

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЧАСТНИЯ КОЕФИЦИЕНТ НА СИГУРНОСТ НА ЗИДАРИЯТА γ_M СЪГЛАСНО ЕВРОКОД 6

Д. Кръстева¹

Ключови думи: частен коефициент γ_M , носеща зидария

Научна област: строителни конструкции (зидани конструкции)

РЕЗЮМЕ

В Еврокод 6 стойностите на частния коефициент на сигурност на зидарията γ_M варират в голям интервал от 1,5 до 3. Проведен е експеримент за определяне на стойността на коефициента γ_M съгласно Еврокод 6.

1. Въведение

Частният коефициент за сигурност на материала γ_M зависи от правилното проектиране, контрола по време на изграждане на носещата зидария и от качеството на използваните материали (блокове и разтвор).

В Еврокод 6 стойностите на γ_M варират в голям интервал от 1,5 до 3. Това налага допълнителни експериментални изследвания с цел уточняването му за нашата проектантска практика.

¹ Диляна Кръстева, инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: d.krasteva@mail.bg

2. Изчисления

2.1. Теоретични изчисления по “Норми за проектиране на зидани конструкции” [1]

Определянето на *изчислителното съпротивление на натиск* на тухлената зидария зависи от якостта на натиск на блоковете (тухлите) и на разтвора.

По *Норми за проектиране на зидани конструкции* [1] изчислителното съпротивление на натиск се определя таблично.

В тези норми никъде при отчитане на съпротивлението на натиск на неармирана зидария не се коментира начинът на изпълнение на зидарията (със или без надлъжни вертикални фуги).

$$R = \frac{R_u}{k}, \quad (1)$$

където R е изчислително съпротивление на натиск на зидарията;

R_u – средна граница на якост на натиск на зидарията;

$k = 2$ – коефициент за сигурност.

2.2. Теоретични изчисления по Еврокод 6 [2]

В *Еврокод 6* характеристичната якост на натиск на зидарията f_k се определя от формула

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta; \quad (2)$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}, \quad (3)$$

където f_k е характеристична якост на натиск на зидарията в N/mm^2 ;

f_d – изчислителна якост на натиск на зидарията в N/mm^2 ;

K – константа;

α, β – константи;

f_b – нормализираната якост на натиск на блоковете за зидария в направлението на ефекта от приложеното въздействие в N/mm^2 ;

f_m – якостта на натиск на разтвора в N/mm^2 ;

γ_M – частен коефициент на сигурност на зидарията.

В националното приложение връзката между характеристичната якост на натиск на зидарията f_k , нормализираната якост на натиск на блоковете f_b и якостта на разтвора f_m може да се получи от формули:

– за зидария, изпълнена с обикновен разтвор и разтвори с леки добавъчни материали по формула (4)

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}; \quad (4)$$

- за зидария, изпълнена с разтвор за тънък слой в хоризонтални фуги с дебелина от 0,5 mm до 3 mm и с глинени блокове групи 1 и 4, калциево-силикатни, бетонни блокове, блокове от автоклавен газобетон по формула (5)

$$f_k = K \cdot f_b^{0,85}; \quad (5)$$

- за зидария, изпълнена с разтвор за тънък слой в хоризонтални фуги с дебелина от 0,5 mm до 3 mm и с глинени блокове групи 2 и 3 по формула (6)

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7}. \quad (6)$$

K е константа, съгласно табл. 3.3 [2].

В Националното приложение БДС 1996-1-1/ NA.2.1 са приети препоръчителните стойности на γ_M , дадени като класове, които зависят от контрола на изпълнението, посочени в табл. 1 по-долу:

Таблица 1. Частен коефициент на материала

Материал		γ_M				
		Клас				
		1	2	3	4	5
A	Зидария, изпълнена с: Блокове от категория I, проектен разтвор ^a	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5
B	Блокове от категория I, предписан разтвор ^b	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
C	Блокове от категория II, всеки разтвор ^{a,b,c}	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0
D	Закотвяне на армировъчна стомана	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
E	Армировъчна стомана и стомана за предварително налягане	1,15				
F	Допълнителни елементи ^{c,d}	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
G	Щурцове съгласно EN 845-2	1,5 до 2,5				

Блоковете за зидария се класифицират от гледна точка на **производствения контрол** като елементи **Категория I** или **Категория II**:

Категория I може да се приеме, когато производителят достави партиди от елементи за зидария с предписана якост на натиск и има системен контрол, чиито резултати показват, че средната якост на натиск на партидата има вероятност да не достигне максимум с 5% предписаната якост на натиск.

Категория II трябва да се използва, когато средната стойност на якостта на натиск на елементите за зидарията е в съответствие с предписаната, но не е изпълнено допълнителното изискване за Категория I, т.е. средната якост на партидата да не достигне максимум с 5% предписаната якост на натиск.

Блоковете от естествен камък трябва да се разглеждат като елементи от Категория II.

Разтворите се делят на:

- **Проектни разтвори** – тези, чийто състав е така подбран от производителя, че да се достигнат **определени свойства** (например водоуплътност, пожароустойчивост и др.).
- **Предписани разтвори** – разтвори, които са приготвени с **предварително определени пропорции**, чиито свойства са резултат от зададените пропорции на съставните части, от които те са произведени.

При определяне на **класа на зиданата конструкция** (класове от 1 до 5) от таблицата, същият зависи от множество фактори, а именно:

Когато в дадена страна се свързва класът или класовете на γ_M с **контрола при изграждане (при проектирането и изграждането)**, при диференцирането на класа или класовете на γ_M трябва да се има предвид следното:

- наличие на добре подготвени инженер-проектанти;
- наличие на добре подготвени специалисти в областта на зиданите конструкции, упражняващи технически контрол върху проектите;
- подготвени инженер-консултанти в надзорните фирми;
- подготвени технически ръководители на обекта, които да следят за изпълнението на зиданите конструкции;
- добре обучени строителни работници, които да изпълняват зиданите конструкции и добре подготвени специалисти в общините и строителните инспекции на зиданите конструкции.

Поради големия диапазон на коефициента γ_M една от основните цели на настоящата публикация е да се препоръчат стойности, които да се използват в проектантската практика у нас.

Проведени са експериментални изследвания за определяне на частния коефициент за сигурност на материала γ_M .

3. Експериментални модели

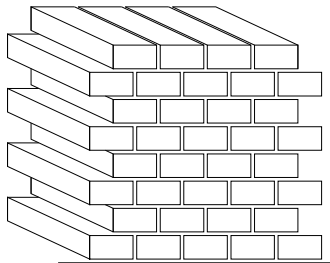
3.1. Материали:

- единични плътни тухли с размери 25/12/6,5 cm с нормализирана якост на натиск на блоковете $f_b = 14$ МПа;
- разтвор:

M0,3 МПа $f_m = 0,3$ МПа – якост на натиск на варов разтвор.

3.2. Модел 1

Изпълнена е тухлена стена с дължина 100 cm, височина 200 cm и дебелина 25 cm иззидана с единични плътни тухли с якост 14 МПа с редове само с напречни вертикални фуги, с обикновен (варов) разтвор с якост M0,3 МПа (фиг. 1).



Фиг. 1

Тухленият зид (Модел 1) бе натоварен с вертикален товар, перпендикулярен на хоризонталните фуги. Първа пукнатина в зида се получава при натоварване с вертикална сила $N_{cr} = 370 \text{ kN}$.

– Характеристичната якост на натиск на зидарията се получава от (4).

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 14^{0,7} \cdot 0,3^{0,3} = 2,43 \text{ MPa} .$$

– Носимоспособността на тухлената стена се определя по формула (7). За стена с дължина $l = 100 \text{ cm}$

$$N_{Ed} \leq \Phi_m \cdot t \cdot l \cdot f_d = 370000 = 0,85 \cdot 250 \cdot 1000 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M} .$$

При решението на уравнение (7) се получава теоретична стойност за $\gamma_M = 1,42$.

При приемане на различни стойности на γ_M от уравнение (7) се получават различни носимоспособности на тухления зид от Модел 1, дадени в табл. 2.

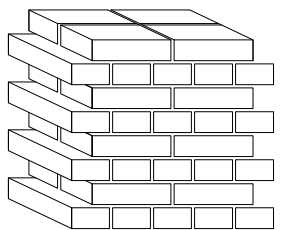
Таблица 2

γ_M	$N_{Rd,m} (l = 100 \text{ cm})$
$\gamma_M = 1,40$	368,84
$\gamma_M = 1,5$	350,33
$\gamma_M = 2$	262,74
$\gamma_M = 2,2$	238,86
$\gamma_M = 2,5$	210,20
Експеримент	370 kN

Блоковете за зидария, използвани в експеримента, са определени като II категория клас 1, т.е. при изграждането на тухления образец има пълен контрол.

3.3. Модел 2

Изпълнена тухлена стена с дължина 100 cm, височина 200 cm и дебелина 25 cm, иззидана с единични плътни тухли с якост 14 MPa с редуване на редове с напречни и напречни и надлъжни вертикални фуги, с обикновен (варов) разтвор с якост M0,3 MPa (фиг. 2).



Фиг. 2

Тухленият зид (Модел 2) бе натоварен с вертикален товар, перпендикулярен на хоризонталните фуги. Първа пукнатина в зида се получава при натоварване с вертикална сила $N_{cr} = 308 \text{ kN}$.

- Характеристичната якост на натиск на зидарията се получава от (4).

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,8 \cdot 0,55 \cdot 14^{0,7} \cdot 0,3^{0,3} = 0,8 \cdot 2,43 \text{ MPa}.$$

- Носимоспособността на тухлената стена се определя по формула (7). За стена с дължина $l = 100 \text{ cm}$:

$$N_{Ed} \leq \Phi_m \cdot t \cdot l \cdot f_d; \quad (10)$$

$$N_{Ed} \leq \Phi_m \cdot t \cdot l \cdot f_d = 308000 = 0,85 \cdot 250 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M}.$$

При решението на уравнение (7) се получава теоретична стойност за $\gamma_M = 1,38$.

При приемане на различни стойности на γ_M от уравнение (7) се получават различни носимоспособности на тухления зид от Модел 2, дадени в табл. 3.

f_k – характеристичната якост на натиск на зидарията в N/mm^2 ;

$K = 0,55$ – константа, отчетена от табл. 5.1 и табл. 5.2.

Таблица 3

γ_M	$N_{Rd,m} (l = 100 \text{ cm})$
$\gamma_M = 1,40$	295,07
$\gamma_M = 1,5$	275,40
$\gamma_M = 2$	206,55
$\gamma_M = 2,2$	187,77
$\gamma_M = 2,5$	165,24
Експеримент	308 kN

Изхождайки от експерименталните резултати, по обратния път търсим, какъв би бил коефициентът γ_M . Установява се, че той е по-малък от най-малката му стойност, дадена в ЕС6 ($\gamma_M = 2 \div 3$).

Извод: От проведените експериментални изследвания за Модел 1 и за Модел 2 се установи, че при Модел 1 първа пукнатина се появява при $F_{cr} = 370 \text{ kN}$, а при Модел 2 – при $F_{cr} = 308 \text{ kN}$. Това потвърждава препоръката на ЕС6, съгласно която за зидани стени, изпълнени с надлъжна фуга, носимоспособността на натиск е 80% от тази, получена при тухлени зидове, иззидани само с напречни вертикални фуги, т.е. ($370 \cdot 0,80 = 296 \text{ kN} \approx 308 \text{ kN}$)

От така получените резултати може да се препоръча за II-ри клас зидани конструкции да се приеме минималната стойност $\gamma_M = 2$, предписана в ЕС6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормите за проектиране на зидани конструкции. С., 1986.
2. Еврокод 6. Проектиране на зидани конструкции.
3. *Бараков, Т.* Зидани конструкции. С., 2002.
4. *Баракова, Н. Т. Бараков.* Зидани конструкции Еврокод 6.

Постъпила: април 2015 г.

DETERMINING THE PARTIAL SAFETY FACTORS FOR MATERIAL PROPERTIES OF MASONRY ACCORDING TO EUROCODE 6

D. Krasteva¹

Keywords: *brick masonry, reinforced masonry in horizontal mortar joints, partial safety factors for material properties of masonry γ_M*

Research area: *building structures (masonry structures)*

ABSTRACT

In Eurocode 6 the values of the partial safety factor for the material property of masonry γ_M vary to a great range of 1,5 to 3. An experiment is conducted to determine this safety factor of masonry according to Eurocode 6.

¹ Dilyana Krusteva, Assist. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd, Sofia 1046, e-mail: d.krasteva@mail.bg

