

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 <sup>ТОМ</sup>  
vol.

2015

св. 12 – III  
fasc.

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НОСИМОСПОСОБНОСТТА НА НОСЕЩИ ТУХЛЕНИ СТЕНИ, УСИЛЕНИ С ВЪНШНО АРМИРАНЕ

Д. Кръстева<sup>1</sup>, Н. Баракова<sup>2</sup>

*Ключови думи:* зидани стени, усилване с външна армировка, носимоспособност

*Научна област:* зидани конструкции

### РЕЗЮМЕ

Разгледана е методика за определяне на носимоспособността на подложени на натиск носещи тухлени зидове, усилени от външните страни с хоризонтална и вертикална армировка и обмазани с разтвор с висока якост съгласно „Нормите за проектиране на зидани конструкции” и Еврокод 6. Аналитичните резултати са потвърдени експериментално, като са разгледани четири модела тухлени зидове с размери: дължина 50 cm, дебелина 25 cm и височина 200 cm. Използвани са единични плътни тухли с размери 25/12/6,5 cm с нормализирана якост на натиск 14 МРа. Якостта на натиск на разтвора на зидовете е М0,3 МРа и якостта на натиск на усилващия разтвор е М6,3 МРа. Класът на усилващата армировка е В500. Предложени са стойности на частните коефициенти на усилващия разтвор  $k_1 = 0,6$  и на усилващата армировка  $k_2 = 0,6$  и  $\gamma_M = 2,0$ .

### 1. Въведение

В строителната практика често се налага увеличаване на носимоспособността на съществуващи тухлени зидове. В настоящата статия това е постигнато чрез външно

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

<sup>2</sup> Николета Баракова, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: n.barakova@mail.bg

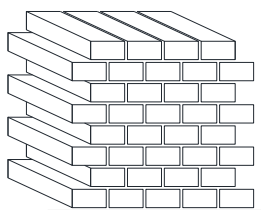
армиране на тухлени зидове, които са иззидани само с напречни и напречни и надлъжни вертикални фуги.

## 2. Експериментален модел

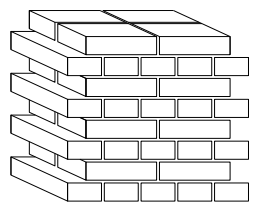
Експерименталните резултати са постигнати при изследване на четири стенни модела, иззидани с единични плътни тухли, с размери 25/12/6,5 cm с нормализирана якост на натиск на блоковете 14 MPa, натоварени с вертикален товар. Размерите на стената са: дължина 50 cm, дебелина 25 cm и височина 200 cm. Разтворът на зидариите е с якост M0,3 MPa.

**Модел 1** е стена, иззидана само с напречни вертикални фуги (фиг. 1).

**Модел 2** е стена, иззидана с редуване на редове с напречни и напречни и надлъжни вертикални фуги (фиг. 2).

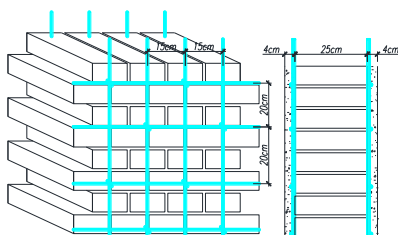


Фиг. 1

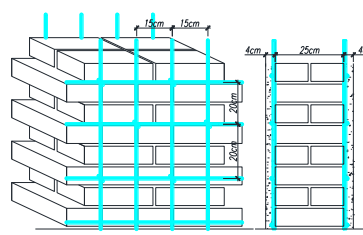


Фиг. 2

**Модел 3 и Модел 4** (фиг. 3 и фиг. 4) представляват Модел 1 и Модел 2, усиени с армировка, хоризонтална и вертикална N8 и измазани с разтвор с висока якост. Хоризонталната армировка е N8/20 cm, а вертикалната N8/15 cm от стомана клас B500, монтирани от двете страни на зида, като двете мрежи са свързани с S-ве. Усилващият разтвор е с якост на натиск M6,3 MPa и е с дебелина по 4 cm от двете страни на зида.



Фиг. 3



Фиг. 4

## 3. Изчисляване

### 3.1. Теоретични изчисления, базирани на Еврокод 6 [2]

При натоварване с вертикален товар на **Модел 1** първа пукнатина се получава при натоварване с вертикална сила  $F_{crc} = 185 \text{ kN}$ .

При натоварване с вертикален товар на **Модел 3** (усиленият Модел 1) отлепване на усилващия разтвор от тухлата се получава при сила от 370 kN.

При натоварване с вертикален товар на **Модел 2** първа пукнатина се получава при натоварване с вертикална сила  $F_{crc} = 154$  kN.

При натоварване с вертикален товар на **Модел 4** (усиленият Модел 2) отлепване на усиления разтвор от тухлата се получава при сила от 170 kN.

**Общата носимоспособност на тухлен зид, усилен с армировка и разтвор с висока якост от външната страна** може да се даде по формула (1)

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot (k_0 \cdot t \cdot l \cdot f_d + k_1 \cdot A_b \cdot f_{cd} + k_2 \cdot A_{sv} \cdot f_{yd}) \quad (1)$$

1) Първият член от уравнението показва **носимоспособността само на тухления зид**

$$N_{Rd,m} = \Phi_m \cdot k_0 \cdot t \cdot l \cdot f_d \quad (2)$$

където:

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3}; \quad (3)$$

- $f_k$  е характеристичната якост на натиск на зидарията в N/mm<sup>2</sup>;
- $K = 0,55$  – константа, отчетена от табл. 3.3 [2], коригирана с 0,8 при зидария с редуване на напречни и напречни и надлъжни редове тухли;
- $f_b = 14$  N/mm<sup>2</sup> – нормализираната средна якост на натиск на блоковете за зидария в направлението на ефекта от приложеното въздействие,
- $\gamma_M$  – частен коефициент за материали (табл. 2.1 [2]),
- $f_d$  – изчислителната якост на натиск на зидарията.

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}; \quad (4)$$

$f_m = 0,3$  – якостта на натиск на разтвора, в N/mm<sup>2</sup>.

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3} = 0,55 \cdot 14^{0.7} \cdot 0,3^{0.3} = 2,43 \text{ N/mm}^2;$$

$f_d = \frac{2,43}{\gamma_M}$  – изчислителната якост на натиск на зидарията, иззидана с редуване

на напречни и напречни и надлъжни фуги;

- $\Phi_m = 0,85$  е редуционният коефициент по средата от височината на стената, коефициент, отчитащ деформациите от II ред;
- $t = 250$  mm – дебелината на стената;
- $l = 500$  mm – дължината на стената;
- $A$  – общата натоварена площ на елемента  $A = t \cdot l = 250 \cdot 500$  mm<sup>2</sup>;
- $k_0$  – частен коефициент за условие на работа на зидарията;

– Носимоспособността на тухлен зид, иззидан само с напречни вертикални фуги (Модел 1) (табл. 1a), е

$$N_{Rd,m} = 0,85 \cdot k_0 \cdot 250 \cdot 500 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M} = \frac{258187,5}{\gamma_M} \cdot k_0, [\text{N}];$$

$$N_{Rd,m} = \frac{258,19}{\gamma_M} \cdot k_0, [\text{kN}].$$

– Носимоспособността на тухлен зид, иззидан само с редуване на редове с напречни и напречни и надлъжни вертикални фуги (Модел 2) (табл. 1б), е

$$N_{Rd,m} = 0,85 \cdot k_0 \cdot 250 \cdot 500 \cdot 0,8 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{258187,5}{\gamma_M} \cdot k_0, [\text{N}];$$

$$N_{Rd,m} = 0,8 \cdot \frac{258,19}{\gamma_M} \cdot k_0, [\text{kN}].$$

Таблица 1а	
	$N_{Rd,m}$ , kN
	( $l = 50$ cm)
$\gamma_M = 1,4$	185,00
$\gamma_M = 1,5$	172,13
$\gamma_M = 2$	129,09
$\gamma_M = 2,2$	117,36
$\gamma_M = 2,5$	103,28
$F_{crc} = 185$ kN	

Таблица 1б	
	$N_{Rd,m}$ , kN
	( $l = 50$ cm)
$\gamma_M = 1,4$	145,00
$\gamma_M = 1,5$	137,70
$\gamma_M = 2$	103,27
$\gamma_M = 2,2$	93,89
$\gamma_M = 2,5$	82,62
$F_{crc} = 154$ kN	

В табл. 1 е дадена носимоспособността на зида при различни стойности на коефициента  $\gamma_M$  и частен коефициент за условие на работа на зидарията  $k_0 = 1$ .

Таблица 1а се отнася за зида, иззидан само с напречни вертикални фуги, а табл. 1б е за зида, при който се редуват редове с напречни и напречни и надлъжни вертикални фуги.

2) Вторият член показва **носимоспособността само на усиления разтвор от двете страни на зида**

$$N_{Rd,b} = \Phi_m \cdot k_1 \cdot A_b \cdot f_{cd}, \quad (5)$$

- $k_1$  – частен коефициент за условие на работа на усиления разтвор;
- $A_b$  – площ на усиления разтвор;

$$A_b = 2.40 \cdot 500 = 2.20000 \text{ mm}^2 = 2.200 \text{ cm}^2 = 2.0,02 \text{ m}^2 = 0,04 \text{ m}^2;$$

- $f_{cd}$  – изчислителна якост на натиск на усиления разтвор.

$$N_{Rd,b} = 0,85 \cdot k_1 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 500 \cdot \frac{6,3}{1,5} = 142800 \cdot k_1, [\text{N}];$$

$$N_{Rd,b} = 142,8 \cdot k_1, [\text{kN}].$$

**Таблица 2**

$N_{Rdb}$ ( $l = 50 \text{ cm}$ )			
$k_1 = 1$	$k_1 = 0,8$	$k_1 = 0,6$	$k_1 = 0,5$
142,80	114,24	85,68	71,40

В табл. 2 е дадена само носимоспособността на 4 см усилен разтвор и от двете страни на зида с различни стойности на частния коефициент за условия на работа на усиления разтвор  $k_1$ .

3) Третият член на уравнението показва **носимоспособността само на вертикалната усиления арматура**

$$N_{Rd,sv} = \Phi_m \cdot k_2 \cdot A_{sv} \cdot f_{yd}, \quad (6)$$

където:

- $k_2$  – частен коефициент за условие на работа на усиления арматура;
- $A_{sv}$  – площ на вертикалната усиления арматура;  
 $A_{sv} = 50,3 \text{ mm}^2$  – арматура N8/20 cm, 4N8 от едната страна и 4N8 от другата страна;
- $f_{yd}$  – изчислителна граница на провлачване на усиления арматура;

$$N_{Rd,sv} = 0,85 \cdot k_2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 50,3 \cdot \frac{500}{1,15} = 148713,04 \cdot k_2, [\text{N}];$$

$$N_{Rd,sv} = 148,7 \cdot k_2, [\text{kN}].$$

**Таблица 3**

$N_{Rdsv}$ ( $l = 50 \text{ cm}$ )			
$k_2 = 1$	$k_2 = 0,8$	$k_2 = 0,6$	$k_2 = 0,5$
148,7	118,96	89,22	74,35

В табл. 3 е дадена само носимоспособността на вертикалната арматура, поставена и от двете страни на зида с различни стойности на частния коефициент за условия на работа на арматурата  $k_2$ .

4) **Общата носимоспособност на усиления зид може да се определи по формула (1)**

За Модел 3:

$$N_{Rd} = 0,85 \cdot \left( k_0 \cdot 250 \cdot 500 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M} + k_1 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 500 \cdot \frac{6,3}{1,5} + k_2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 50 \cdot 3 \cdot \frac{500}{1,15} \right);$$

$$N_{Rd} = k_0 \frac{258,2}{\gamma_M} + k_1 \cdot 142,8 + k_2 \cdot 148,71.$$

При проведените експериментални изследвания при Модел 1 стената, изидана само с напречни вертикални фуги, получените пукнатини при първоначалното натоварване са единични, без да има цялостно нарушаване и компрометиране на блоковете от зида. След усиляване и повторно натоварване се наблюдава отлепване на усиляващия разтвор. Отлепването се получава при сила от 370 kN. В табл. 4 са дадени носимоспособности на тухлена зидария, усилена от външната страна с армировка и разтвор с висока якост. Получените носимоспособности са на база на различни частни коефициенти на материалите. Поради факта че в зида при първоначалното му натоварване са се получили единични пукнатини, се приема, че носимоспособността му е почти 100%. Поради този факт и частният коефициент на зида може да бъде приет равен на  $k_0 = 1$ . От теоретично получените резултати в табл. 4 се вижда, че най-близки стойности на носимоспособността между теоретично изчислените и експериментално получените резултати се получава при частни коефициенти  $k_1 = k_2 = 0,6$  и  $\gamma_M = 2$ .

**Таблица 4**

	$N_{Rd}$ , kN														
	$l = 50 \text{ cm}$														
	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$
	1	1	1	1	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0	0,8	0,8
$\gamma_M = 1,4$	475,93			359,40			174,91			267,12			233,21		
$\gamma_M = 1,5$	463,64			347,12			174,91			260,97			233,21		
$\gamma_M = 2$	420,61			<b>305,10</b>			174,91			239,46			233,21		
$\gamma_M = 2,2$	408,87			292,40			174,91			233,59			233,21		
$\gamma_M = 2,5$	394,79			278,30			174,91			226,55			233,21		

Експер.	370 kN
---------	--------

За Модел 4:

$$N_{Rd} = 0,85 \cdot \left( k_0 \cdot 250 \cdot 500 \cdot 0,8 \cdot \frac{2,43}{\gamma_M} + k_1 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 500 \cdot \frac{6,3}{1,5} + k_2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 50 \cdot 3 \cdot \frac{500}{1,15} \right);$$

$$N_{Rd} = k_0 \cdot 0,8 \cdot \frac{258,2}{\gamma_M} + k_1 \cdot 142,8 + k_2 \cdot 148,71.$$

При Модел 2 зидарията, изпълнена с редуване на редове с напречни и напречни и надлъжни фуги, се забелязва по-значително нарушение на целостта на блоковете и на зида като цяло. Поради тази причина коефициентът  $k_0$  може да бъде приет със стойност, по-ниска от 1 и дори зидът да бъде изключен от работа, т.е.  $k_0 = 0$ . От експерименталните резултати, при които отлепването се получава при сила на натоварване 170 kN и от теоретичните изчисления се вижда, че най-близки стойности между теоретичните изчисления и експеримента се получават при приемане на частни коефициенти на усилващия разтвор и на армировката  $k_1 = k_2 = 0,6$ .

Таблица 5

	$N_{Rd}$ , kN														
	$l = 50$ cm														
	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_0$	$k_1$	$k_2$
	1	1	1	1	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0	0,8	0,8
$\gamma_M = 1,4$	439,05			322,45			174,91			248,68			233,21		
$\gamma_M = 1,5$	429,22			312,61			174,91			243,76			233,21		
$\gamma_M = 2$	394,79			278,19			<b>174,91</b>			226,55			233,21		
$\gamma_M = 2,2$	385,40			268,80			174,91			221,85			233,21		
$\gamma_M = 2,5$	374,13			257,53			174,91			216,22			233,21		

Експер.	170 kN
---------	--------

**Извод:** От получените експериментални резултати и проведен теоретичен анализ може да се препоръча при усилване на зидани стени с армировка и разтвор с висока якост от външната страна, частният коефициент за условие на работа на усилващия разтвор да се приеме  $k_1 = 0,60$  и частният коефициент за условие на работа на стоманата, използвана за усилване да се приеме  $k_2 = 0,6$ .

### 3.2. Изчисляване на носимоспособността на усилен от външната страна с армировка и разтвор с висока якост тухлен зид, подложен на вертикално натоварване съгласно „Нормите за проектиране на зидани конструкции” [1]

Определяне на носимоспособността на подложен на натиск тухлен зид с дължина 50 cm, дебелина 25 cm и височина 200 cm, иззидан с варов разтвор с марка M0,3 MPa.

$$N_{Rd,m} = m_g \cdot \phi \cdot R \cdot \gamma_c \cdot A ; \quad (7)$$

$$m_g = 1 - \eta \cdot \frac{N_g}{N} ; \quad \lambda_h = \frac{200}{25} = 8 \rightarrow \eta = 0 ; \quad m_g = 1 ;$$

- $\phi$  – коефициент на изкълчване.

От табл. 15 [1] за керамични блокове и  $R_p = 0,3$  MPa се отчита еластичната характеристика на зидарията  $\acute{\alpha} = 375$ , а от табл. 18 [1]  $\rightarrow \phi = 0,81$ .

- $A = 25.50 = 1250 \text{ cm}^2 = 0,125 \text{ m}^2$  – площта на сечението на елемента;
- $\gamma_c = 0,8$  при площ  $A < 0,30 \text{ m}^2$ ;
- $R$  – изчислителната якост на натиск на зидарията.

От табл. 2 от [1] при якост на натиск на тухлата  $R_T = 14 \text{ МПа}$  и якост на натиск на разтвора  $R_P = 0,3 \text{ МПа}$  се отчита  $R = 1,1 \text{ МПа} = 0,11 \text{ kN/cm}^2$

$$R = R \cdot \gamma_c = 1,1 \cdot 0,8 = 0,88 \text{ МПа.}$$

- $k_0$  – частен коефициент за условие на работа на зидарията.

Носимоспособността на тухления зид, иззидан с разтвор с якост  $R_P = 0,3 \text{ МПа}$ , е

$$N_{Rd,m} = m_g \cdot \phi \cdot R \cdot \gamma_c \cdot A \cdot k_0 = 1,0 \cdot 81,0 \cdot 11,0 \cdot 8,25 \cdot 50 \cdot k_0 = 89,1 \cdot k_0, \text{ [kN]}.$$

### 1) Носимоспособност на усиления разтвор

$$N_{Rd,b} = m_g \cdot \phi \cdot k_1 \cdot A_b \cdot R_b \cdot k_1, \quad (8)$$

- $k_1$  – частен коефициент за условие на работа на усиления разтвор;
- $A_b$  – площ на усиления разтвор;

$$N_{Rd,b} = 1,0 \cdot 81,0 \cdot 2.500 \cdot 40 \cdot \frac{6,3}{1,5} \cdot k_1 = 136080 \cdot k_1, \text{ [N]};$$

$$N_{Rd,b} = 136,08 \cdot k_1, \text{ [kN]}.$$

### 2) Носимоспособност на вертикалната армировка

$$N_{Rd,v} = \phi \cdot n \cdot A_{sv} \cdot R_{sv} \cdot k_2 \quad (9)$$

- $k_2$  – частен коефициент за условие на работа на усилящата армировка;
- $A_{sv}$  – площ на вертикалната усиляща армировка;

$A_{sv} = 50,3 \text{ mm}^2$  – армировка N8/20 cm, 4 N8 от едната страна и 4 N8 от другата страна;

$$N_{Rd,v} = 0,81 \cdot 2,4 \cdot 0,503 \cdot 37,5 \cdot 0,6 = 73,34 \text{ kN}.$$

### 3) Обща носимоспособност на зидария, армирана с армировка в хоризонталните фуги и с вертикалната армировка

$$N_{Rd} = m_g \cdot \phi \cdot R \cdot \gamma_c \cdot A \cdot k_0 + m_g \cdot \phi \cdot k_1 \cdot A_b \cdot R_b \cdot k_1 + \phi \cdot n \cdot A_{sv} \cdot R_{sv} \cdot k_2. \quad (10)$$

При  $k_0 = 1$ ,  $k_1 = 0,6$  и  $k_2 = 0,6$  носимоспособността на усиления тухлен зид е

$$N_{Rd} = N_{Rd,m} + N_{Rd,b} + N_{Rd,v} = 89,1 \cdot 1 + 136,08 \cdot 0,6 + 73,34 = 244,09 \text{ kN}.$$

При  $k_0 = 0$ ,  $k_1 = 0,6$  и  $k_2 = 0,6$  носимоспособността на усиления тухлен зид е:

$$N_{Rd} = N_{Rd,m} + N_{Rd,b} + N_{Rd,v} = 0 + 136,08 + 0,6 + 122,23 + 0,6 = 0 + 85,65 + 73,34 = 154,99 \text{ kN.}$$

**Таблица 6**

	$N_{Rd,m}$ , kN	$N_{Rd,b}$ , kN	$N_{Rd,v}$ , kN	$N_{Rd,m+b+v}$ , kN	$N_{Exp,m+b+v}$ , kN	% Разлика м/у теор. и експ.
BG[1] $k_0 = 1$ ; $k_1 = k_2 = 0,6$	89,1	81,65	73,34	244,09	370	34
EC6[2] $k_0 = 1$ ; $k_1 = k_2 = 0,6$		85,68	89,22			
$\gamma_M = 1,5$	172,13			347,12		6,2
$\gamma_M = 2$	129,09			305,10		17,5
$\gamma_M = 2,2$	117,36			292,40		20,9
$\gamma_M = 2,5$	103,28		278,30	24,8		

В табл. 6 е дадена носимоспособността на тухлен зид, усилен с външна армировка, измазана с разтвор с висок клас, като са съпоставени теоретичните резултати от [1] и [2] с експериментално получените резултати. Дадена е процентната разлика между тях

Носимоспособностите в табл. 6 са получени при стойности на частния коефициент на зидарията  $k_0 = 1$ , а частните коефициенти на усиления разтвор и на армировката са  $k_1 = 0,6$  и  $k_2 = 0,6$ .

От изследванията, направени по-горе, може да се заключи, че при единични пукнатини в зида, при изчисляване след усиляване, носимоспособността на зида може да се приеме 100% и частният коефициент на зида да бъде  $k_0 = 1$ .

При силно напукани зидарии коефициентът  $k_0 < 1$  и за сигурност може зидът да се изключи от работа, т.е.  $k_0 = 0$ .

Въз основа на изчисленията, проведени по [2] и от гледна точка на общата сигурност на елемента, се препоръчват стойности  $k_1 = 0,6$  и  $k_2 = 0,6$  и  $\gamma_M = 2,0$ . (В EC6 минималната стойност на частния коефициент на сигурност за този вид зидария от блокове II категория с предписан разтвор е  $\gamma_M = 2$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

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

# **CALCULATING THE BEARING CAPACITY OF BRICK MASONRY REINFORCED WITH EXTERNAL REINFORCING**

**D. Krasteva<sup>1</sup>, N. Barakova<sup>2</sup>**

*Keywords: brick masonry, reinforcement, bearing capacity*

*Research area: masonry structures*

## **ABSTRACT**

This paper presents the determination of the bearing capacity of masonry walls subjected to vertical loads, reinforced on the external sides with horizontal and vertical reinforcements and coated with a solution of high strength, according to the "The Standards for the Design of Masonry Structures" and Eurocode 6. The analytical results are confirmed experimentally.

---

<sup>1</sup> Dilyana Krasteva, Senior Assist. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: d.krasteva@mail.bg

<sup>2</sup> Nikoleta Barakova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: n.barakova@mail.bg