

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НОСИМОСПОСОБНОСТТА НА ТУХЛЕН ЗИД, ПОДЛОЖЕН НА СРЯЗВАНЕ В РАВНИНАТА НА ЗИДА СЪГЛАСНО ЕВРОКОД 6 (БДС-EN-1996-1-1.2006)

Н. Баракова<sup>1</sup>, Н. Богданов<sup>2</sup>

*Ключови думи:* зидани конструкции, носимоспособност на срязване

*Научна област:* строителни конструкции

### РЕЗЮМЕ

При определяне на носимоспособността на срязване за изчислителна дължина се приема частта от сечението, подложено на натиск. Опънатата зона се изключва от работа. Начинът на изграждане на зидарията има значителен принос за носещата способност на срязване.

### 1. Проверка на носимоспособността на срязване на стени

За крайното гранично състояние трябва да се направи следната проверка:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \quad (1)$$

където  $V_{Ed}$  е изчислителната стойност на срязващия товар, приложен върху стената;

$V_{Rd}$  е изчислителната носимоспособност на срязване на стената.

### 2. Изчислителна носимоспособност на срязване

Изчислителната носимоспособност на срязване  $V_{Rd}$  на правоъгълно сечение може да се определи, както следва:

<sup>1</sup> Николета Баракова, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски” 1, 1046 София, e-mail: n.barakova@mail.bg

<sup>2</sup> Николай Богданов, ас. инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски” 1, 1046 София, e-mail: niboengineering@gmail.com

$$V_{Rd} = l_c \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \frac{N_{Ed}}{\gamma_M} = c_v \cdot \left( \frac{l}{2} - e_{Ed} \right) \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\gamma_M}, \quad (2)$$

където  $c_v = 3$  за зидария със запълнени перпендикулярни фуги или

$c_v = 1,5$  – за зидария с незапълнени перпендикулярни фуги;

$l$  – дължината на стената в направлението на огъване;

$l_c$  – дължината на натиснатата част на стената;

$t$  – дебелината на стената;

$f_{vdo}$  – изчислителната стойност на началната якост на срязване, определена от

$$f_{vdo} = f_{vko} / \gamma_M.$$

Съгласно **Националното приложение БДС 1996-1-1/ NA.2.5** се приема началната якост на срязване  $f_{vko}$  да се определя по табл. 1.

**Таблица 1. Стойности на началната якост на срязване на зидария,  $f_{vko}$**

Блокове за зидария	$f_{vko}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
	Обикновен разтвор с даден клас по якост	Разтвор за тънък слой (хоризонтална фуга $\geq 0,5$ mm и $\leq 3$ mm)	Разтвор с леки добавъчни материали
Глинени	M10 – M20	0,30	0,30
	M2,5 – M9	0,20	
	M1 – M2	0,10	
Калциево-силикатни	M10 – M20	0,20	0,40
	M2,5 – M9	0,15	
	M1 – M2	0,10	
Бетонни	M10 – M20	0,20	0,30
Блокове от автоклавен газобетон	M2,5 – M9	0,15	
Блокове от изкуствен и от естествен камък	M1 – M2	0,10	

$f_{vdu}$  е изчислителната стойност на границата на якостта на срязване съгласно EN 1996-1-1 – формули (3.5) и (3.6), определена от  $f_{vk} / \gamma_M$ .

Характеристична якост на срязване на зидарията  $f_{vk}$  с обикновен разтвор или с тънкослоен разтвор в хоризонталните фуги с дебелина 0,5 mm до 3 mm, или с лек разтвор, когато всички фуги се разглеждат като запълнени, се приема

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d, \quad (3)$$

но не по-голяма от  $0,065f_b$  или  $f_{vlt}$ ,

където  $f_{vko}$  е характеристична начална якост на срязване при нулево напрежение на натиск;

$f_{vlt}$  – граничната стойност на  $f_{vk}$ ;

$\sigma_d$  – изчислителното напрежение на натиск, перпендикулярно на срязването в елемента в разглежданото ниво, при използване на подходящата комбинация на натоварване, базирана на средното вертикално напрежение върху натиснатата част на стената, която осигурява съпротивление на срязване;

$f_b$  – нормализираната якост на натиск на блоковете за зидария, за посока на прилагане на товара върху пробните тела, перпендикулярна на повърхността на полагане на блоковете.

**В Националното приложение БДС 1996-1-1/ NA.2.5 е приета стойността на  $f_{vk}$  не по-голяма от  $0,065 f_b$ .**

Характеристична якост на срязване на зидария с обикновен разтвор или с разтвор за тънък слой в хоризонтални фуги с дебелина 0,5 mm до 3 mm, или на разтвор с леки добавъчни материали с незапълнени вертикални фуги, но със съседни чела на блоковете за зидария, плътно допрени едно до друго, може да се определи по формула (4)

$$f_{vk} = 0,5 f_{vko} + 0,4 \sigma_d, \quad (4)$$

но не по-голяма от  $0,045 f_b$  или  $f_{vlt}$ .

**В Националното приложение БДС 1996-1-1/ NA.2.5 е приета стойността на  $f_{vk}$  не по-голяма от  $0,045 f_b$ .**

В черупково стъпваща зидария, когато блоковете за зидария са положени върху две или повече еднакви ивици обикновен разтвор, всяка с широчина най-малко 30 mm,  $f_{vk}$  може да се определи с формула (5)

$$f_{vk} = (g/t) f_{vko} + 0,4 \sigma_d, \quad (5)$$

но не по-голяма от тази, дадена в **Националното приложение БДС 1996-1-1/ NA.2.5 за  $f_{vk}$ , не по-голяма от  $0,045 f_b$ ,**

където  $g$  е сумата от широчината на ивиците от разтвор;

$t$  – дебелината на стената.

Характеристичната началната якост на срязване  $f_{vko}$  може да се определи от:

- оценката на базата данни с резултатите от изпитване на началната якост на срязване на зидарията или
- от стойностите, дадени в табл. 1, при условие че обикновените разтвори съгласно EN 1996-2 не съдържат примеси и добавки.

Формула (2) може да се използва, когато:

- зидарията не е черупково стъпваща зидария;
- разтворът е:
  - обикновен разтвор съгласно 3.2 на EN 1996-1-1 или
  - тънкослоен разтвор в хоризонтални фуги с дебелина 0,5 mm до 3,0 mm съгласно EN 998-2;
  - лек разтвор съгласно EN 998-2;
  - фугите от разтвор удовлетворяват изискванията на EN 1996-1-1;

- $N_{Ed} \leq 0,5l.t.f_d$ .

$e_{Ed}$  е ексцентрицитетът на товара на натиск в разглежданото напречно сечение:

$$e_{Ed} = M_{Ed} / N_{Ed}, \text{ но } \min l/6; \quad (6)$$

$M_{Ed}$  – изчислителната стойност на момента в разглежданото напречно сечение;

$N_{Ed}$  – изчислителната стойност на товара на натиск в разглежданото напречно сечение.

### Пример 1

Тухлен зид, изпълнен с тухлени блокове Група 2 с нормализирана якост на натиск  $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$  (MPa) и разтвор с  $f_m = 5 \text{ N/mm}^2$  (MPa), с размери на зида  $h = 250 \text{ cm}$  и  $l = 400 \text{ cm}$  и дебелина  $t = 25 \text{ cm}$ . Натоварен е с хоризонтална сила  $V_{Ed} = 80 \text{ kN}$  и вертикална сила  $N_{Ed} = 250 \text{ kN}$ . Класът на изграждане на конструкцията е 3:

Да се определи носимоспособността на срязване:

**А/ При запълнени вертикални перпендикулярни фуги;**

**Б/ При незапълнени вертикални перпендикулярни фуги;**

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot h = 80 \cdot 250 = 20000 \text{ kN.cm}$$

$$e_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{20000}{250} = 80 \text{ cm} > \frac{l}{6} = \frac{400}{6} = 66,67 \text{ cm}$$

→ Приложената сила е извън ядрото на сечението.

**А/ Решение със запълнени вертикални перпендикулярни фуги:**

Отчитаме  $f_{vko} = 0,20 \text{ N/mm}^2$  от табл. 1

$$f_{vdo} = f_{vko} / \gamma_M = 0,20 / 2,5 = 0,08 \text{ N/mm}^2.$$

Носимоспособността на срязване се дава с формула (2) от БДС-EN 1996-3  $c_v = 3$  при зидарии със запълнени перпендикулярни фуги.

$$\begin{aligned} V_{Rd} &= l_c \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \frac{N_{Ed}}{\gamma_M} = c_v \cdot \left( \frac{l}{2} - e_{Ed} \right) \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\gamma_M} = \\ &= 3 \cdot \left( \frac{400}{2} - 80 \right) \cdot 25 \cdot 0,008 + 0,4 \cdot \frac{250}{2,5} = 72 + 40 = 112 \text{ kN}; \end{aligned} \quad (2.10a)$$

$$l_c = c_v (l / 2 - e_{Ed}) = 3(400 / 2 - 80) = 360 \text{ cm};$$

$$V_{Rd} = c_v \cdot \left(\frac{l}{2} - e_{Ed}\right) \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\gamma_M} \leq V_{Rdu} = 3 \cdot \left(\frac{l}{2} - e_{Ed}\right) \cdot t \cdot f_{vdu} ;$$

$$f_{vdu} = f_{vdo} + 0,4 \cdot \frac{\sigma_d}{\gamma_M} = 0,008 + 0,4 \cdot \frac{250}{25 \cdot 360 \cdot 2,5} =$$

$$= 0,008 + 0,0044 = 0,0124 \text{ kN/cm}^2 ;$$

$$V_{Rdu} = 3 \cdot \left(\frac{l}{2} - e_{Ed}\right) \cdot t \cdot f_{vdu} = 3 \cdot \left(\frac{400}{2} - 80\right) \cdot 25 \cdot 0,0124 = 112 \text{ kN}.$$

Приема се за меродавна стойността на  $V_{Rd}$ :  $V_{Rd} = V_{Rdu} = 112 \text{ kN} > V_{Ed} = 80 \text{ kN}$   
 $\Rightarrow$  **Носимоспособността на срязване е осигурена.**

**Б/ Решение с незапълнени перпендикулярни фуги :**

$c_v = 1,5$  при зидарии с незапълнени перпендикулярни фуги

$$V_{Rd} = 1,5 \cdot \left(\frac{l}{2} - e_{Ed}\right) \cdot t \cdot f_{vdo} + 0,4 \cdot \frac{N_{Ed}}{\gamma_M} =$$

$$= 1,5 \cdot \left(\frac{400}{2} - 80\right) \cdot 25 \cdot 0,008 + 0,4 \cdot \frac{250}{2,5} = 36 + 40 = 76 \text{ kN};$$

$$V_{Rdu} = 1,5 \cdot \left(\frac{l}{2} - e_{Ed}\right) \cdot t \cdot f_{vdu} = 1,5 \cdot \left(\frac{400}{2} - 80\right) \cdot 25 \cdot 0,0124 = 56 \text{ kN};$$

$$V_{Rdu} = 56 \text{ kN} < V_{Rd} = 76 \text{ kN} ;$$

Приема се за меродавна стойността на  $V_{Rdu} = 56 \text{ kN}$  :

$$V_{Rdu} = 56 \text{ kN} < V_{Ed} = 80 \text{ kN} .$$

**Носимоспособността на срязване на зида с незапълнени перпендикулярни фуги не е осигурена !**

Прави се проверка за носимоспособности за вертикален товар.

От таблица D.1.2 на [1] се отчита  $f_k = 3,7 \text{ MPa}$  ;

$$f_d = f_k / \gamma_M = 3,7 / 2,5 = 1,48 \text{ N/mm}^2 = 0,148 \text{ kN/cm}^2 ;$$

$$N_{Ed} = 250 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 0,5 \cdot t \cdot f_d = 0,5 \cdot 400 \cdot 25 \cdot 0,148 = 740 \text{ kN} ;$$

$$N_{Ed} = 250 \text{ kN} < N_{Rd} = 740 \text{ kN} .$$

**Зидът може да понесе вертикалния товар върху него.**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баракова, Н., Т. Бараков. Зидани конструкции Еврокод 6. 2014.
2. Еврокод 6. БДС – EN – 1996:2006.

Постъпила: февруари 2015 г.

**DETERMINATION OF THE BEARING CAPACITY OF A BRICK  
WALL SUBJECTED TO SHEAR IN THE PLANE OF THE WALL  
ACCORDING TO EUROCODE 6**

**N. Barakova<sup>1</sup>, N. Bogdanov<sup>2</sup>**

*Keywords: masonry, shear, bearing capacity*

*Research area: building structures*

**ABSTRACT**

In determining the bearing capacity under shear for compute length only the part of the section that is under pressure is considered. The tensile zone is excluded from work. The way of building the masonry has a significant contribution to the bearing capacity under shear.

---

<sup>1</sup>Nikoleta Barakova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd, Sofia 1046, e-mail: n.barakova@mail.bg

<sup>2</sup> Nikolay Bogdanov, Senior Assist. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd, Sofia 1046, e-mail: niboengineering@gmail.com