

DOI 10.32820/2079-1747-2018-22-17-21

УДК 621.863.6

**ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО КУТА ВІДХИЛЕННЯ КАНАТУ  
НАБІГАЮЧОГО НА БЛОК**©**Фідровська Н. М.<sup>1</sup>, Писарцов О. С.<sup>1</sup>, Водолажський В. П.<sup>2</sup>***Українська інженерно-педагогічна академія<sup>1</sup>  
Харківський автомобільно-дорожній технікум<sup>2</sup>***Інформація про авторів:**

**Фідровська Наталія Миколаївна:** ORCID: 0000-0002-5248-273X; [tot@uipa.edu.ua](mailto:tot@uipa.edu.ua); доктор технічних наук; професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м.Харків, 61003, Україна.

**Писарцов Олександр Сергійович:** ORCID: 0000-0003-4661-5441; [alex.pisartsov@gmail.com](mailto:alex.pisartsov@gmail.com); старший викладач кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м.Харків, 61003, Україна.

**Водолажський Віталій Петрович:** ORCID: 0000-0002-4062-5609; [vodolazhskiy\\_vitalii@gmail.com](mailto:vodolazhskiy_vitalii@gmail.com); кандидат технічних наук; викладач циклової комісії «Експлуатація і ремонт підйомно-транспортних, будівельних і дорожніх машин і обладнання»; Харківський автомобільно-дорожній технікум; вул. Котельниківська, 3, м.Харків, 61051, Україна.

В статті розглянуті питання визначення максимального кута відхилення канату, який набігає на канатний блок. Довговічність канату в значній мірі визначається в залежності від кута відхилення, тому, що канат може переломлюватися на краю ручія.

При вирішенні задачі визначення граничного кута відхилення канату на блоці або барабані виходять з умови, що канат залишає канавку або входить в канавку повільно і не отримує перелому на гребні. Дослідження, яке проведено в статті дало змогу отримати уточнене значення граничних значень кута відхилення канату в залежності від геометричних і жорсткісних параметрів канату і блоку.

**Ключові слова:** канат, блок, кут відхилення, барабан, напруження, натягнення, жорсткість, довговічність, згин.

**Фидровская Н.Н., Писарцов А.С., Водолажский В.П.** «Определение максимального угла отклонения каната набегающего на блок».

В статье рассмотрены вопросы определения максимального угла отклонения каната, набегающего на блок. Долговечность каната в значительной степени определяется в зависимости от угла отклонения, потому, что канат может преломляться на краю ручья.

При решении определения предельного угла отклонения каната на блоке или барабане выходят из условия, что канат оставляет канавку или входит в канавку плавно и не имеет перелома на гребне. Исследование, которое проведено в статье, дает возможность получить более точное значение угла отклонения каната в зависимости от геометрических и жесткостных параметров каната и барабана.

**Ключевые слова:** канат, блок, угол отклонения, барабан, напряжение, натяжение, жесткость, долговечность, изгиб.

*Fidrovska N., Piszarsov A., Vodolagsky V.* «Definition of maximum angle deflexion of rope which raid on the block».

In this article it is considered questions definition of maximum angle deflexion of rope which raid on the block. Lasting of rope considerable definition in dependence from angle deflexion because the rope can be refracted on border of brock.

In the time of decision definition limit of angle deflexion of rope on block or drum proceed from condition what the rope leave ditch or come in ditch flowing and not have fracture on crest. Research which conduct in article give possibility to receive more exact importance of angle deflexion rope in dependence from geometrical and hard index of rope and drum.

**Key words:** rope, angle deflection, drum, strain, stretch, hard, period work, crock.

### **1. Постановка проблеми**

Строк служби канату залежить від його конструкції, властивостей дроту, умов експлуатації, від відповідності властивостей канату його роботі на конкретній машині. В залежності від умов роботи строк служби канату коливається від декількох тижнів до кількох років. Як показує практика і експерименти багатьох авторів руйнування дротинок відбувається в місцях контакту дротинок між собою, а також контакту канату і поверхні блоку або барабану, де до напружень розтягнення, згину і кручення додаються ще й контактні напруження.

### **2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

При навиванні канату на барабан або при перегині канату на блоках поліспаствів виникає відхилення канатів від площини обертання блоків. При збільшенні кутів відхилення можуть виникнути дуже негативні моменти, викликані тим, що відхилений канат сковзає по борту ручія блока, при цьому знушується сам і приводе до зносу ручія блока. Із збільшенням кута відхилення збільшується контактна лінія канату з бортом ручія блока і відносна швидкість зміщення канату. Кути відхилення обмежуються з урахуванням відношення  $D/d$ , де  $D$  – діаметр блоку,  $d$  – діаметр канату і режиму роботи підйомного механізму.

При відхилення канату на барабані необхідно враховувати і можливість перескакування канату в іншу канавку і зломі канату на гребні канавки. Цим питання були присвячені роботи Унольда [1], Маттиаса [2] і Б.С.Ковальського [3, 4].

### **3. Виклад основного матеріалу**

Рівняння пружної лінії, яка виникає при огинанні канатів блоків, які відстоять один від одного на відстані  $2a$  (рис. 1 а) [3]

$$y = \frac{ltg\alpha}{\lambda l - th\lambda l} [th\lambda l (ch\lambda x - 1) - sh\lambda x + \lambda x], \quad (1)$$

$$\text{де } \lambda = \sqrt{\frac{T}{B}} = \frac{1}{kd},$$

$T$  – натягнення канату,  $T = F\sigma = cd^2\sigma$ ,

$B$  – жорсткість канату при згинанні,  $B = \varepsilon EI$ ,

$F$  – площа канату,  $c$  – коефіцієнт заповнення канату,  $\sigma$  – напруження в канаті,

$k$  – постійна для канатів визначеної конструкції [3].

З рис.1 а отримаємо рівняння

$$\left(\frac{D}{2} + z\right)^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 + x^2 \quad (2)$$

Рішення рівняння (2) буде мати вигляд

$$z_{1,2} = -\frac{D}{2} \pm \sqrt{\frac{D^2}{4} + x^2} \quad (3)$$

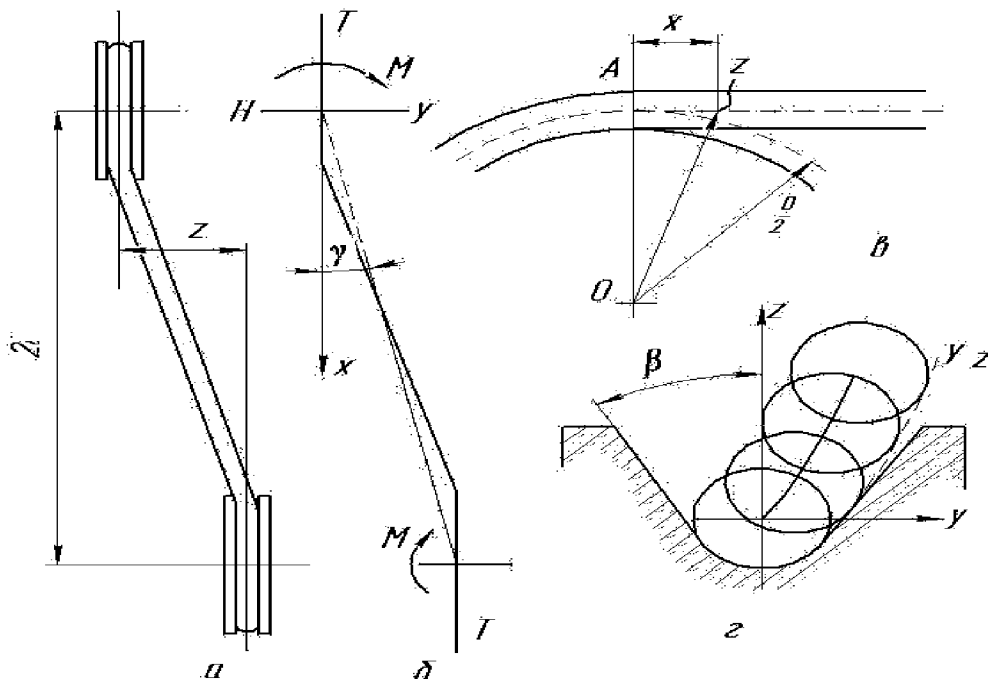


Рис.1 Згин пружного канату

Рівняння (2) і (3) можуть допомогти визначити криву пересувань центрів перетину канатів (рис. 1 а,б) при зміщенні їх в площині ОА. Крива, яка огинає ці точки може бути записана двома рівняннями

$$Z = z - \frac{d}{2} \frac{y'}{\sqrt{y'^2 + z'^2}}, \quad Y = y + \frac{d}{2} \frac{z'}{\sqrt{y'^2 + z'^2}} \quad (4)$$

Представимо гіперболічні синус і косинус у вигляді

$$\operatorname{sh} \omega x = \frac{1}{2}(e^{\omega x} - e^{-\omega x}), \quad \operatorname{ch} \omega x = \frac{1}{2}(e^{\omega x} + e^{-\omega x})$$

Тоді

$$\operatorname{th} \omega l = \frac{e^{\omega l} - e^{-\omega l}}{e^{\omega l} + e^{-\omega l}}.$$

Підставляємо ці вирази у формулу (1) і отримуємо

$$y = \frac{ltg\gamma}{\omega l - \frac{e^{\omega l} - e^{-\omega l}}{e^{\omega l} + e^{-\omega l}}} \left\{ \frac{e^{\omega l} - e^{-\omega l}}{e^{\omega l} + e^{-\omega l}} \left[ \frac{1}{2} - 1 \right] - \frac{1}{2} (e^{\omega x} + e^{-\omega x}) (e^{\omega x} - e^{-\omega x}) - \omega x \right\}$$

Граничне значення кута  $\gamma$  знаходимо із умови, коли зігнутий канат не буде торкатися ручія блока, при цьому

$$\begin{aligned} tg\beta &\geq \left( \frac{dY}{dZ} \right)_{x=0} = \left( \frac{z'}{y'} \right)_{x=0} = \\ &= \frac{4x(\omega l - th\omega l)}{ltg\gamma\omega \sqrt{\frac{D^2}{4} + x^2 [th\omega l(e^{\omega x} - e^{-\omega x}) - e^{\omega x} - e^{-\omega x} + 2]}} = \\ &= \frac{4(\omega l - th\omega l)}{l\omega tg\gamma} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x}{\sqrt{\frac{D^2}{4} + x^2 [th\omega l(e^{\omega x} - e^{-\omega x}) - e^{\omega x} - e^{-\omega x} + 2]}} = \\ &= \frac{4(\omega l - th\omega l)}{D\omega ltg\gamma} \end{aligned} \quad (5)$$

Тоді отримуємо

$$tg\gamma = \frac{4(\omega l - th\omega l)}{D\omega ltg\beta} \quad (6)$$

Якщо ми можемо допустити прилягання канату до борту блока на довжині  $c$ , то максимальний кут визначиться за формулою

$$tg\gamma = \frac{4(\omega l - th\omega l)}{D\omega ltg\beta} + tg\theta, \quad (7)$$

де  $tg\theta$  - кут повороту в місці відриву його від поверхні блока (рис. 1 в,г).

Запишемо рівняння поверхні ручія блока

$$u^2 + v^2 = t^2 ctg^2\beta$$

Якщо провести перетин конусу площиною

$$u = a = \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \sin\beta,$$

то отримаємо рівняння кривої, яка являється геометричним місцем точок можливого контакту каната і блока

$$t = tg\beta \sqrt{a^2 + v^2}.$$

Тоді

$$tg\theta = \left( \frac{dt}{dv} \right)_{v=c} = \left( \frac{vtg\beta}{\sqrt{a^2 + v^2}} \right)_{v=c} = \frac{ctg\beta}{\sqrt{a^2 + c^2}} = \frac{ctg\beta}{\sqrt{\left( \frac{D}{2} - \frac{d}{2} \sin\beta \right)^2 + c^2}} \quad (8)$$

Максимальне значення кута  $\gamma$  визначається з умови відсутності перелому канату на краю борту ручія

$$c_{\max} = \sqrt{(a+h)^2 - a^2} = \sqrt{h(D-d \sin \beta + h)} \quad (9)$$

Проведемо розрахунок по отриманим формулам. Приймаємо  $h=d$  і результати розрахунків представлені на рис. 2.

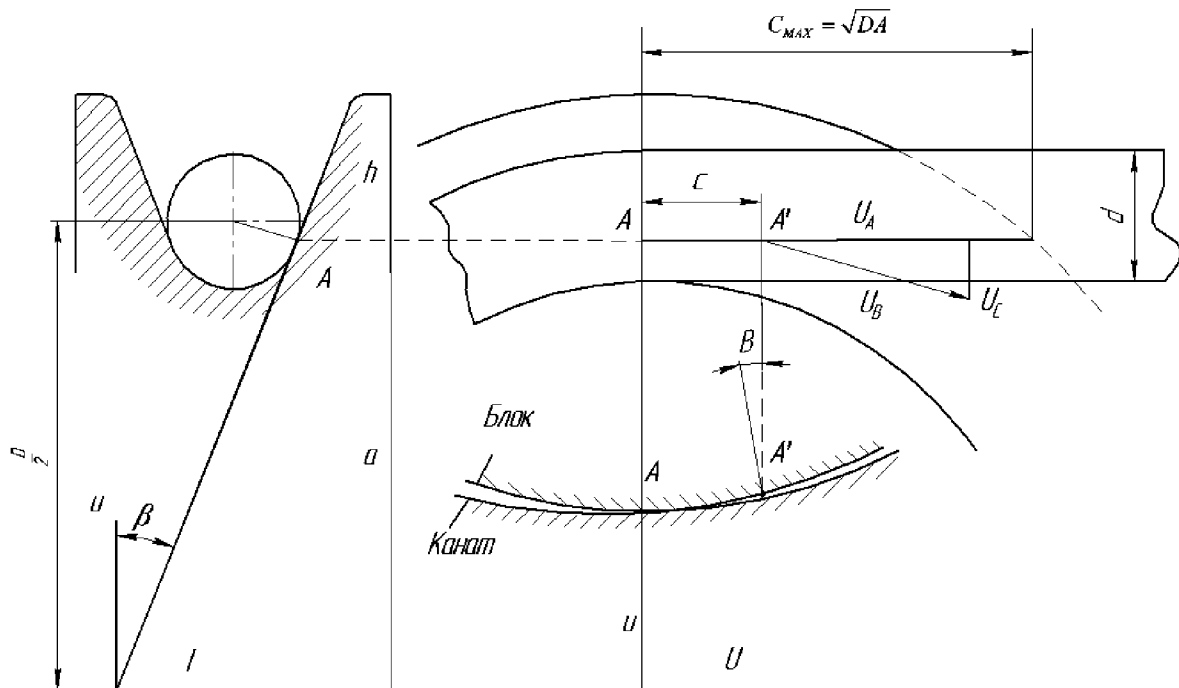


Рис 2. Відхилення канату на блоці

### Висновки

Запропонована конструкція тупикового упору має підвищити надійність захисних систем кранів мостового типу у кінцевих ділянках колії, а використання цього пристрою дозволить надійно та безпечно зупиняти вантажопідіймальні крани в аварійних ситуаціях.

### Список використаних джерел:

1. Ernst H. Die Hebezeuge. Bd. 2. / H. Ernst. – 1959.
2. Matthias K. Zur Seilablenkung an Seltrommeln, Hebezeuge und Fordermitet / K. Matthias. – Berlin, 1966. – 258с.
3. Ковальский Б. С. Барабаны грузоподъемных машин / Б. С. Ковальский, С. В. Кожин. – Харьков : ХВКИУ, 1969. – 164с.
4. Ковальский Б. С. Отклонение канатов на блоках и барабанах / Б. С. Ковальский, А. М. Циприн // Информационные материалы ВНИИПТМАШ. – 1953. – № 263. – С. 9–17

### References

1. Ernst, H 1959, *Die Hebezeuge*, Bd. 2.
2. Matthias, K 1966, *Zur Seilablenkung an Seltrommeln, Hebezeuge und Fordermitet*, Berlin, p. 258.
3. Kovalskij, BS & Kozhin, SV 1969, *Barabany грузоподъемных машин*, Harkovskoe vysshee komandno-inzhenerное uchilishhe, Harkov, p. 164.
4. Kovalskij, BS & Ciprin, AM 1953, 'Отклонение канатов на блоках и барабанах', *Informacionnye materialy VNIPTMASH*, no. 263, pp. 9–17.

Стаття надійшла до редакції 15 листопада 2018 р.