ГОДИШНИК НА МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ УНИВЕРСИТЕТ "СВ. ИВАН РИЛСКИ", Том 52, Св. II, Добив и преработка на минерални суровини, 2009
ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF MINING AND GEOLOGY "ST. IVAN RILSKI", Vol. 52, Part II, Mining and Mineral processing, 2009

ПРИЛОЖЕНИЯ НА МЕТОДА НА ПРЕМЕСТВАНИЯТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОДЗЕМНА ТРАПЕЦОВИДНА РАМКА ПРИ ОБЩО ПРЕМЕСТВАНЕ НА ОСНОВИТЕ

Виолета Трифонова-Генова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ: За изследване на подземна рамкова конструкция при транслация и ротация на основите е приложен „Методът на преместванията". Главното при този метод е създаването на статично определена „конзолна колона". Тя се получава, като се извършат сечения на ригела до колоните и в тези места се приложат разрезните усилия от ригелите, определени от статичното решение на конструкцията.
В статията е разгледана подземна трапецовидна рамка, основите на която са подложени на общо преместване. Получени са изразите на разрезните усилия. За конкретни размери за натоварване и преместване на основите на рамката са построени диаграмите на разрезните усилия.

APPLICATIONS OF THE METHOD OF DISPLACEMENTS IN INVESTIGATING OF UNDERGROUND TRAPEZIUM-SHAPED FRAME DURING GENERAL DISPLACEMENT OF THE BASES

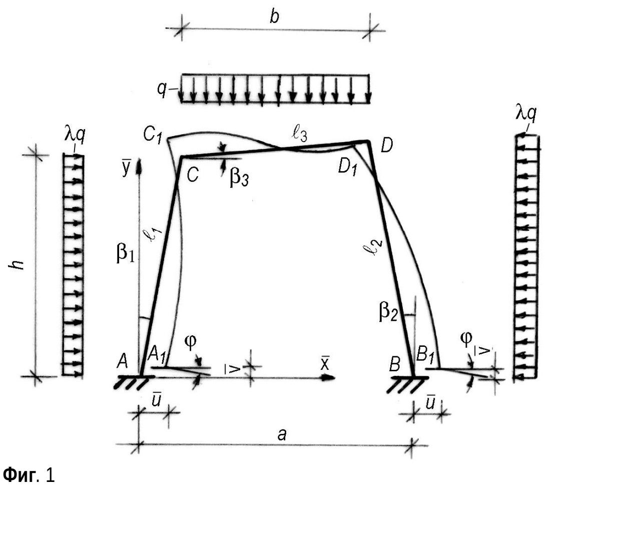
Violeta Trifonova –Guenova
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT: The "method of the displacements" is used to research framework rotation and translation of an underground structure. The first step in this method is the creation of static fixed "console column". It is obtained by carrying out cross-sections of the column head to these places and apply internal forces of the work head which is determined by the static solution of the structure.
In the paper is considered underground trapezoidal frame foundations which have been subjected to general displacement. Expressions for the internal forces are obtained. For specific dimensions of loading and moving of the fundamentals of the framework graphs of the internal forces are constructed.

За определяне на разрезните усилия на статично неопределима трапецовидна рамка при постоянни външни товари и статично състояние се използва силов метод (Дарков и Кузнецов,1956). Основната задача при него е съставянето на основната статично определима система, която е недеформируема и опорите са неподвижни.Тя се получава от действителната система чрез отстраняване на определян брой връзки. След това се съставят каноничните уравнения. От решението на тези уравнения се определят отстранените връзки, а чрез тях и разрезните усилия.

Често в практиката възникват премествания на основите на конструкциите вследствие слягане, земетръс и др. Тогава гореописания метод е неприложим. За изследване на общото преместване на основите на подземна трапецовидна рамка е приложен „метода на преместванията„. Основният принцип на този метод е създаването на основната статично определима „конзолна колона„. За нейното съставяне се провеждат сечения в двата края на ригела. В тези сечения се прилагат изчислените при статично състояние разрезни усилия M_n , Q_n, N_n (Минчев,2007).

Тук се изследва подземна трапецовидна рамка, чиито основи са подложени на общо преместване. Материалът е от стоманобетон с модул на еластичността E. Инерционни моменти за колоната и ригела са съответно J_1 и J_2. Рамката е натоварена с равномерно разпределен вертикален товар q и равномерно разпределен напречен товар , който е равен на вертикалния по коефициента на страничен натиск λ, както е показано на фиг.1. Предполага се, че рамката е решена като статически неопределена система и са определени разрезните усилия. Понеже основата на конзолната колона е завъртяна на ъгъл φ , то оста x е завъртяна на същия ъгъл спрямо оста на колоната при статично състояние, а оста z е перпендикулярна на нея Тогава силите във върха на колоната се трансформират в N, Q и $M = M_n$ (Трифонова-Генова,2008,2009)



Фиг. 1

Използвайки известните трансформационни формули при ротация на координатната система, изразяваме преместванията u и v в основата на колоната спрямо локална координатна система чрез преместванията $\bar{u}$ и $\bar{v}$ от глобалната координатна система $A\bar{x}\,\bar{y}$.

За произволно сечение x на деформируемата колона, разрезните усилия се определят от изразите :

$$M(x) = M_n + Q(\ell + v - x) + \\ + N\left\{ \begin{aligned} &\frac{b}{a^2 \cos a\ell} + \frac{ctga\ell}{a^3}\cos(ax - av) \\ &-\frac{c}{a^3}\sin(ax - av) + \frac{cx}{a^3} - \frac{c(\ell + v) + b}{a^3} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} Q(x) &= -N\sin\alpha_x + Q\cos\alpha_x \\ N(x) &= -N\cos\alpha_x + Q\sin\alpha_x \end{aligned} \qquad (1)$$

където

$$a^2 = \frac{N}{EJ_1}, \quad b = \frac{M_n}{EJ_1}, \quad c = \frac{Q}{EJ_1}$$

ℓ е дължина на колоната.

Ъгълът на наклона на огъвателната линия в произволна точка от оста на колоната α_x се определя от

$$\alpha_x = -\left(\frac{b}{a^2\cos a\ell} + \frac{ctga\ell}{a^3}\right)a\sin(ax - av) + \\ + \frac{c}{a^2}\left(1 - \cos(ax - av)\right) \qquad (2)$$

Представлява интерес преместването δ във върха на колоната. То се определя от уравнението на огъвателната линия, като се положи $x = 0$ и има вида:

$$\delta = -u + \frac{b}{a^2}\left(\frac{1}{\cos a\ell} - 1\right) + \frac{c}{a_3}\left(\frac{tga\ell}{a} - \ell\right) \quad (3)$$

Напречните премествания по оста z във върховете на колоните δ_C и δ_D се определят от (3) чрез преместванията в основите им. Надлъжните премествания v_C и v_D са равни на тези в основите им. Така определените премествания се предават на ригела, който се изследва като еластично подпряна греда на две опори. Приема се локална координатна система, като оста x е по оста на недеформируемия ригел, а оста z е перпендикулярна на нея.

За изследване на ригела е необходимо да се определят стойностите на нормалните и напречни сили във възлите C и D при деформирано състояние, определени от ъглите α_C и α_D на огъвателната линия на колоните. Последните се получават от (2), като се замести x с неговата стойност $\ell + v$. Силите N_C, Q_C, M_C и N_D, Q_D, M_D се определят от (1) като се замести α_x с a_C и a_D. Разрезните усилия в произволно сечение x от оста на деформируемия ригел са

$$\begin{aligned} M(x) &= H_1\frac{\sin a_1(x + \delta_c)}{\sin a_1\ell'} + \frac{2H_2}{\ell'}(x + \delta_c) - M_c \\ Q(x) &= \frac{H_2}{\ell'}\cos\alpha_x - H_3\sin\alpha_x \\ N(x) &= \frac{H_2}{\ell'}\sin\alpha_x + H_3\cos\alpha_x \end{aligned} \qquad (4)$$

където са въведени означенията

$$\begin{aligned} H_1 &= M_D - 2N_D(v_C + v_D) \\ H_2 &= (M_C - M_D) + N_D(v_C + v_D) \\ H_3 &= 2N_C + N_D \\ a_1 &= \frac{N_D}{EJ_2} \\ \ell' &= \ell - \delta_D + \delta_C \end{aligned}$$

ℓ е дължина на ригела.

Наклонът на огъвателната линия за произволно сечение от оста на ригела α_x се определя от

$$\alpha_x = -\frac{M_C a_1\cos a_1(\ell - \delta_D - x)}{N_D\sin a_1\ell'} + \\ + \frac{H_1\cos a_1(x + \delta_C)}{N_D\sin a_1\ell'} + \frac{M_C - H_1}{N_D\ell'} \qquad (5)$$

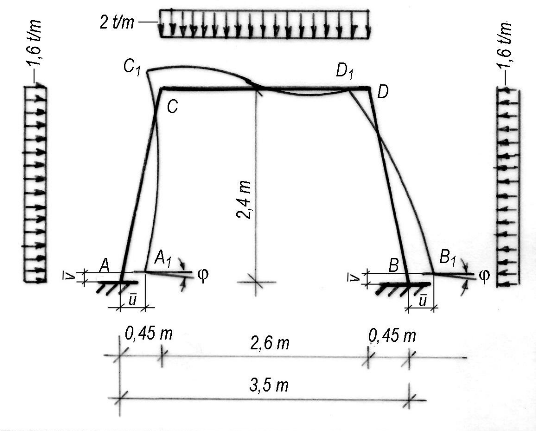
Чрез тези изрази се изчисляват и построяват диаграмите на огъващия момент $M(x)$, нормалната сила $N(x)$, срязващата сила $Q(x)$ на разглежданата трапецовидна рамка при общо преместване на опорите .

С това може да се счита, че решението на произволна трапецовидна рамка при общо преместване на основите с приложение на “метода на преместванията “, е завършен.

Числен пример

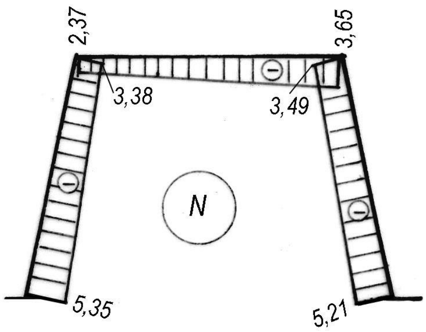
Разглеждаме симетрична трапецовидна рамка с размери и натоварване и размери според чертежа (фиг.2а). Модула на еластичността на стоманобетона е $E = 3000kN/m^2$. Инерционните моменти за колоната и ригела са съответно $J_1 = 0{,}0065037m^4$ и

$J_2 = 0{,}011433\,m^4$. Статичното решение на рамката е извършено по силов метод. Премествантията в основата спрямо глобалната координатна система са $\bar{u} = 0{,}3m,\ \bar{v} = 0{,}1m,\ \varphi = 2^0$, спрямо локалната координатна система за лявата колона $u_A = 0{,}27\,m,\ v_A = 0{,}16\,m$, а за дясната колона те са $u_B = 0{,}31m,\ v_B = -0{,}04\,m.$ Тези стойности се заместват в (3) и се получават преместванията в опорите C и D.

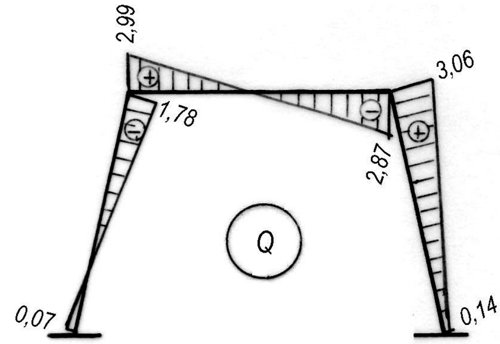


фиг.2 **а**

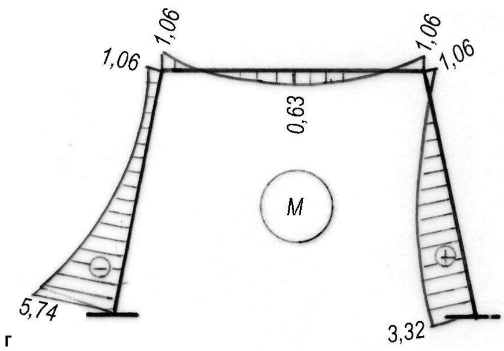
Въз основа на така получените изразите (1), (2), (4), (5) могат да се изчислят и построят диаграмите на разрезните усилия на дадената рамка (фиг.2б, 2в, 2г).



фиг.2 **б**



фиг.2 **в**



фиг.2 **г**

Като частен случай на общото решение на произволна трапецовидна рамка могат да се получат решения за разрезните усилия и огъвателната линия за рамка с вертикални колони $(\beta_1 = \beta_2 = 0)$; за трапецовидна рамка при която едната колона е вертикална $(\beta_1 = 0)$,а ригела е хоризонтален $(\beta_3 = 0)$ и др.

Литература:

Дарков А. В., Кузнецов Б. И. 1956. *Строительная механика*, М .

Минчев И. Т. 2006. *Метод на преместванията*, С .

Трифонова-Генова В. М. 2007. *Основни принципи и приложения на метода на преместванията*, Годишник на МГУ „Св. Ив.Рилски", том 50 , св.II.

Трифонова-Генова В. М. 2008 . *Приложение на метода на преместванията за изследване на рамка при общо преместване на основите*, Годишник на МГУ „Св. Ив.Рилски", том 51,св.II.

Препоръчана за публикуване от Катедра "Техническа механика", МТФ