

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДИАМЕТЪРА НА КРЪГОВАТА РЕЛСА ПРИ ОПОРНО-ВЪРТЯЩИ УСТРОЙСТВА С РОЛКИ

Христо Шейретов

Минно-геоложки университет „Св.Иван Рилски“, 1700 София, sheiretov@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Направени са изчисления на диаметъра на кръговата релса на въртящ се грайферен кран при използване на две методики: първата по условието за устойчивост на въртящата се част и втората по условието за минимално натоварване на ролките. Направено е сравнение на получените резултати по двете методики.

Направен е извода, че определящо условие за определяне на необходимия диаметър на кръговата релса е второто, т.е. да няма ролки, които са натоварени с обратни сили и да се стремят да се отделят от релсата. При малък брой ролки ($n_0=20$) резултатите по двете методики са еднакви. При по-голям брой на ролките по втората методика се получава по-голям необходим диаметър.

Получените резултати и направените изводи могат да се използват и при еднокривоковите багери.

DETERMINATION OF THE DIAMETER OF THE CURCULDR RAUL OF ROLLER SLEWING DEVICE

Hristo Sheiretov

University of Mining and Geology "St.Ivan Rilski" Sofia, sheiretov@abv.bg

ABSTRACT. The diameter of the circular rail is determined for a slewing grab crane. Two methodologies are used: the first is based on the condition for the stability of the slewing platform and the second – on the condition for the minimum loading of the rollers. The results of the calculations of the two methodologies are compared.

A conclusion is made that the determining condition is the second, i.e. there must be no rollers, loaded with opposite forces, which tend to set apart from the rail. If the number of the rollers is small ($n_0=20$) the results of the calculations are almost equal. But if the number of the rollers is greater, the calculated diameter when using the second methodology is greater.

The results of the calculations and the conclusions can be used for excavators also.

Увод

Опорно-въртящите се устройства с ролки се използват при багерите и въртящите се кранове. Състоят се от конични или цилиндрични ролки контактуващи с две кръгови релси монтирани на въртящата се платформа и ходовата част на машината. Ролките са свързани чрез лостове към централна цапфа или са лагирани към сепараторен обръч (Гохберг, 1988).

В настоящата статия ще разгледаме конкретен пример на въртящ се грайферен пристанищен кран, който прехвърля насипния материал от шлепа върху лентов транспортьор (Trumpf, 2010).

Определяне на диаметъра на кръговата релса по условието за устойчивост на въртящата се част

Условието за устойчивост е (Тросколянски, 1957):

$$\frac{M_{уст}}{M_{обр}} \geq 1,3 \quad (1)$$

където:

$M_{уст}$ – установяващ момент на силите действащи върху въртящата се част спрямо т.А;

$M_{обр}$ – обръщателен момент на силите действащи върху въртящата се част спрямо т.А.

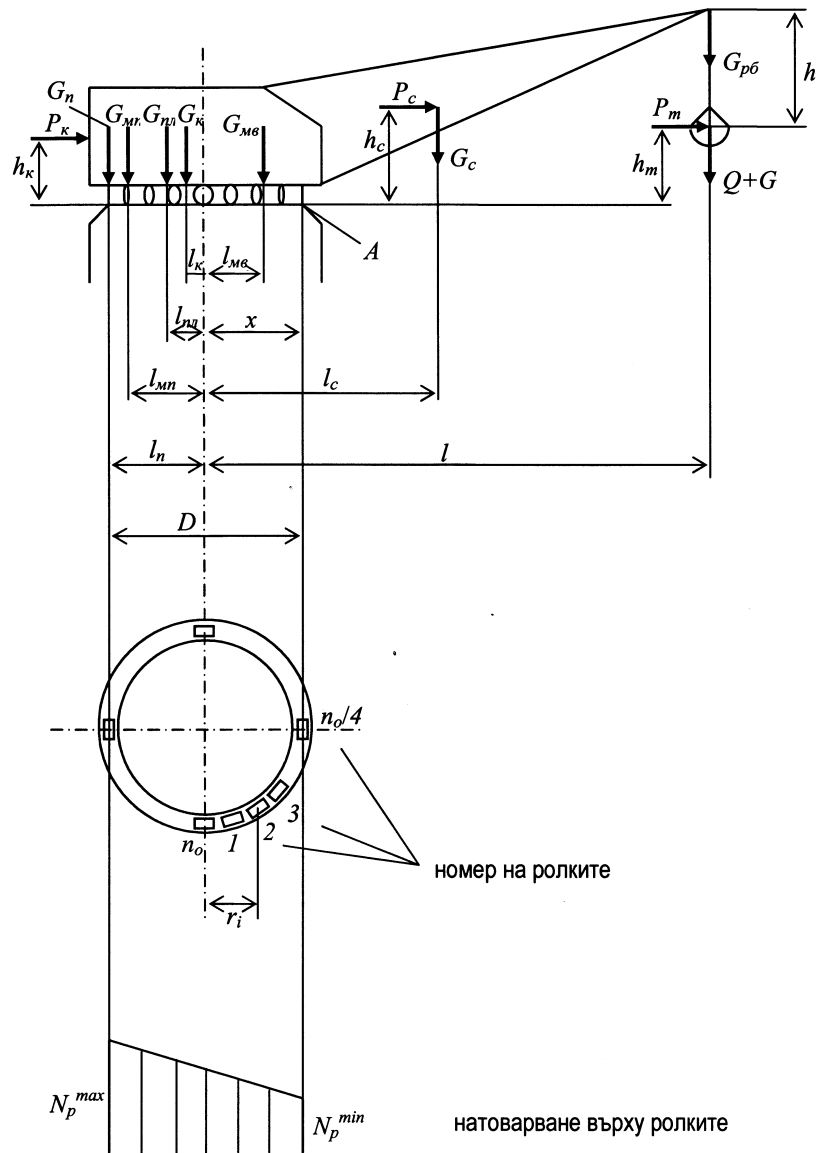
Преди да определим диаметъра на кръговата релса трябва да се определи големината на противотежестта. Тя се определя от условието равнотежестта от вертикалните сили при натоварен и ненаоварен кран (фиг.1) да се намира на едно и също разстояние от оста на въртене, т.е.:

$$\frac{(Q + G + G_{рб})l + G_c \cdot l_c + G_{мв} -}{Q + G + G_{рб} + G_c + G_{мв} + G_k + G_{nl} + G_{mn} + G_n}$$

$$\frac{-G_k \cdot l_k - G_{nl} \cdot l_{nl} - G_{mn} - G_n \cdot l_n}{=}$$

$$= \frac{G_k \cdot l_k + G_{nl} \cdot l_{nl} + G_{mn} \cdot l_{mn} + G_n \cdot l_n -}{G_k + G_{nl} + G_{mn} + G_n + G_{мв} + G_c + G + G_{рб}}$$

$$\frac{-(G + G_{рб})l - G_c \cdot l_c - G_{мв} \cdot l_{мв}}{=}, \text{ където:}$$



Фиг.1 Схема за определяне на диаметъра на ролково опорно-въртящо устройство

$Q, G, G_{pb}, G_c, G_{mb}, G_k, G_{nl}, G_{ml}, G_n$ – сили на тежестта на товара, подвижния ролков блок, неподвижния ролков блок, стрелата, механизма за въртене, кабината, платформата, механизма за подеи и противовтежестта;
 $l, l_c, l_{mb}, l_k, l_{nl}, l_{ml}, l_n$ – рамена на съответните сили до оста на въртене.

При зададени $Q=30\text{ kN}, G=1\text{ kN}, G_{pb}=1\text{ kN}, G_c=25\text{ kN}, G_{mb}=9\text{ kN}, G_k=30\text{ kN}, G_{nl}=21\text{ kN}, G_{ml}=18\text{ kN}, l=12\text{ m}, l_c=6,2\text{ m}, l_{mb}=1\text{ m}, l_k=0,1\text{ m}, l_{nl}=0,6\text{ m}, l_{ml}=1,6\text{ m}$ и $l_n=2,8\text{ m}$ се получава:

$$G_n^2 + 2,54 \cdot G_n - 1311270 = 0$$

$G_n = 113\text{ kN}$. Приемаме $G_n = 120\text{ kN}$.

$$M_{ycm} = G_n \cdot (l_n + x) + G_{ml} \cdot (l_{ml} + x) + G_{nl} \cdot (l_{nl} + x) + G_k \cdot (l_k + x) + G_{mb} \cdot (x - l_{mb}) = 366 + 198 \cdot x$$

$$M_{обр} = (Q + G + G_{pb}) \cdot (l - x) + G_c \cdot (l - x) + P_m \cdot h_m + P_c \cdot h_c + P_k \cdot h_k + M_{ин}$$

където: x – разстояние от т.А до оста на въртене;

P_m, P_c, P_k – сили от вятъра върху товара, стрелата и кабината;

h_m, h_c, h_k – рамена на силите от вятъра спрямо равнината, където е разположен крана;

$M_{ин}$ – инерционен момент от въртенето на крана.

$$P_m = S_m \cdot k_3 \cdot k_\alpha \cdot p = 2,3 \cdot 1,1 \cdot 2,30 = 0,83 \text{ kN}$$

$$P_c = S_c \cdot k_3 \cdot k_\alpha \cdot p = 25,0 \cdot 4,1 \cdot 2,30 = 4,8 \text{ kN}$$

$$P_k = S_k \cdot k_3 \cdot k_\alpha \cdot p = 7,5 \cdot 1,1 \cdot 2,30 = 2,7 \text{ kN}$$

S_m, S_c, S_k – обветрени площи на товара, стрелата и кабината;

k_3 – коефициент на запълване на сечението;

k_α – коефициент на аеродинамичност;

$p=30\text{kN/m}^2$ – налягане на вятъра.

$$M_{\text{UH}} = (Q + G) \cdot \frac{l \cdot \omega^2}{g - h \cdot \omega^2} \cdot h_m + \\ + \frac{\omega^2}{g} \cdot (G_{\text{pб}} \cdot l \cdot h_m + G_c \cdot l_c \cdot h_c - G_n \cdot l_n \cdot h_k) \\ \omega \cdot \frac{\pi \cdot n}{30}$$

При $h_m=10,5\text{m}$, $h_c=7\text{m}$, $h_k=2\text{m}$ и $n=2\text{min}^{-1}$ се получава:

$$\omega = 0,21 \text{ rad/s}; \quad M_{\text{UH}} = 20,6 \text{ kN.m}$$

$$M_{\text{обр}} = 609 - 57 \cdot x$$

Тогава:

$$\frac{366 + 198 \cdot x}{609 - 57 \cdot x} \geq 1,3 \quad x \geq 1,56 \text{ m}$$

Приемаме $x=1,6\text{m}$.

За диаметъра на кръговата релса се получава:

$$D = 2 \cdot x = 3,2 \text{ m}$$

Определяне на диаметъра на кръговата релса по условието за минимално натоварване върху ролките

Минималното натоварване върху ролките (фиг.1) трябва да е по-голямо или равно на нула (Гохберг, 1988), т.е.:

$$N_p^{\text{min}} = \frac{V}{n_o} - \frac{M \cdot D}{2 \cdot \sum_{i=1}^{n_o} r_i^2} \geq 0 \quad (2)$$

където:

V – сума от вертикалните сили;

n_o – брой на ролките;

M – резултантен момент на всички сили спрямо оста на въртене;

l – разстояния между центровете на ролките и оста на въртене.

Ако $N_p^{\text{min}} < 0$, тогава задните ролки ще бъдат натоварени с обратна по посока сили и ролките ще се стремят да се отделят от долната кръгова релса.

Неравенството (2) може да се преобразува във вида:

$$D \leq \frac{2 \cdot V \cdot \sum_{i=1}^{n_o} r_i^2}{M \cdot n_o} \quad (3)$$

Като използваме зависимостите:

$$r_i = \frac{D}{2} \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot i}{n_o}\right) \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^{n_o} r_i^2 = 4 \cdot \sum_{i=1}^{\frac{n_o}{4}} r_i^2$$

се получава окончателно:

$$D \geq \frac{M \cdot n_o}{2 \cdot V} \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^{\frac{n_o}{4}} \left(\sin \frac{360 \cdot i}{n_o}\right)^2} \quad (4)$$

За конкретния пример определяме стойностите на величините V и M :

$$V = Q + G + G_{\text{pб}} + G_c + G_{\text{мв}} + G_k + G_{\text{пл}} + \\ + G_{\text{пм}} + G_n = 255 \text{ kN}$$

$$M = (Q + G + G_{\text{pб}}) \cdot l + G_c \cdot l_c + G_{\text{мв}} \cdot l_{\text{мв}} - G_k \cdot l_k - \\ - G_{\text{пл}} \cdot l_{\text{пл}} - G_{\text{пм}} \cdot l_{\text{пм}} - G_n \cdot l_n + P_c \cdot h_c + P_k \cdot h_k + M_{\text{UH}} + \\ P_m \cdot h_m = 243 \text{ kN}$$

Направени са изчисления за диаметъра на кръговата релса по формула (4) при различен брой на ролките n_o . Резултатите са дадени в долната таблица:

n_o	20	36	44	84
D [m]	3,19	3,44	3,51	3,66

Изводи

От направените изчисления по двете методики се вижда, че определяща е втората методика. При брой на ролките $n_o=20$ се получават еднакви стойности за диаметъра на кръговата релса, но при по-голям брой на ролките по втората методика се получава по-голям необходим диаметър.

Литература

- Гохберг, М.М. 1988. *Справочник по кранам*, Машиностроение, 559 с.
Тросколянский, А.Т. 1957. *Подъемно-транспортни съоръжения*. Наука и изкуство. софия, 669 с.
Trumper, R.M., Walpers, F.M..5/2010. New coal hanfling facility for a coke oven plant. *Bulk Solids Handling*, 46-48