

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 – I  
fasc.

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА $K$ ПРИ КОНТРОЛ НА ПРОВИСВАНЕТО НА ГРЕДИ И ПЛОЧИ ПО ПРАКТИЧЕСКИЯ МЕТОД „ $L/d$ ”

М. Андреев<sup>1</sup>

*Ключови думи:* контрол на провисването, базово отношение, квазипостоянна комбинация

*Научна област:* стоманобетонни конструкции

### РЕЗЮМЕ

При практическия метод за контрол на провисвания на греди и плочи коефициентът  $K$  отчита статическите особености на конструктивната схема. В съответните справочници стойностите на този коефициент са дадени в таблици в зависимост от статическата схема на елемента. При статическа схема „проста греда”, която е приета за базова, стойността на този коефициент е  $K = 1$ . За случаите на крайни или вътрешни полета на непрекъснати греди, на непрекъснати еднопосочно армирани плочи, на непрекъснати кръстосано армирани плочи или на безгредови плочи стойностите на този коефициент се приемат по експертна оценка и са препоръчителни. В тази статия е показано как могат да бъдат определени действителните стойности на коефициента  $K$  за общ случай на знакопроменлива моментова диаграма, получена от квазипостоянно натоварване на разглеждания елемент.

При практическия метод за контрол на провисването се контролира изпълнението на ограничението

$$l/d \leq (l/d)_{\lim}, \quad (1)$$

<sup>1</sup> Методи Андреев, гл. ас. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, София 1046, e-mail: ekonproekt@dir.bg

където  $l/d$  и  $(l/d)_{\text{lim}}$  са съответно актуалното и граничното отношение на изчислителния отвор на елемента към полезната височина на сечението му.

Граничното отношение  $(l/d)_{\text{lim}}$  е определено така, че проверката за провисване да е удовлетворена. То се определя по формулата

$$(l/d)_{\text{lim}} = k_1 k_2 k_3 K (l/d)_{b,0}, \quad (2)$$

където  $k_1, k_2$  и  $k_3$  са корекционни коефициенти,

$K$  е коефициент, който отчита особеностите на конструктивната схема на елемента, а

$(l/d)_{b,0}$  е базово отношение за свободно опряна греда.

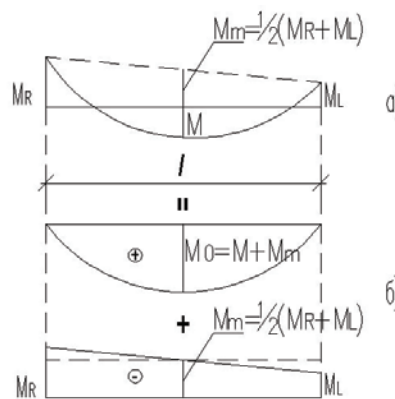
Стойностите на базовото отношение  $(l/d)_{b,0}$  са определени на база на извършен числен експеримент, при който са изследвани свободно подпрени греди с правоъгълно сечение от различни класове бетон, като са варирани коефициентите на армиране на опънната и на натисквата арматура в средата на полето, съответно  $\rho$  и  $\rho'$ . Изследването е проведено при фиксирана стойност на границата на провлачване на стоманата  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ . За определяне на базовото отношение  $(l/d)_{b,0}$  са получени следните изрази:

– за  $\rho \leq \rho_0$

$$(l/d)_{b,0} = 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{1,5}; \quad (3a)$$

– за  $\rho > \rho_0$

$$(l/d)_{b,0} = 11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}}. \quad (3b)$$



Фиг. 1

Когато опорните условия са различни от свободно опирание, стойностите на базовото отношение  $(l/d)_{b,0}$  се коригират чрез коефициента  $K$ . В такъв случай за свободно опряна греда, която се явява базова конструктивна схема, условно се приема, че  $K = 1$ . За всички останали случаи на едностранно или двустранно частично запъване при опорите на елемента  $K > 1$ , като стойностите му са препоръчителни.

Актуални стойности на  $K$  могат да се получат от действителната М-диаграма, получена за квазипостоянна комбинация. За целта ще бъде разгледан най-общият случай на знакопроменлива М-диаграма – фиг. 1а, като ще се смята, че тя е получена за съответното квазипостоянно натоварване. Ако се приеме, че

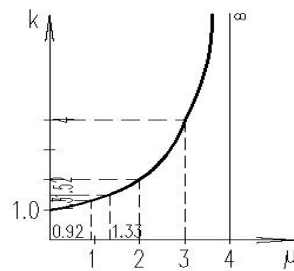
$$K = s_1/s_i, \quad (4)$$

където  $s_1$  и  $s_i$  са коефициенти, които се отнасят за статическа схема свободно опряна греда и зависят от вида на товара и формата на моментовата диаграма. Техните стойности се дават в таблици, като за равномерно разпределен товар и параболична моментова диаграма  $s_1 = 0,104 \approx 0,1$ . За всеки друг товар и съответстващата му моментова диаграма коефициентът е  $s_i$ . Тогава, ако изобразената на фиг. 1а знакопроменлива моментова диаграма се представи като сума от съставлящите я две диаграми – положителна параболична и отрицателна трапецовидна – фиг. 1б, то съответният коефициент  $s_i$  може да се определи от израза

$$s_i = \frac{\sum s_i}{\sum M_i} = \frac{s_1 M_0 - s_2 M_m}{M_0 - M_m} = \frac{0,1(M + M_m) - 0,125 M_m}{M} = \frac{0,1M - 0,025 M_m}{M} = 0,1 - 0,025\mu \quad (5)$$

където 
$$M_m = \frac{1}{2}(M_L + M_R) \quad \text{и} \quad (6)$$

$$\mu = M_m/M. \quad (7)$$



Фиг. 2.

Тогава от равенство (4), като се използва равенство (5), за коефициента  $K$  се получава следният израз:

$$K = \frac{0,1}{0,1 - 0,025\mu} = \frac{1}{1 - 0,25\mu}. \quad (8)$$

Чрез този израз могат да се определят стойностите на коефициента  $K$  при различни опорни условия – свободно опирание ( $\mu = 0$ ), едностранно или двустранно запъване, като съответните моменти трябва да са изчислени за квазипостоянна комбинация

на натоварването. Освен това по формула (8) могат да се изчислят действителните стойности на този коефициент за конкретна моментова диаграма, като така се избягва използването на препоръчителни стойности, приети по експертна оценка. Самите препоръчителни стойности от таблиците, а именно  $K = 1,3$  за крайно поле на непрекъсната греда или непрекъсната по дългата си страна еднопосочно армирана или кръстосано армирана плоча и  $K = 1,5$  за вътрешно поле на непрекъсната греда или непрекъсната еднопосочно армирана или кръстосано армирана плоча се получават от формула (8) съответно за  $\mu = 0,92$  и  $\mu = 1,33$  – фиг. 2. Освен това от същата формула се вижда, че

$$\lim_{\mu \rightarrow 4} K_{\mu \rightarrow 4} = \lim_{\mu \rightarrow 4} \left( \frac{1}{1 - 0,25\mu} \right) = \infty, \quad (9)$$

т.е. когато  $\mu = 4$ ,  $K = \infty$ . Тогава от равенство (2) следва, че когато  $K = \infty$  и  $(l/d)_{\lim} = \infty$ . Това означава, че условие (1) ще е изпълнено, което ще рече, че при  $\mu = 4$  няма да има никакво провисване.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. БДС EN 1992-1-1. ЕВРОКОД 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции, Част 1-1: Общи правила и правила за сгради, 2005.
2. Русев, К. и др. Ръководство по стоманобетон Еврокод 2, КИИП, София, 2013.
3. Оксанович, Л. ЕС 2. Втора група гранични състояния, АВС Техника, С., 2010.

## DETERMINATION OF THE COEFFICIENT $K$ AT CONTROL OF DEFLECTION OF BEAMS AND PLATES IN PRACTICAL METHOD „ $L/d$ ”

M. Andreev<sup>1</sup>

**Keywords:** control of deflection, basic relation, quasi constant, combination

**Research area:** RC structures

#### ABSTRACT

In practical method for control of deflections of beams and slabs the coefficient  $K$  account the static characteristics of the structural scheme. In the corresponding reference books the values of this ratio are tabulated according to the static scheme of the elements. At static scheme "simple beam", which is taken as the base, the value of the coefficient is  $K = 1$ . In cases of final or internal fields of continuous beams, of one-way or two-way continuous reinforced slabs or smooth slabs, the values of this factor adopt on expert estimation and are recommendable. In this article shows how to set the actual values of the coefficient  $K$  for a common case of alternating moment diagram obtained from quasi constant load on considered element.

<sup>1</sup> Metodi Andreev, Chief Assist. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: ekonproekt@dir.bg