



Instytut Ceramiki
i Materiałów
Budowlanych

ODDZIAŁ MATERIAŁÓW OGNIOTRWAŁYCH W GLIWICACH

Ogniotrwała ceramika, charakterystyka materiałów, a współczesne wymagania

Autorzy: dr inż. Katarzyna Stec, Paweł Głowienkowski

GLIWICE 01.12.2017

Aktualnie stosowane materiały mające kontakt z wysoką temperaturą

- **izolacyjne** - wermikulit, włókna glinokrzemianowe, wełna skalna, betony izolacyjne itp.
Główne zastosowanie: izolacja drzwiczek w piecach do C.O., wyłożenia wewnętrzne palenisk (wermikulit) oraz różnego rodzaju uszczelnienia w postaci sznurów, pasków materiału itp.
- **wyroby formowane** - głównie szamotowe w pełnej gamie gatunków dostępnych na rynku, formowane na prasach (głównie w postaci płyt i prostek docinanych pod projekt) oraz jako gotowe kształtki (raczej przy długich seriach).
Zastosowanie: ogólne materiały konstrukcyjne i wykończeniowe zarówno piece C.O. jak i kominki

Aktualnie stosowane materiały mające kontakt z wysoką temperaturą

- **wyłożenia monolityczne** (bardzo rzadko)
- **prefabrykaty betonowe** – najczęściej od gatunku BOS-125 wzwyż (kryterium ceny). Betony typowo akumulacyjne, andaluzytowe jako akumulacyjne, na cementach portlandzkich (budowlanych), na cementach ogniotrwałych betony izolacyjne, betony na wszelkich dostępnych złomach nawet zwykłej mielonej cegle itp.
- **wyroby do montażu / mocowania** - zaprawy szamotowe typu ZSz, kleje, kity itp.

Spotykane na rynku prefabrykaty betonowe mogą być:

- suszone
- prażone
- wypalane
- zbrojone włóknem stalowym (głównie dla C.O.),
- "zbrojone" włóknami organicznymi (przeważnie do kominków) - co nie jest typowym zbrojeniem rozproszonym wzmacniającym materiał tylko głównie sposobem odprowadzenia wilgoci podczas suszenia

Jakie cechy materiału są ważne dla naszych klientów?

- cena
- cena
- w C.O. powtarzalność wymiarów
- terminowość dostaw
- w kominkach gładkość powierzchni, kolor (stąd zastosowanie białych cementów portlandzkich lub kruszyw które barwią)
- własności - bardzo podstawowe wymagane przez odbiorcę pozostałe, przeważnie narzucone przez producenta ceramiki

Ogólne zastosowanie

Kominki - wyłożenia wewnętrzne żeliwnych, stalowych palenisk (dno i ściany), jako elementy akumulacyjne stawiane, wieszane itp., budowa całych palenisk od podstaw, kanały dymowe akumulacyjne, obudowy kominków itp.

Kotły C.O. - wyłożenia komór spalania, różnego rodzaju deflektory wiszące nad palnikiem, deflektory na wspornikach (głównie płyty), przegrody, wymienniki ciepła, wewnętrzne kanały spalinowe, elementy dopalające zanieczyszczenia "katalizatory", izolacje z betonów izolacyjnych, izolacje drzwiczek itp.

Dlaczego nie każdy żółty materiał to szamot



Jak wyglądają typowe dane techniczne z którymi się stykamy

Charakterystyka materiału stosowanego do produkcji kształtek izolacyjnych.

- Przewodność cieplna 0,9 W/mK
- Wytrzymałość na ściskanie 8 MPa
- Gęstość 1400 kg/m³
- Temperatura pracy 1600 °C



D A N E T E C H N I C Z N E

NAZWA PRODUKTU: *Beton izolacyjny lub masa do torkretowania izolacyjna*

SYMBOL PRODUKTU: *BI 13/1,6*

ZASTOSOWANIE: *Izolacyjne wyłożenia ogniotrwałe, prefabrykaty*

SPOSÓB INSTALACJI: *Wylewanie bez wibracji, natryskiwanie*

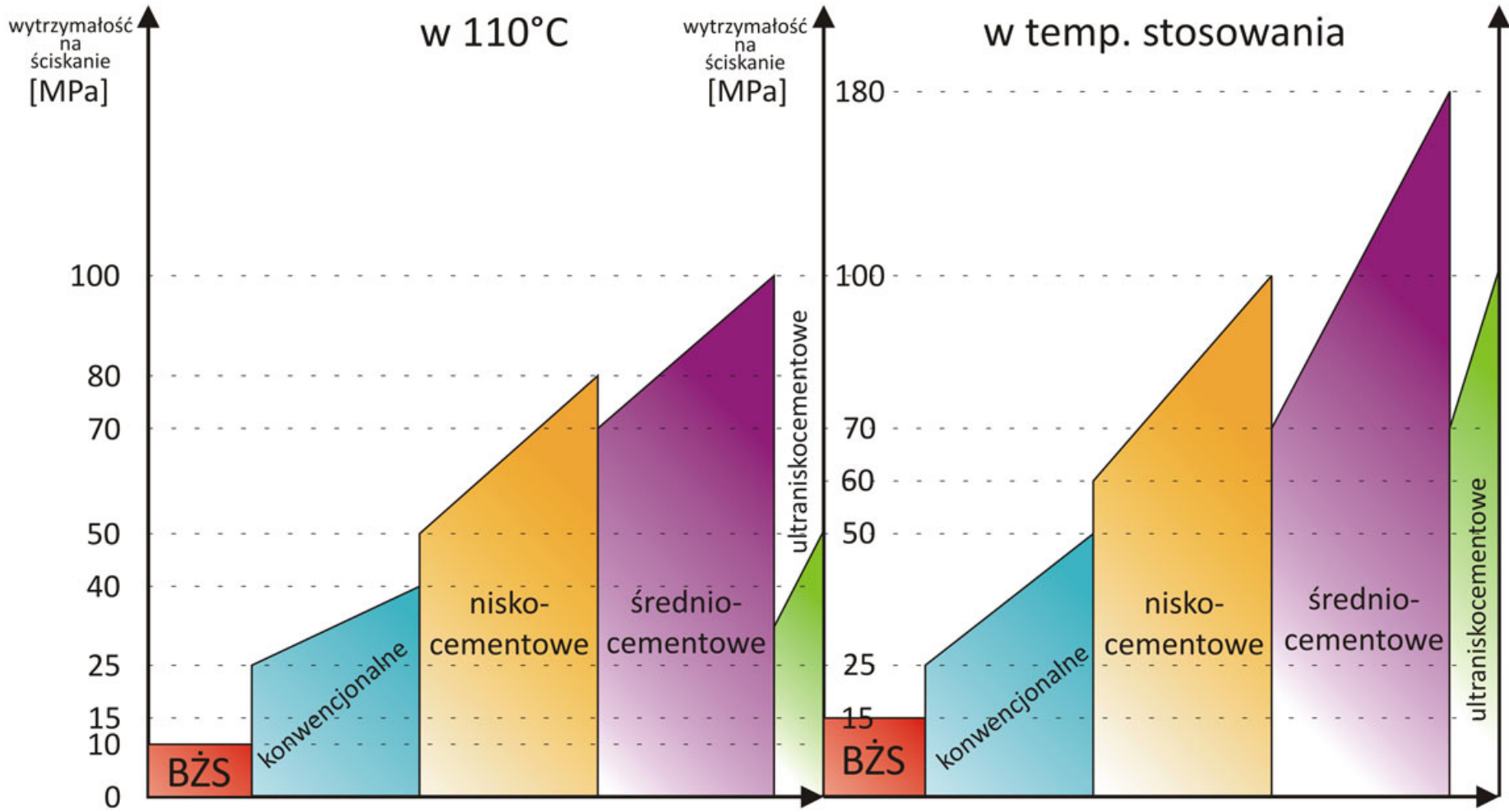
PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE*		METODA BADAŃ	
Maksymalna temperatura pracy, [°C]		1300	-
Uziarnienie, [mm]		0-3; 0-5	-
Ilość wody zarobowej, [%]		~ 18	-
Zużycie betonu, [kg/m ³]		1600	-
Zawartość, [%]	Al ₂ O ₃	39	PN-EN ISO 12677:2011
	SiO ₂	45	
	CaO	9	
	Fe ₂ O ₃	4	
Wytrzymałość na ściskanie, [MPa]	po suszeniu w 110°C	30	PN-EN ISO 8895:2007
	po wypaleniu w 1300°C	18	
Gęstość pozorna, [kg/cm ³]	po suszeniu w 110°C	1,61	PN-EN 1402-6:2005
	po wypaleniu w 1300°C	1,50	
Zmiany liniowe, [%]	po wypaleniu w 1300°C	- 1,0	PN-EN 1402-6:2005
Przewodność cieplna, [W/mK]	w temp. 400°C	0,67	PN-EN 993-15:2006
	w temp. 600°C	0,67	
	w temp. 800°C	0,69	
	w temp. 1000°C	0,71	

* Średnie wyniki partii produkcyjnych. Nie stanowią technicznych warunków odbioru

Jak powinny wyglądać dane techniczne

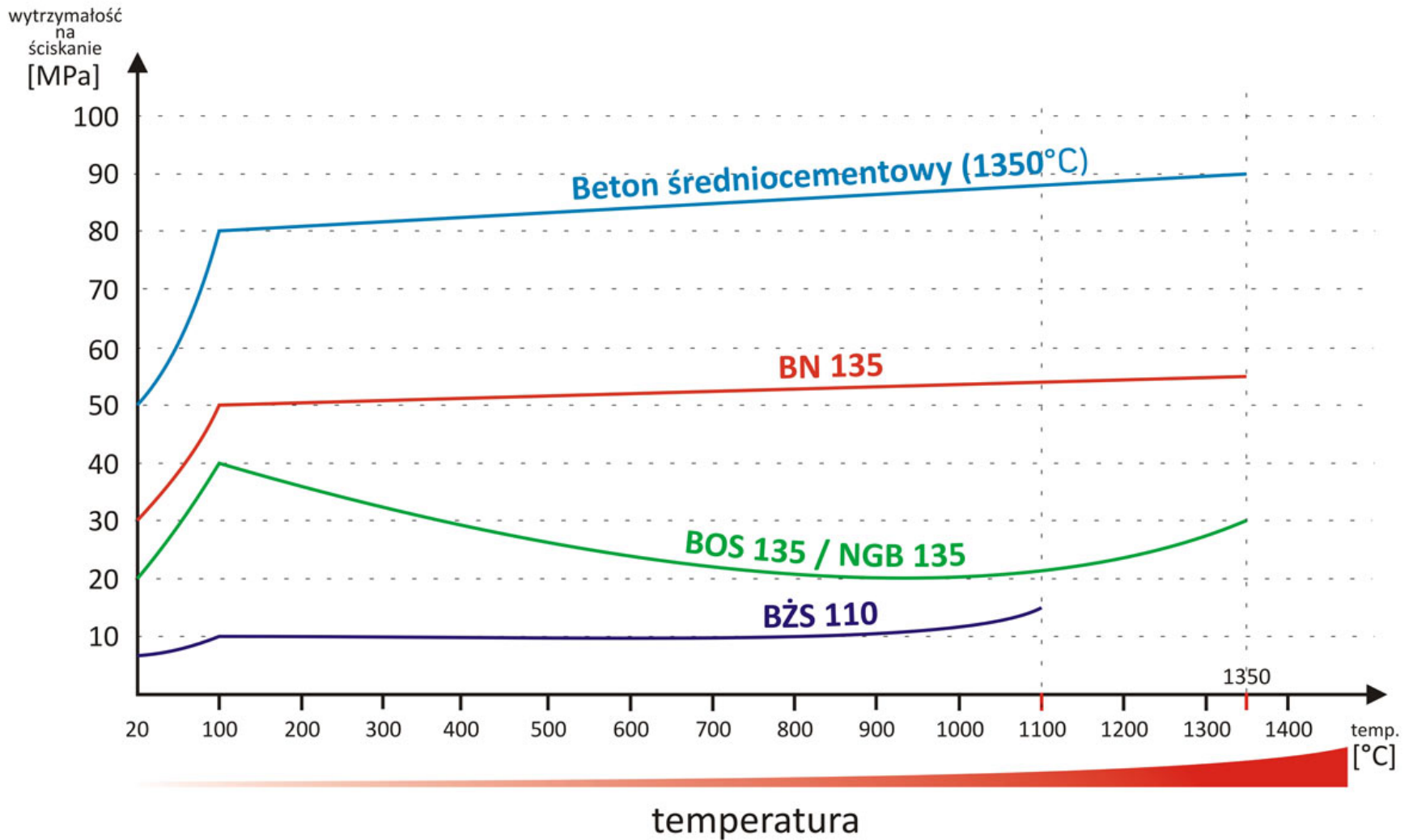


Wytrzymałość na ściskanie różnych gatunków betonów ogniotrwałych



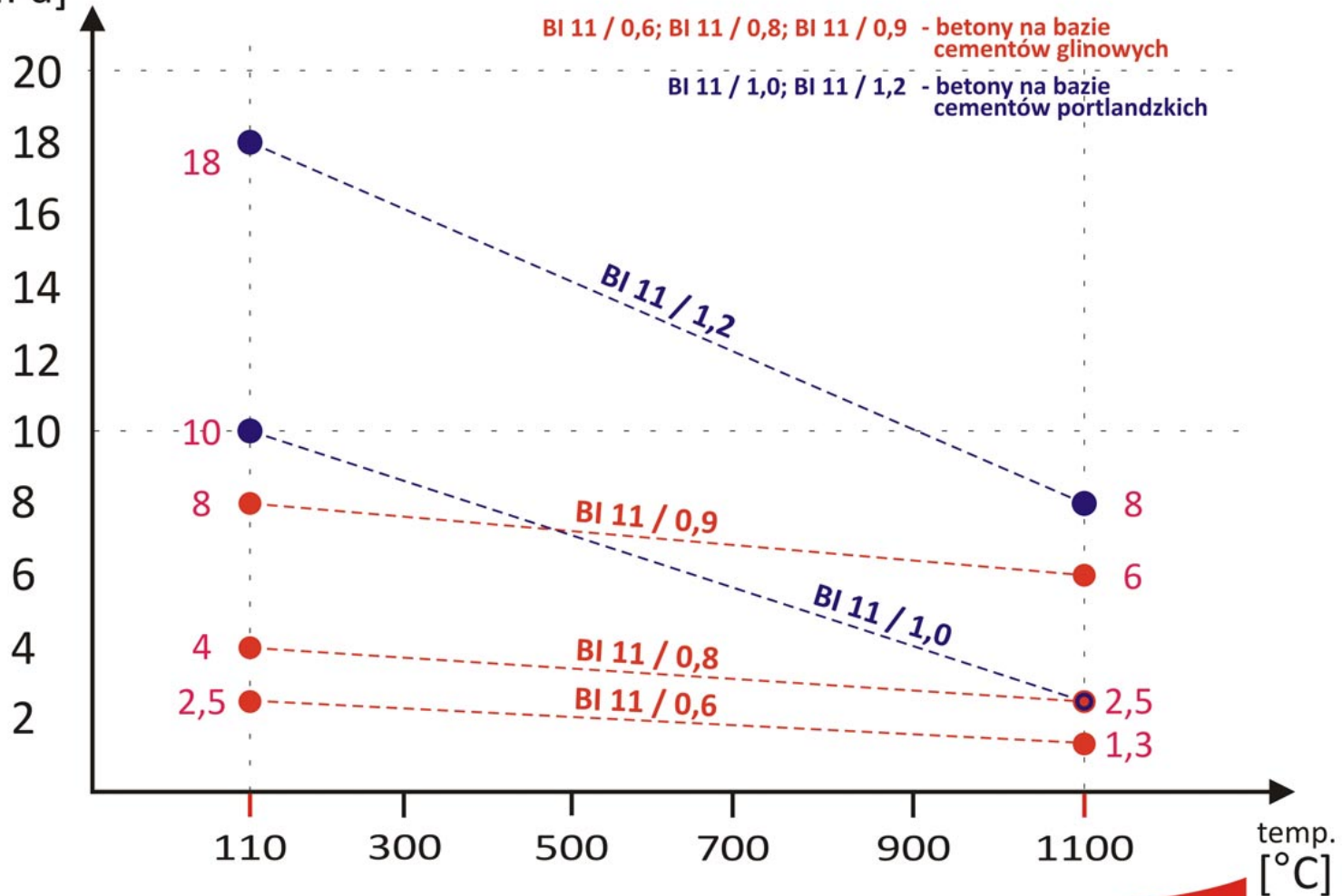
cena

Wytrzymałość na ściskanie betonów ogniotrwałych w zależności od temperatury.



Wytrzymałość na ściskanie betonów izolacyjnych (trend; wartości uśrednione)

wytrzymałość
na ściskanie
[MPa]



temperatura

Jak interpretować dane techniczne

Przybliżona wartość Parametr	bardzo niska	Niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Odporność na ścieranie ASTM C-704 [cm ³]	> 30	15 - 30	10 - 15	5 - 10	< 5
OWT PBC-11-1/wyd.6 [ilość cykli]	< 5	5 - 15	15 - 30	30 - 60	> 60
Przewodność cieplna w 1000°C PN-EN 993-15:2006 [W/m*K]	< 1	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 3	4 - 6
Wytrzymałość na ściskanie PN-EN 1402-6:2005 [MPa]	< 15	15 - 30	30 - 60	60 - 100	> 100

Przykładowe wyniki badania betonów akumulacyjnych dostępnych na rynku

PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE		BZM	BZM/B	BS 140	PRÓBKA LUZ	PRÓBKA PŁYTA	METODA BADAŃ
Ilość wody zarobowej, [%]		8	7	9	10	-	-
Ciepło właściwe, [kJ/kgK]		0,96			1,00		PBC-18-1/wyd.6: 01.2010
Wytrzymałość na ściskanie, [MPa]	po suszeniu 110°C	90	90	80	29,0		PN-EN 1402-6:2005
	po wypale w 1100°C	40	60	60	19,7		
Porowatość otwarta, [%]	po suszeniu 110°C	10	12	13	19,4	21,8	PN-EN 993-1:1998
	po wypale w 1100°C	20	20	16	23,7	24,6	
Gęstość pozorna, [g/cm ³]	po suszeniu 110°C	2,6	2,8	2,15	2,20	2,07	PN-EN 993-1:1998
	po wypale w 1100°C	2,5	2,7	2,15	2,15	2,03	
Zmiany liniowe, [%]	po wypale w 1100°C	-0,2	-0,05	-0,4	-0,03	-0,11	PN-EN 1402-6:2005

Poprawne karty danych technicznych

PHYSICAL PROPERTIES

Measured on samples prepared according to

Bulk density

after drying at 110 °C

after firing at 800 °C

Cold crushing strength

after drying at 110 °C

after firing at 800 °C

after firing at 1200 °C

after firing at 1600 °C

Permanent linear change

after firing at 800 °C

after firing at 1200 °C

after firing at 1600 °C

Thermal conductivity

at a mean temperature of 800 °C

at a mean temperature of 1000 °C

at a mean temperature of 1200 °C

Reversible thermal expansion after firing [20-1000 °C]

EN ISO 1927-5

-

EN ISO 1927-6

2.73

g/cm³

EN ISO 1927-6

2.70

g/cm³

EN ISO 1927-6

90

MPa

EN ISO 1927-6

125

MPa

EN ISO 1927-6

150

MPa

EN ISO 1927-6

150

MPa

EN ISO 1927-6

-0.1

%

EN ISO 1927-6

-0.2

%

EN ISO 1927-6

+1.2

%

EN ISO 1927-8

2.18

W/mK

EN ISO 1927-8

2.12

W/mK

EN ISO 1927-8

2.12

W/mK

0.72

%

Tolerancje standardowe – standardowo stosowane przez producentów

Gęstość pozorną $\pm 10\%$

Wytrzymałość na ściskanie $\pm 20\%$

Różnice pomiędzy wartościami deklarowanymi a gwarantowanymi

Parametr	Wartość z karty	Min	Max
Al ₂ O ₃	45,5 %	43,0	-
SiO ₂	47,8 %	-	50,0 %
Gęstość pozorna	2,22 g/cm ³	2,12 g/cm ³	-
Wytrzymałość na ściskanie	80 MPa	64 MPa	-
Zmiany liniowe	-0,3 %	-	- 0,6%

Wytrzymałość na ściskanie

W przypadku wyrobów
nie ma znaczenia czy wyrób na
wytrzymałości na ściskanie 40 MPa czy
100 MPa

ale pytanie po co 100 MPa

Ale bardzo ważne

Aby wyniki oznaczania wytrzymałości były zbliżone dla tego samego gatunku wyrobu czyli np:

64 MPa, 69 MPa, ale to może być również 80 MPa i 64 Mpa bo tak deklaruje karta

Jak norma dopuszcza oznaczanie wytrzymałość na ściskanie

Badanie na walcach o wymiarach
 \varnothing 50mm, wysokość 50 mm

Badanie na kostkach 64x64mm

Wyniki \pm 20%

Możliwości podkreślenia wyniku

Im mniejsza próbka – tym lepszy wynik w przeliczeniu na powierzchnię

bo

nie zaobserwujemy nierównomiernego rozmieszczenia materiału w kształtce równego wypalenia

Czyli

Dwukrotne zwiększenie powierzchni
ściskanej nie skutkuje dwukrotnym
zwiększeniem wytrzymałości na ściskanie

Porowatość otwarta

Parametr bardzo ważny

Za duża wartość (powyżej deklarowanej wartości) - to kształtki jak pumeks

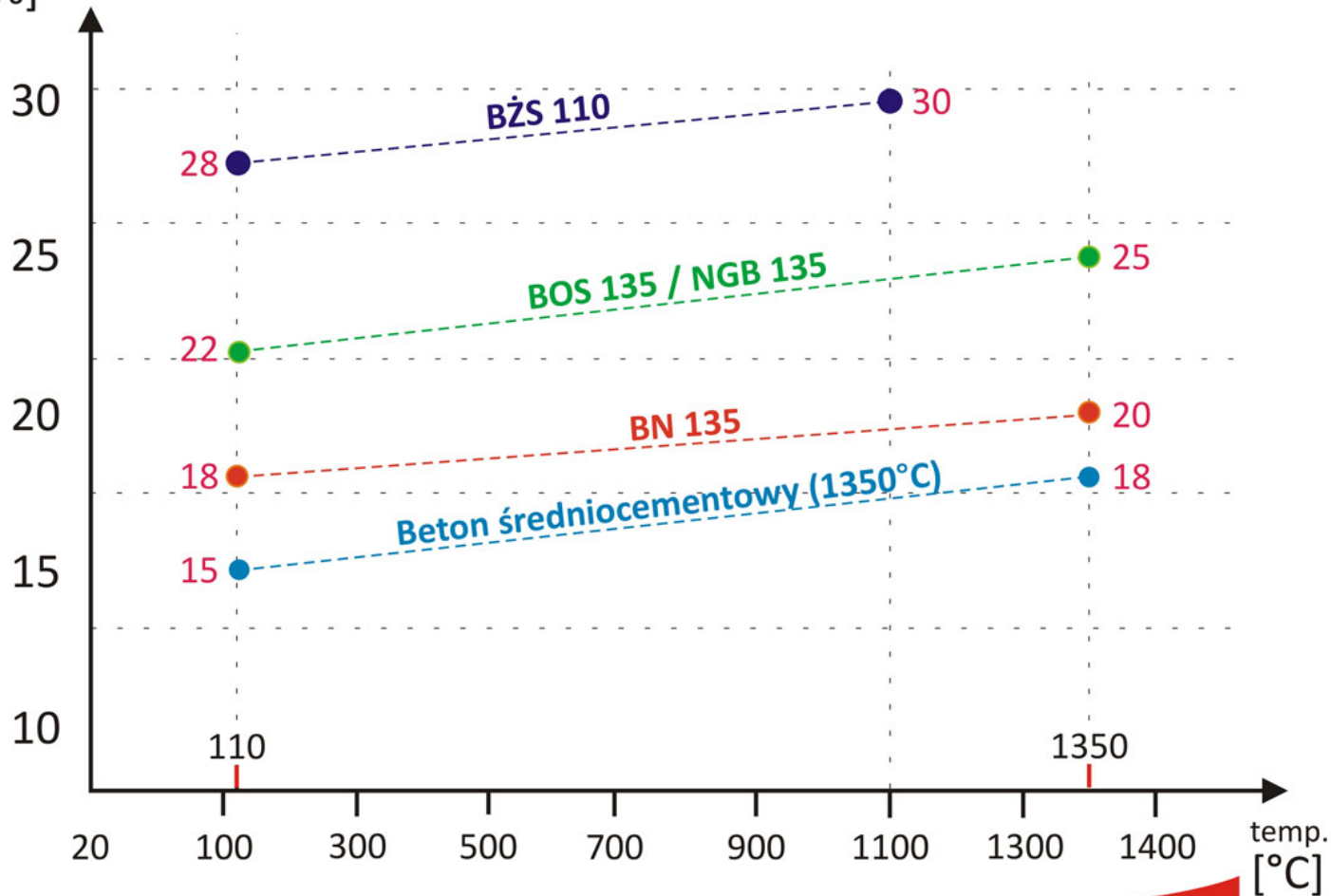
Za mała wartość (poniżej deklarowanej wartości) – to kształtki nie odporne na zmiany temperatury

Dlaczego porowatość otwarta a nie całkowita

- Porowatość całkowita to pory otwarte i pory zamknięte (bez rozgraniczenia czego ile)
- Natomiast porowatość otwarta to pory przez które gazy mogą penetrować kształtkę i prowadzić do korozji

Porowatość otwarta betonów ogniotrwałych w zależności od temperatury (trend; wartości uśrednione)

porowatość
otwarta
[%]



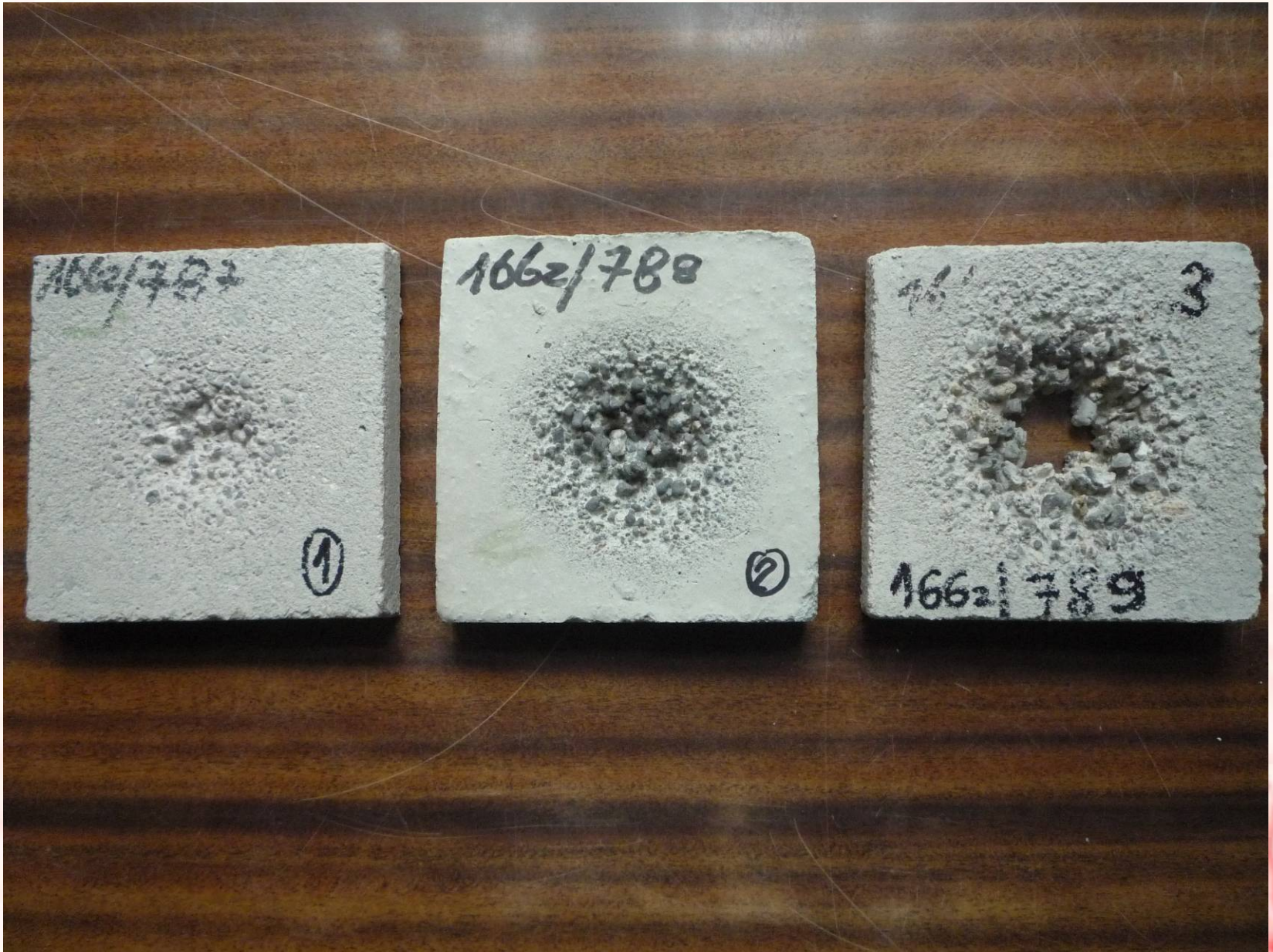
temperatura

Przykład kiedy badać ścieranie

Kiedy dane techniczne znacząco różnią się do wartości mierzonych

Wytrzymałość na ściskanie
deklarowana 80 MPa a było 46,6 MPa

Odporność na ścieranie
próbka uszkodzona podczas badania



Przykład kiedy badać ścieranie

Kształtki - kontrolna dostawy

Zawartość Al_2O_3

Deklarowane min. 62%, a było 50%

Oznaczanie odporności na ścieranie wg ASTM C-704

ubytek objętości próbki

deklarowana 7 [g/cm^3] a było 15,18 [g/cm^3]

Dlaczego powinno się podawać
**dokument opisujący metodykę
badania**

Zmiany liniowe – co i jak

Trwałe zmiany liniowe

Wtórne zmiany liniowe

Zmiany liniowe podczas ogrzewania i studzenia

Wtórne zmiany liniowe podczas ogrzewania i studzenia

Trwałe zmiany liniowe

Próbkę mierzymy wkładamy do pieca wygrzewamy w danej temperaturze, studzimy i po wyjęciu z pieca mierzymy.

Parametr charakteryzujący zachowanie kształtki podczas wygrzewania

Uwaga – bardzo ważne podczas którego wygrzewania

Wtórne zmiany liniowe

- Parametr charakteryzujący zachowanie kształtki podczas kolejnego wygrzewania - czyli na etapie praca - postój
- Parametr musi być uwzględniony na etapie projektowania jako odrębna dana

W przypadku kształtek

Trwałe zmiany liniowe obserwuje producent podczas wypalania kształtek w fabryce.

Wtórne zmiany liniowe obserwujemy już po zamontowaniu na obiekcie w trakcie pracy.

Zmiany liniowe

Odwracalne zmiany liniowe po wypaleniu
[20°C - 1000°C]

Pod tym pojęciem rozumiemy zmiany
liniowe podczas ogrzewania

Zmiany liniowe podczas ogrzewania

L.dz.	Określenie próbki	Zmiany liniowe podczas ogrzewania	
		Temperatura °C	Zmiana wymiaru [%]
---	Kształtka pierwsze wypalenie po zaformowaniu	300	+0,16
		400	+0,20
		500	+0,26
		600	+0,28
		700	+0,13
		800	+0,09
		900	+0,04
		1000	0,00
		1100	+0,60
		1200	+0,58
		1300	+0,24
		Zmiana wymiarów próbki po ostudzeniu - 0,60 [%]	

Procedura badawcza PBC-7-1 wyd. 6 z dnia 18.01.2010 (metoda nie akredytowana)

Wtórne zmiany liniowe podczas ogrzewania

L.dz.	Określenie próbki	Zmiany liniowe podczas ogrzewania	
		Temperatura °C	Zmiana wymiaru [%]
-----	Kształtka drugie wypalenie najczęściej już podczas pracy u odbiorcy	300	+0,16
		400	+0,20
		500	+0,26
		600	+0,28
		700	+0,13
		800	+0,09
		900	+0,04
		1000	0,00
		1100	+0,60
		1200	+0,58
		1300	+0,24
		Zmiana wymiarów próbki po ostudzeniu - 0,60 [%]	

Procedura badawcza PBC-7-1 wyd. 6 z dnia 18.01.2010 (metoda nie akredytowana)



Instytut Ceramiki
i Materiałów
Budowlanych

**ODDZIAŁ MATERIAŁÓW OGNIOTRWAŁYCH
W GLIWICACH**

Dziękuję za uwagę

WWW.OGNIOTRWALE.COM