

|                                                                       |                                                                                                                                              |               |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Materiały<br>Budowlane<br>Materiały<br>wiązące,<br>spoiwa,<br>betony. | N O R M A    B R A N Ż O W A                                                                                                                 | BN-62/6731-03 |
|                                                                       | Cement. Metody badań. Klinkier cementowy. Obliczenie modułu glinowego, modułu krzemionowego, modułu wysycenia wapnem oraz składu mineralnego |               |

BN-64/6731-03 Cement. Metody badań. Klinkier cementowy. Obliczanie modułu glinowego, modułu krzemianowego, modułu wysycenia wapnem oraz składu mineralnego  
VII 19

Zmiana 1  
12.9.75 r.

1. W punkcie 1.3.1 zamiast: Moduł gliny powinno być: Moduł glinowy.
2. Treść punktu 1.4. **Normy związane** zmienia się następująco:  
PN-73/B-04301 Cement. Metody badań. Analiza chemiczna  
BN-72/6731-02 Cement. Kontrola międzyoperacyjna. Badanie surowców, półproduktów i gotowego produktu.
3. W punkcie 2.1 w drugim zdaniu zamiast: według PN-60/B-04301, powinno być: wg PN-73/B-04301. W trzecim zdaniu zamiast: według RN-55/MPMB-01007 powinno być: wg BN-72/6731-02. Czwarte zdanie zaczynające się od słów: Do obliczeń... skreśla się.
4. W punkcie 2.5 zamiast: moduł wysycenia, powinno być: moduł nasycenia.
5. W punkcie 2.6.1.4 zamiast: gdy  $MG \geq 0,64$ , powinno być: gdy  $MG > 0,64$ .
6. W punkcie 2.6.1.5 zamiast: gdy  $MG \leq 0,64$ , powinno być: gdy  $MG < 0,64$ .
7. Na stronie 5 skreśla się ostatnie zdanie, zaczynające się od słów: Przy korzystaniu...

(Biuletyn PKNiM nr 1/76 poz. 6)

|                                                                       |                                                                                                                                              |               |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Materiały<br>Budowlane<br>Materiały<br>wiążące,<br>spoiwa,<br>betony. | N O R M A    B R A N Ż O W A                                                                                                                 | BN-62/6731-03 |
|                                                                       | Cement. Metody badań. Klinkier cementowy. Obliczenie modułu glinowego, modułu krzemionowego, modułu wysycenia wapnem oraz składu mineralnego |               |

## 1. WSTĘP

1.1. PRZEDMIOT NORMY. Przedmiotem normy jest sposób obliczania modułu glinowego, modułu krzemianowego, modułu wysycenia wapnem oraz składu mineralnego klinkieru cementowego.

1.2. ZASTOSOWANIE. Metody podane w normie przeznaczone są do obliczania modułów i składu mineralnego klinkieru cementowego, ale mogą być również stosowane do obliczania z dużym przybliżeniem modułów i składu mineralnego cementów nie zawierających innych dodatków z wyjątkiem gipsu.

### 1.3. OZNACZENIA

1.3.1. Moduł gliny oznacza się symbolem MG

1.3.2. Moduł krzemianowy oznacza się:

symbolem MK - w postaci uproszczonej

symbolem MKp - w postaci pełnej

1.3.3. Moduł wysycenia wapnem oznacza się:

symbolem MN - w postaci uproszczonej

symbolem MNp - w postaci pełnej

1.3.4. Składniki mineralne oznacza się następującymi symbolami:

a/ krzemian trójwapniowy  $/3CaO \cdot SiO_2/$  -

w postaci uproszczonej -  $C_3S$  -

w postaci pełnej -  $C_3S_p$

b/ krzemian dwuwapniowy  $/2CaO \cdot SiO_2/$  -

w postaci uproszczonej -  $C_2S$  -

w postaci pełnej -  $C_2S_p$

|                                                             |                                                                                                    |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Instytut Przemysłu<br>Wiążących Materia-<br>łów Budowlanych | Ustanowiona przez Dyr.Zjedn.<br>Przem.Cementowego dnia 31.I.<br>1964 r.<br>/Mon.Pol.nr 16 poz. 48/ | Obowiązuje od<br>dnia 1.IV.1964 r.<br>w zakresie metod<br>badania |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|

- c) żelazoglinian czterowapniowy ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) -  $\text{C}_4\text{AF}$
- d) glinian trójwapniowy ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) -  $\text{C}_3\text{A}$
- e) żelazian dwuwapniowy ( $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) -  $\text{C}_2\text{F}$
- f) siarczan wapniowy ( $\text{CaSO}_4$ ) -  $\text{CaSO}_4$

#### 1.4. NORMY ZWIĄZANE

- PN-60/B-04301 Cement. Analiza chemiczna.
- RN-55/MPMB-01007 Klinkier cementowy. Oznaczanie zawartości wolnego tlenku wapniowego.
- RN-56/MPMB-01010 Cement. Przyspieszona analiza chemiczna.

### 2. S P O S Ó B O B L I C Z A N I A

2.1. PODSTAWY OBLICZANIA. Moduły i skład mineralny klinkieru cementowego oblicza się na podstawie wyników analizy chemicznej. Analizę chemiczną klinkieru należy wykonać według PN-60/B-04301. Oznaczenie zawartości wolnego tlenku wapniowego należy wykonać według RN-55/MPMB-01007. Do obliczeń uproszczonych dopuszcza się stosowanie wyników przyspieszonej analizy chemicznej wykonane według RN-56/MPMB-01010.

2.2. SYMBOLE. We wzorach na obliczanie modułów i składu mineralnego należy przyjąć następujące skrócone oznaczenia:

- a) zawartość sumy bezwodnika kwasu krzemowego ( $\text{SiO}_2$ ) i pozostałość nierozpuszczalnej w kwasie solnym w procentach oznaczyć skrótem - S
- b) zawartość pozostałości nierozpuszczalnej w kwasie solnym w procentach oznaczyć skrótem - Sw
- c) zawartość tlenku glinowego ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) w procentach oznaczyć skrótem - A
- d) zawartość tlenku żelazowego ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) w procentach oznaczyć skrótem - F
- e) zawartość tlenku wapniowego ( $\text{CaO}$ ) w procentach oznaczyć skrótem - C
- f) zawartość wolnego tlenku wapniowego w procentach oznaczyć skrótem - Cw
- g) zawartość bezwodnika kwasu siarkowego ( $\text{SO}_3$ ) w procentach oznaczyć skrótem - S

2.3. MODUŁ GLINOWY (MG) należy obliczać wg wzoru:

$$\text{MG} = \frac{\text{A}}{\text{F}} \quad (1)$$

2.4. MODUŁ KRZEMIANOWY (MK) należy obliczać wg wzorów:

a) w postaci uproszczonej

$$\text{MK} = \frac{\text{S}}{\text{A} + \text{F}} \quad (2)$$

b) w postaci pełnej ( z uwzględnieniem pozostałości nierozpuszczalnej w kwasie solnym)

$$MK_P = \frac{S - S_w}{A + F} \quad (3)$$

2.5. MODUŁ WYSYCENIA WAPNEM (MN) należy obliczać wg wzorów:

a) w postaci uproszczonej

$$MN = \frac{C - (1.65 A + 0.35 F)}{2.8 S} \quad (4)$$

b) w postaci pełnej

$$MN_P = \frac{C - C_w - (1.65 A + 0.35 F + 0.7 S)}{2.8 \cdot (S - S_w)} \quad (5)$$

2.6. SKŁAD MINERALNY

### 2.6.1. Sposób obliczania

2.6.1.1. Zawartość krzemianu trójwapniowego ( $C_3S$ ) w procentach należy obliczyć według wzorów:

a) w postaci uproszczonej

$$C_3S = 3.80 \cdot (3 MN - 2) S \quad (6)$$

b) w postaci pełnej

$$C_3S_P = 3.80 \cdot (3 MN_P - 2) \cdot (S - S_w) \quad (7)$$

2.6.1.2. Zawartość krzemianu dwuwapniowego ( $C_2S$ ) w procentach należy obliczać według wzorów:

a) w postaci uproszczonej:

$$C_2S = 8.60 \cdot (1 - MN) S \quad (8)$$

b) w postaci pełnej

$$C_2S_P = 8.60 \cdot (1 - MN_P) \cdot (S - S_w) \quad (9)$$

2.6.1.3. Zawartość żelazoglinianu czterowapniowego ( $C_4AF$ ) w procentach należy obliczać według wzorów:

a) w przypadku gdy  $MG \geq 0.64$

$$C_4AF = 3.04 F \quad (10)$$

b) w przypadku gdy  $MG \leq 0.64$

$$C_4AF = 4.77 A \quad (11)$$

2.6.1.4. Zawartość glinianu trójwapniowego ( $C_3A$ ) w procentach należy obliczać w przypadku gdy  $MG \geq 0.64$  według wzoru:

$$C_3A = 2.65 \cdot (A - 0.64 F) \quad (12)$$

2.6.1.5. Zawartość żelazianu dwuwapniowego ( $C_2F$ ) w procentach należy obliczać w przypadku gdy  $MG \leq 0,64$  wg wzoru:

$$C_2F = 1,7 \cdot (F - 1,57 A) \quad (13)$$

2.6.1.6. Zawartość siarczanu wapniowego w procentach należy obliczać według wzoru:

$$CaSO_4 = 1,7 s \quad (14)$$

## 2.6.2. Metoda graficzna.

2.6.2.1. Zasada oznaczania. Skład mineralny klinkieru określa się przy pomocy trzech nomogramów, stanowiących załącznik do niniejszej normy.

Nomogram Nr 1 służy do określenia zawartości  $C_4AF$  i  $C_3A$  w klinkierze na podstawie znanych zawartości tlenku żelazowego ( $Fe_2O_3$ ) i glinowego ( $Al_2O_3$ ) a także - do określenia ilości tlenku wapniowego ( $CaO$ ), związanego w  $C_4AF$  i  $C_3A$ .

Nomogram Nr 2 służy do określenia zawartości siarczanu wapniowego ( $CaSO_4$ ) na podstawie znanej zawartości bezwodnika kwasu siarkowego ( $SO_3$ ) w klinkierze oraz do określenia ilości tlenku wapniowego w  $CaSO_4$ .

Nomogram Nr 3 służy do określenia zawartości  $C_3S$  i  $C_2S$  w klinkierze na podstawie znanej zawartości bezwodnika kwasu krzemowego ( $SiO_2$ ) i tlenku wapniowego ( $CaO$ ), związanego w  $C_3S$  i  $C_2S$ . Wszystkie skale nomogramów są wyrażone w procentach.

2.6.2.2. Wykonanie oznaczenia. Przykładowy skład chemiczny klinkieru:

|                                     |   |         |
|-------------------------------------|---|---------|
| zawartość $SiO_2$                   | - | 22,50 % |
| zawartość $Al_2O_3$                 | - | 4,50 %  |
| zawartość $Fe_2O_3$                 | - | 3,24 %  |
| zawartość $CaO$                     | - | 66,65 % |
| zawartość $SO_3$                    | - | 0,50 %  |
|                                     |   | <hr/>   |
|                                     |   | 97,39 % |
| zawartość części nierozpuszczalnych | - | 1,00 %  |
| zawartość wolnego $CaO$             | - | 0,80 %  |

Na nomogramie Nr 1 wybrać punkt "a" na skali A, odpowiadający zawartości  $Fe_2O_3 = 3,24\%$ , oraz punkt "d" na skali D odpowiadający zawartości  $Al_2O_3 = 4,50\%$ .

Punkty "a" i "d" połączyć prostą przecinającą wszystkie pięć skal nomogramu Nr 1. Na skali B (punkt m) odczytać zawartość  $C_4AF = 9,70\%$ . Na skali C (punkt "c") odczytać zawartość  $CaO$  związanego w  $C_4AF$  i  $C_3A = 8,70\%$ . Na skali E odczytać zawartość  $C_3A = 6,50\%$ .

Na nomogramie Nr 2 wybrać punkt "g" na skali G, odpowiadający zawartości  $SO_3 = 0,50\%$ . Przez punkty "g" poprowadzić prostą przecinającą skale F i H. Na skali F (punkt "g") odczytać zawartość  $CaSO_4 = 0,85\%$ .

Na skali H (punkt "g"<sub>2</sub>) odczytać zawartość CaO w CaSO<sub>4</sub> = 0,35 %. Następnie wyliczyć zawartość CaO związanego w C<sub>3</sub>S i C<sub>2</sub>S, odejmując od zawartości CaO w klinkierze zawartość CaO odczytane na nomogramach Nr 1 i Nr 2, oraz zawartość wolnego CaO.

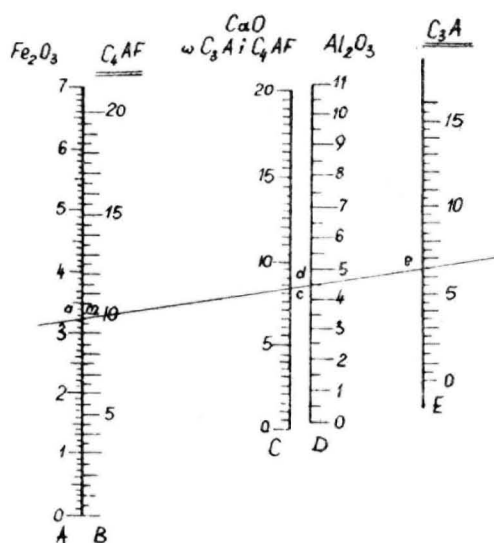
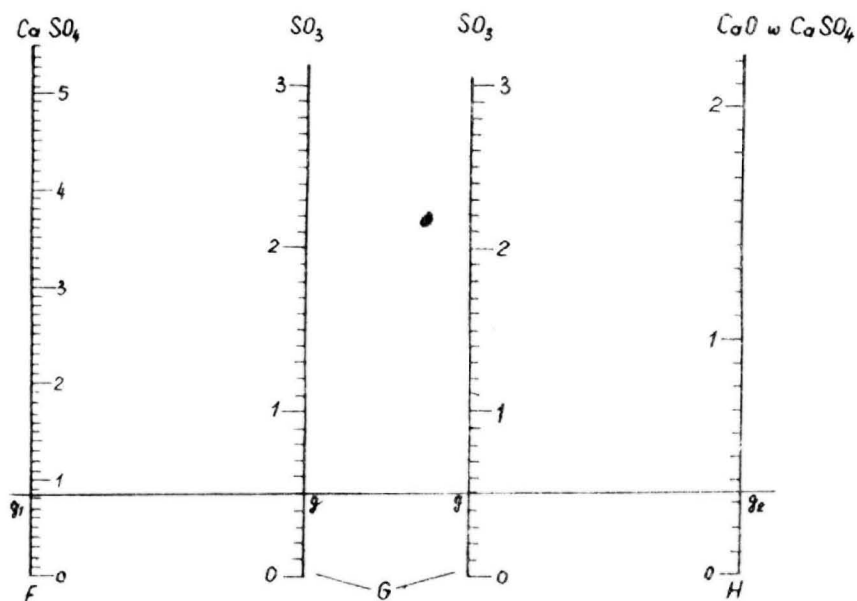
$$66,65 - 8,70 - 0,35 - 0,80 = 56,80 \%$$

Na nomogramie Nr 3 wybrać punkt "i" na skali I, odpowiadający zawartości CaO związanego w C<sub>2</sub>S i C<sub>3</sub>S = 56,80 % oraz punkt "j" na skali "J", odpowiadający zawartości SiO<sub>2</sub> = 21,50 % (22,50 - 1,00).

Punkty "i" i "j" połączyć prostą, przecinającą także skalę K i na skali K (punkt "k") odczytać zawartość C<sub>2</sub>S = 10,00 %. Na skali L (punkt "l") odczytać zawartość C<sub>3</sub>S = 69,0 %.

Przy korzystaniu z wyników przyspieszonej analizy chemicznej dopuszcza się stosowanie graficznej metody bez uwzględnienia zawartości SO<sub>3</sub>, wolnego CaO i części nierozpuszczalnych w kwasie solnym.

K O N I E C

Nomogram Nr. 1Nomogram Nr. 2

