



МЕТОДИКА ЗА ОЦЕНКА НА ИЗМЕНЕНИЕТО НА НОСЕЩАТА СПОСОБНОСТ НА СТОМАНОБЕТОННИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ ДОПУСНАТИ ГЕОМЕТРИЧНИ ОТКЛОНЕНИЯ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВО

Христо Бояджиев

sk@vtu.bg

VTU „Тодор Каблешков”, ул. „Гео Милев” № 158

БЪЛГАРИЯ

Резюме: Показани са формули за определяне на изменението на носещата способност за поемане на огъващ момент и надлъжна сила, причинено от допуснати отклонения в размери и местоположение на елементите. Представените математически изрази са за различни по вид и начин на натоварване стоманобетонни елементи. Дадени са критериите, не осигуряването, на които налага провеждане на мероприятия по допълнително усилване и възстановяване.

Ключови думи: стоманобетонни елементи, отклонения в геометрични размери и местоположение, критерии за осигуреност, носеща способност за поемане на огъващ момент и надлъжна сила

Предлаганата методика е за определяне на действителното изменение на огъващия момент и нормалната сила на стоманобетонни елементи от измерени след декофриране геометрични отклонения. Същността ѝ за елементи, подложени на различни видове натоварвания се изразява със следните формули:

I. Елементи на огъване с единична и двойна армировка и на нецентричен натиск:

$$(1) \quad dM_{1\partial}^{k-k} = M_{1\pi}^{k-k} \sum_{i=1}^n \frac{dM_{1i\partial}^{k-k}}{100}$$

където: $dM_{1i\partial}^{k-k}$ относително снижение на огъващия момент в %, причинено от установената чрез измерване действителна стойност на отклонение $\Delta_{1i\partial}$ в посока 1 на сечение $k-k$.

$dM_{1\partial}^{k-k}$ - действително изменение на огъващия момент в сечение $k-k$ на елемента в посока 1 на сечението (посока на по-големия размер) и причинено от действителните стойности на установените чрез измерване отклонения;

$\Delta_{1i\partial}^{k-k}$ - действителна стойност на отклоненията i в посока 1 на сечение $k-k$;

$dM_{1\pi}^{k-k}$ - проектна стойност на огъващ момент в посока 1 на сечение $k-k$ на елемента;

n – брой на установените отклонения.

Означението на възможните отклонения за различните видове конструктивни елементи е показано в таблица 1.

Таблица 1

Означение на възможни отклонения измерени при приемане на завършени стоманобетонни конструктивни елементи

№	Наименование на отклонението	Означение на отклонението	Характерни стоманобетонни елементи за отклоненията
1	2	3	4
1.	Отклонение спрямо вертикалата по цялата височина на елемента	$\Delta_{11\partial}$	колони и стени
2.	Отклонение между осите на съосни по височина колони и стени на ниво етажна плоча	$\Delta_{12\partial}$	колони и стени
3.	Вертикално измятане на колона или стена между два съседни етажа	$\Delta_{13\partial}$	колони и стени
4.	Отместване на хоризонталната ос на греда спрямо вертикалната ос на колона или стена при връзката им	$\Delta_{14\partial}$	колони и стени
5.	Отклонение в дължина при светлия отвор на елемента	$\Delta_{15\partial}$	плочи и греди
6.	Отклонение в размери b и h на правоъгълно напречно сечение	$\Delta_{16b\partial}$ $\Delta_{16h\partial}$	плочи, греди, колони, стени
7.	Отклонение в бетонно покритие - на опънна армировка	$\Delta_{17\partial}$	плочи, греди, колони, стени
	- на натискова армировка	$\Delta_{17c\partial}$	

Стойностите на $dM_{\Delta_{li\partial}}^{k-k}$ се определят по следните формули:

$$(2) \quad dM_{\Delta_{li\partial}}^{k-k} = \frac{\Delta_{li\partial}^{k-k}}{e} 100, \%$$

$$(3) \quad dM_{\Delta_{15\partial}}^{k-k} = \frac{\Delta_{15\partial}^{k-k}}{\ell} \left(2 + \frac{\Delta_{15\partial}^{k-k}}{\ell} \right) 100, \%$$

$$(4) \quad dM_{\Delta_{16h\partial}}^{k-k} = \left[\frac{2 \cdot \Delta_{16h\partial}^{k-k}}{h_0} - \frac{\Delta_{16h\partial}^{2(k-k)}}{h_0^2} + \frac{\Delta_{16h\partial}^{k-k}}{(h_0 - a')} \cdot \frac{R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}{R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)} \right] \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}{R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)}} 100, \%$$

$$dM_{\Delta_{16b\partial}}^{k-k} = \frac{\Delta_{16b\partial}^{k-k}}{b}$$

$$(5) \quad \left[\frac{1}{1 + \frac{R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}{R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)}} \right] 100, \%$$

$$(6) \quad dM_{\Delta_{16h\partial}}^{k-k} = \frac{\Delta_{16h\partial}^{k-k}}{h_0} \left(2 - \frac{\Delta_{16h\partial}^{k-k}}{h_0} \right) 100, \%$$

$$(7) \quad dM_{\Delta_{16b\partial}}^{k-k} = \frac{\Delta_{16b\partial}^{k-k}}{b} 100, \%$$

$$(8) \quad dM_{\Delta_{17\partial}}^{k-k} = \left[\frac{2 \cdot \Delta_{17\partial}^{k-k}}{h_0} - \frac{\Delta_{17\partial}^{2(k-k)}}{h_0^2} + \frac{\Delta_{17\partial}^{k-k} R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}{(h_0 - a') R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)} \right] \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}{R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)}} 100, \%$$

$$(9) \quad dM_{\Delta 17c\partial}^{k-k} = \frac{\Delta_{17c\partial}^{k-k}}{h_0 - a'} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_b \cdot h_0 \cdot \xi (1 - 0,5\xi)}{R_{sc} \cdot \mu'_s (h_0 - a')}} 100, \%$$

$$(10) \quad dM_{\Delta 17\partial}^{k-k} = \frac{\Delta_{17\partial}^{k-k}}{h_0} \left(2 - \frac{\Delta_{17\partial}^{k-k}}{h_0} \right) 100, \%$$

където: $i = 1 \div 4$;

e – разстояние между натисковата сила и центъра на тежестта на по-отдалечената армировка;

l – светъл отвор на хоризонтални елементи;

$R_b, R_{sc}, \mu'_s, h_0, a', \xi, b$ – както в [3].

Формули (4), (5), (8) и (9) са за елементи подложени на нецентричен натиск и огъване с двойна армировка, а формули (6), (7) и (10) – за елементи на огъване с единична армировка.

Във формула (1) $dM_{1\partial}^{k-k}$ е с различен знак. Знакът (-) означава снижение на огъващия момент спрямо проектния, а знакът (+) – завишение. Знаците са различни и за $\Delta_{1i\partial}$. Когато действителното отклонение $\Delta_{1i\partial}$ ($i = 1 \div 4$) намалява ексцентрицитета е със знак (+) и със знак (-), когато се увеличава ексцентрицитета на нормалната сила в сечението. Останалите отклонения са отрицателни, когато способстват за увеличаване отвора на елемента, за намаляване размерите на напречното сечение и за увеличаване на бетонното покритие.

При сложно огъване изразът (1) е валиден и за другата посока (по направление на по-малкия размер) на сечението.

Когато действителното снижение на поемания огъващ момент надхвърли $10 \div 15\%$ от проектния е необходимо да се изисква от проектанта проверяване на елементите по двете групи гранични състояния. Усилване може да се наложи в случай, че меродавни за оразмеряването са граничните състояния от първа група, при които изчисляването е по носеща способност.

II. Елементи, подложени на центричен натиск:

$$(11) \quad dN_{\partial}^{k-k} = N_{\pi}^{k-k} \frac{dN_{\Delta 16h\partial}^{k-k} + dN_{\Delta 16b\partial}^{k-k}}{100}$$

Използваните във формула (11) буквени символи са със следното означение:

dN_{∂}^{k-k} - изменение на надлъжната сила в сечение $k - k$ на елемента от действителната стойност на установените след измерване отклонения на размери b и h на сечението;

N_{π}^{k-k} - проектна стойност на надлъжната сила в сечение $k - k$;

$\Delta_{16h\partial}^{k-k}, \Delta_{16b\partial}^{k-k}$ - действителни отклонения в размери h и b на напречно сечение $k - k$;

$dN_{\Delta 16h\partial}^{k-k}, dN_{\Delta 16b\partial}^{k-k}$ - относителни снижения на надлъжната сила в % причинени от установените чрез измерване действителни стойности на отклоненията на двата размера в сечение $k - k$.

Стойностите за $dN_{\Delta 16h\partial}^{k-k}$ и $\Delta_{16b\partial}^{k-k}$ се изчисляват по формулите:

$$(12) \quad dN_{\Delta 16h\partial}^{k-k} = \frac{\Delta_{16h\partial}^{k-k}}{h} \frac{1}{\left(1 + \frac{R_{sc} \cdot \mu}{R_b \cdot \gamma_b} \right)} 100, \%$$

$$(13) \quad dN_{\Delta 16b\partial}^{k-k} = \frac{\Delta_{16b\partial}^{k-k}}{b} \frac{1}{\left(1 + \frac{R_{sc} \cdot \mu}{R_b \cdot \gamma_b} \right)} 100, \%$$

където: h, b – размери на правоъгълното сечение на вертикалните елементи;

$R_b, R_{sc}, \mu, \gamma_b$ – както в [1].

Знакът за dN_{∂}^{k-k} в израза (11) е отрицателен при снижение и съответно положителен при увеличение на нормалната сила. Увеличението на размерите на напречното сечение причинява увеличение на нормалната сила, а при тяхното занижение се получава намаление.

При центричен натиск освен определянето на изменението на нормалната сила от допуснати отклонения в размерите на сечението е необходимо да се направи проверка за поемане на огъващ момент от отклонения Δ_{li} ($i = 1 \div 4$). Стойността на момента се определя от израза:

$$(14) M_{1\partial}^{k-k} = N_{\pi}^{k-k} \sum_{i=1}^4 \Delta_{li}^{k-k} \leq N_{\pi}^{k-k} \cdot e_a,$$

където: $M_{1\partial}^{k-k}$, Δ_{li}^{k-k} - както във формула (1);

N_{π}^{k-k} - както в израза (11);

e_a – случаен ексцентрицитет със стойност по [3].

Условието (14) се проверява и в другата посока на напречното сечение. Незпълнеността му е сигурен признак, че трябва да се предприемат конструктивни мерки за усиляване на проверявания елемент.

При нецентричен натиск се проверява изпълнението на условие (14) по отношение на посоката в напречното сечение, по която не се предвижда по проект огъващ момент.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Бояджиев Х. „Допустими отклонения при отместване от проектно положение на стоманобетонни колони”, сп. „Железопътен транспорт”, 2009 г.

[2] Бояджиев Х. „Изследване на комплекс от геометрични отклонения с влияние върху носещата способност при стоманобетонни плочи”, сп. „Пътища”, 2009 г.

[3] Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Комитет по териториално и селищно устройство, София, 1988 г.

METHOD FOR ASSESSMENT OF THE DEVIATION OF THE BEARING CAPABILITY OF THE REINFORCED CONCRETE ELEMENTS FROM GEOMETRICAL DEVIATION OCCURRED DURING THE CONSTRUCTION PERIOD

Hristo Boyadzhiev

sk@vtu.bg

Higher School of Transport T. Kableshkov, Sofia, 158, Geo Milev Str.,
BULGARIA

Key words: reinforced concrete elements, deviation of geometrical measures and location, assurance criteria, bearing capability for bearing at bending moment and longitudinal force

Abstract: This paper presents formulas for determining of the deviation of the bearing capability for bearing at bending moment and longitudinal force caused by occurred deviation of measures and location of the elements. The shown mathematical expressions are for reinforced concrete elements of different type and way of tension. Given are the criteria, which not observed lead to the necessity of activities for additional reinforcement and recovery.