

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Първа научно-приложна конференция с международно участие
„СТОМАНОБЕТОННИ И ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА“

22 – 23 октомври 2015

22 – 23 October 2015

First Scientific-Applied Conference with International Participation

“REINFORCED CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES – THEORY AND PRACTICE”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

48 ^{ТОМ}
vol.

2015

СВ. 12 – III
fasc.

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

Н. Баракова¹, Д. Кръстева², Т. Бараков³

Ключови думи: зидария, срязване, армиране, хоризонтални товари

Научна област: зидани конструкции

РЕЗЮМЕ

Необходимостта от поемането на големи хоризонтални (ветрови) натоварвания на сгради, изпълнени с носещи зидани стени, налага обрамчването им с хоризонтални и вертикални стоманобетонни елементи и вътрешното им армиране. При крайното гранично състояние изчислителната стойност на срязващия товар, приложен на елемент от армирана зидария V_{Ed} , трябва да бъде по-малка или равна на изчислителната носимоспособност на срязване на елемента V_{Rd} . На носимоспособността на срязване на зидарията оказват влияние три основни показателя: якостта на срязване, дебелината и дължината на зиданата стена. В настоящата разработка е разгледано определянето на срязващата носимоспособност на армиран тухлен зид, подложен на срязване в равнината си.

¹ Николета Баракова, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: n.barakova@mail.bg

² Диляна Кръстева, ас. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: d.krasteva@mail.bg

³ Тодор Бараков, проф. д-р, кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: t.barakov@mail.bg

Съгласно Еврокод 6 (БДС-EN-1996.2006) [2] армирана зидария е тази, която съдържа армировка, равна или по-голяма от минималния процент на армиране ρ_{\min} , в която пръти или мрежи са положени в разтвор или бетон, така че всички материали работят заедно при действието на външни сили.

При крайното гранично състояние изчислителната стойност на срязващия товар, приложен на елемент от армирана зидария V_{Ed} , трябва да бъде по-малка или равна на изчислителната носимоспособност на срязване на елемента V_{Rd} , така че

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

Изчислителната носимоспособност на срязване на елементи от армирана зидария V_{Rd} , може да се изчисли чрез:

– **пренебрегване приноса на армировката срещу срязване**, вградена в елемента, когато не е осигурена минималната площ на армировка срещу срязване, описана по-долу.

Когато в елемента се изисква армировка срещу срязване, площта на тази армировка не трябва да бъде по-малка от $\rho_{sw,\min} = 0,05\%$ от площта на напречното сечение на елемента, взета като произведение на неговата ефективна широчина и ефективната му височина или чрез:

– **отчитане приноса на армировката срещу срязване**, ако минималната площ на армировката срещу срязване е осигурена.

Проверка на стени от армирана зидария, подложени на хоризонтални товари в равнината на стената

Когато за стени от армирана зидария с вертикална армировка се пренебрегва приносът на всяка армировка срещу срязване, трябва да се провери следното [1] и [2]:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd1} \quad (2)$$

където:

V_{Rd1} е изчислителната носимоспособност на срязване на неармирана зидария и се определя по формулата

$$V_{Rd1} = V_{Rdm} = f_{vd} t l \quad (3)$$

f_{vd} е изчислителната якост на срязване на зидарията или на бетонния пълнеж, която е по-малка;

t е дебелината на стената;

l е дължината на стената.

Когато процентът на армиране на хоризонталната армировка $\rho_{sw,\min} \geq 0,05\%$, при изчисляването на V_{Rd1} може да се вземе под внимание увеличаване на изчислителната якост на срязване f_{vd} , за да се отчете наличието на вертикална армировка, като $\rho_{v,\min} \geq 0,08\%$.

За стени от армирана зидария с вертикална армировка с $\rho_{v,\min} \geq 0,08\%$, при които се отчита **хоризонтална армировка срещу срязване** с $\rho_{sw,\min} \geq 0,05\%$, трябва да се провери следното:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd1} + V_{Rd2}; \quad (4)$$

$V_{Rd1} = V_{Rdm}$ и се определя по формула (3);

$V_{Rd2} = V_{Rd,sw}$ е изчислителната стойност на приноса на носимоспособността на хоризонталната армировка, определен по формула (5)

$$V_{Rd2} = 0,9A_{sw}f_{yd}, \quad (5)$$

A_{sw} е общата площ на напречното сечение на хоризонталната армировка срещу срязване над разглежданата част от стената;

f_{yd} е изчислителната якост на армировъчната стомана.

Когато се взема под внимание армировка срещу срязване, трябва да се провери, дали

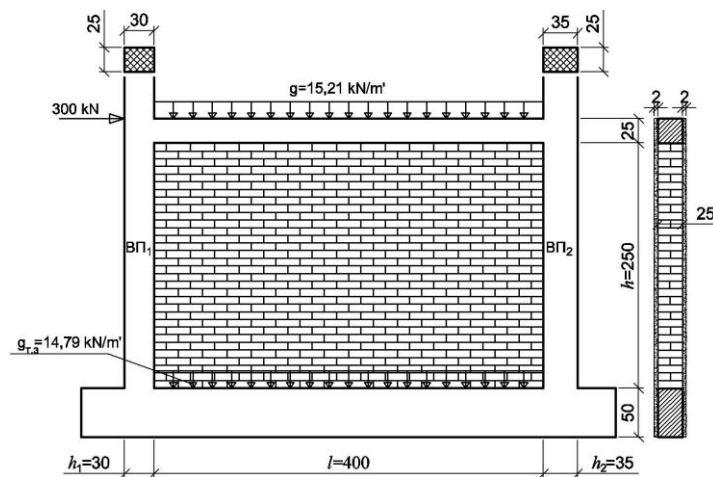
$$\frac{V_{Rd1} + V_{Rd2}}{tl} \leq 2 \text{ N/mm}^2, \quad (6)$$

t е дебелината на стената;

l е дължината на стената.

Пример: Да се определи носимоспособността на срязване на оброчен със стоманобетонни вертикални и хоризонтални пояси тухлен зид, армиран с хоризонтална и вертикална армировка, без отчитане на носимоспособността на срязване на вертикалните стоманобетонни пояси съгласно изискванията на [2] и [3].

Размерите на елементите на оброчения тухлен зид са дадени на фиг. 1.



Фиг. 1

Тухленият зид е натоварен с хоризонтална сила от вятър $V_{Ed} = 300 \text{ kN}$.

Използвани са следните материали, отговарящи на изискванията на посочените по-горе кодове, а именно:

- глинени тухли Група 1 с клас по якост на натиск $M = 10$ МПа;
- обикновен разтвор за зидария с клас по якост на натиск $f_m = 10$ МПа;
- бетон за обрамчващи елементи – колони и пояси С16/20 [3]:

$$f_{ck} = 16 \text{ МПа}; \quad \gamma_c = 1,5; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{16}{1,5} = 10,67 \text{ МПа} = 1,067 \text{ kN/cm}^2;$$

- стомана за хоризонтална и вертикална армировка В420:

$$f_{yk} = 420 \text{ МПа}; \quad \gamma_s = 1,15; \quad f_{cd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{420}{1,15} = 365 \text{ МПа} = 36,5 \text{ kN/cm}^2.$$

Армировка в стената

Минималните проценти на армиране с хоризонтална и вертикална армировка са:

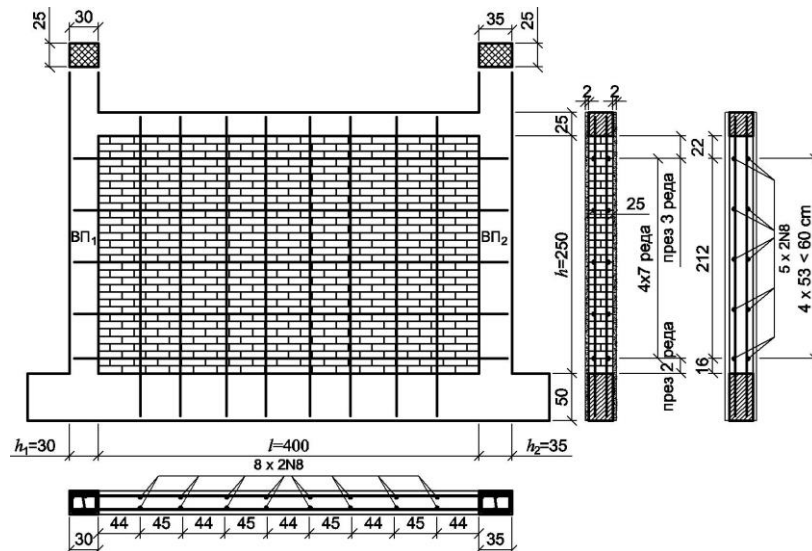
$$\rho_{sw,min} \geq 0,05\%; \quad \rho_{v,min} \geq 0,08\%$$

$$A_{sw,min} = \frac{0,05}{100} t.h = 0,0005.25.250 = 3,125 \text{ cm}^2;$$

$$A_{sw,min} = \frac{0,08}{100} t.h = 0,0008.25.400 = 8,0 \text{ cm}^2.$$

Хоризонталната армировка се монтира в 5 хоризонтални реда по 2N8 в ред, тъй като максималното разстояние между хоризонталните редове е $s_{h,max} = 60$ см.

$$\frac{A_{sw}}{2.5} = \frac{3,125}{2.5} = 0,3125 \text{ cm}^2 / \text{ за 1 прът} \rightarrow \text{Избират се: 5 реда} \times 2N8 \text{ в хоризонтален ред:}$$



Фиг. 2

$$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2},$$

$V_{Rd1} = V_{Rdm}$ – носимоспособността на срязване на тухления зид;

$V_{Rd2} = V_{Rd,sw}$ – носимоспособността на срязване на хоризонталната армировка;

$$f_{vk} = \min \{ (f_{vk0} + 0,4\sigma_d); 0,065f_b \};$$

σ_d – изчислителното напрежение на натиск, перпендикулярно на срязването в елемента на разглежданото ниво

$$\sigma_d = \frac{(g + g_{m.3}) \cdot l}{t \cdot l} = \frac{(15,21 + 14,79) \cdot 4}{0,25 \cdot 4} = 120 \text{ kN/m}^2 = 0,012 \text{ kN/cm}^2;$$

$f_{vk0} = 0,30 \text{ MPa} = 0,030 \text{ kN/cm}^2$ – отчита се от [1] – табл. 3.4.

$$0,065f_b = 0,065 \cdot 10 = 0,65 \text{ MPa} = 0,065 \text{ kN/cm}^2;$$

$$\begin{aligned} f_{vk} &= \min \{ (f_{vk0} + 0,4\sigma_d); 0,065f_b \} = \\ &= \min \{ (0,03 + 0,0048); 0,065 \} = 0,0348 \text{ kN/cm}^2; \end{aligned}$$

$$f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0,0348}{2,5} = 0,0139 \text{ kN/cm}^2;$$

$$V_{Rd1} = f_{vd} \cdot t \cdot l = 0,0139 \cdot 25 \cdot 400 = 139,00 \text{ kN};$$

$$V_{Rd2} = 0,9 A_{sw} f_{yd} = 0,9 \cdot 5,03 \cdot \frac{42}{1,15} = 165,33 \text{ kN};$$

$$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2} = 139 + 165,33 = 304,33 \text{ kN};$$

$$\frac{V_{Rd1} + V_{Rd2}}{t \cdot l} = \frac{304,33}{25 \cdot 400} = 0,0304 \text{ kN/cm}^2 = 0,304 \text{ N/mm}^2 \leq 2,0 \text{ N/mm}^2.$$

Напречното сечението на един прът вертикална армировка е

$$A_{sv} = \frac{8,00}{2,8} = 0,5 \text{ cm}^2/\text{ за 1 прът.}$$

→ Избират се 8 реда по 2N8 в ред: 8x 2N8=16N8 вертикална армировка с $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$.

$$V_{Ed} = 300 \text{ kN} < V_{Rd1} + V_{Rd2} = 139 + 165,33 = 304,33 \text{ kN}.$$

→ **Хоризонталната срязваща ветрова сила е поета от тухления зид и монтираната в него надлъжна армировка.** Вертикалната армировка е задължително необходима с $\rho_{v,\min} \geq 0,08\%$, но нейната носимоспособност не се отчита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баракова Н., Т. Баракоев. Зидани конструкции-Еврокод 6. София, 2014.
2. Ерокод 6 (БДС-EN – 1996: 2006).
3. Еврокод 2 (БДС-EN – 1992 – 1-1: 2005).

DETERMINATION OF THE BEARING CAPACITY OF REINFORCED BRICK MASONRY SUBJECTED TO SHEAR IN THE PLANE OF THE WALL ACCORDING TO EUROCODE 6 (BS-EN-1996-1-1.2006)

N. Barakova¹, D. Krusteva², T. Barakov³

Keywords: masonry walls, shear, reinforcement, horizontal loads

Research area: masonry structures

ABSTRACT

The necessity of bearing the large horizontal loads of buildings with masonry walls requires them to be framed with horizontal and vertical reinforced concrete elements and to be internally reinforced. At the ultimate limit state the design value of the shear load applied to the masonry wall, V_{Ed} , shall be less than or equal to the design value of the shear resistance of the wall, V_{Rd} . The shear resistance of the masonry depends primarily on three major characteristics: the design value of the shear strength of the masonry, f_{vd} , the thickness of the wall resisting the shear, t and on the length of the wall l . This paper discusses the defining of the shear bearing capacity of reinforced brick masonry subjected to shear in its plane.

¹ Nikoleta Barakova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: n.barakova@mail.bg

² Diliansa Krasteva, Senior Assist. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: d.krasteva@mail.bg

³ Todor Barakov, Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: t.barakov@mail.bg

**СЪВРЕМЕННИ МАТЕРИАЛИ И
ТЕХНОЛОГИИ**

**MODERN MATERIALS AND
TECHNOLOGIES**

