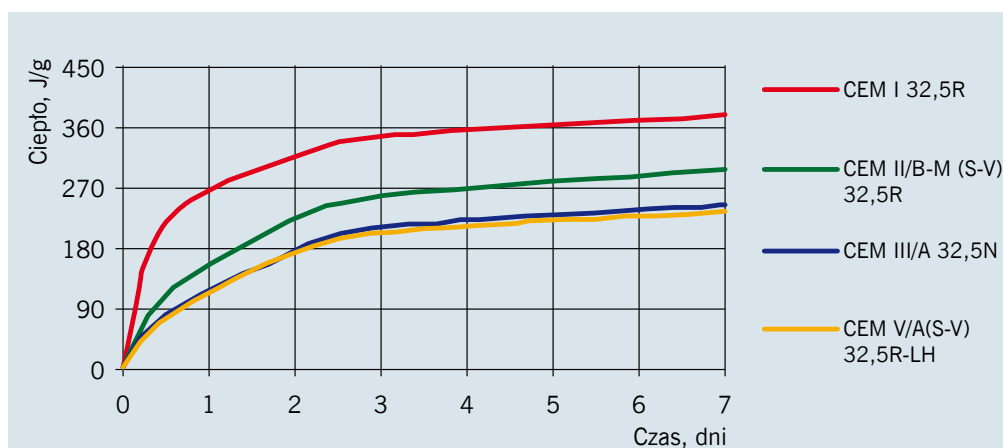
a – wymagania dla klas wytrzymałościowych 32,5 L; 42,5 L i 52,5 L dotyczą cementów hutniczych CEM III o niskiej wytrzymałości wczesnej

Cementy odporne na siarczany wymagane są w budowie oczyszczalni ścieków, fundamentów umieszczonych w gruntach agresywnych, w budownictwie podziemnym, budownictwie morskim i itp. W tego typu realizacjach najbardziej są przydatne cementy z wysoką zawartością dodatków mineralnych, głównie popiołu lotnego i granulowanego żużla wielkopiecowego.

Drugą właściwością specjalną, bardzo ważną przy stosowaniu cementów powszechnego użytku, jest niskie (ograniczone) ciepło hydratacji. Ciepło hydratacji dla cementów powszechnego użytku o niskim cieple hydratacji (LH) nie powinno przekraczać 270J/g, oznaczone po 7 dniach zgodnie z EN 196-8 lub po 41 godzinach zgodnie z EN 196-9. Ta właściwość cementu została wprowadzona poprawką A1 do normy PN-EN 197-1 w styczniu 2005 (PN-EN 197-1:2002/A1:2005).

Cementy o niskim cieple hydratacji (LH) stosowane są przy wykonywaniu konstrukcji betonowych wielkogabarytowych (beton masywny), dużych fundamentów, podpór mostowych, zbiorników na cieczy o dużych powierzchniach itp. Niestosowanie w budownictwie cementów o niskim cieple hydratacji (LH) jest bardzo częstym powodem spękań konstrukcji budowlanych (zarysowania) i ich niskiej trwałości. Cementami o niskim cieple hydratacji są głównie cementy z wysoką zawartością dodatków mineralnych (CEM III÷CEM V). Ilość ciepła wydzielaną przy hydratacji wybranych cementów pokazano na rys. 1. W tabelicy 4 podano wymagania odnośnie klas wytrzymałościowych cementu, które wynikają z włączenia normy PN-EN 197-4 do zapisów normy PN-EN 197-1:2012.

Rys. 1. Ciepło hydratacji wybranych cementów



fol. Michał Braszczyski

Przykłady oznaczeń według znowelizowanej normy PN-EN 197-1:2012:

- 1) Cement portlandzki, spełniający wymagania normy PN-EN 197-1 dla klasy wytrzymałościowej 42,5 o wysokiej wytrzymałości wczesnej, odporny na siarczany z zawartością C3A w klinierze ≤ 3,0% masy:

Cement portlandzki

PN-EN 197-1 – CEM I 42,5 R – SR 3

- 2) Cement hutniczy CEM III B, zawierający pomiędzy 66% a 80% granulowanego żużla wielkopiecowego (S), klasy wytrzymałościowej 32,5 o niskiej wytrzymałości wczesnej, niskim cieple hydratacji i odporny na siarczany:

Cement hutniczy CEM III/B 32,5 L – LH/SR

- 3) Cement portlandzki, spełniający wymagania normy PN-EN 197-1 dla klasy wytrzymałościowej 42,5 o wysokiej wytrzymałości wczesnej, dodatkowo oznaczony, gdy producent produkuje ten sam rodzaj cementu o różnych właściwościach, np. o niższej wytrzymałości wczesnej dla producenta betonu towarowego (1) i wyższej dla producenta dachówki cementowej (2):

Cement portlandzki

PN-EN 197-1 – CEM I 42,5 R (1)

Cement portlandzki

PN-EN 197-1 – CEM I 42,5 R (2).

Zbigniew Giergiczyński
Politechnika Śląska w Gliwicach
Centrum Technologiczne Betotech Sp. z o.o.
w Dąbrowie Górniczej
Stanisław Płocica
Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych
w Krakowie