

УДК 621.863

**ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕННЯ В ДРОТИНІ КАНАТУ
ПРИ НАБІГАННІ НА БЛОКИ І БАРАБАНИ**

©Фідровська Н. М., Ломакін А. О.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Фідровська Наталія Миколаївна: ORCID: 0000-0002-5248-273X; nfidrovskaya@mail.ru; доктор технічних наук; професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська 16, м.Харків, 61003, Україна.

Ломакін Андрій Олександрович: ORCID 0000-0001-6729-3168; delgadokh@gmail.com; старший лаборант кафедри практичної психології; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянута задача визначення додаткових зусиль, які виникають при намотці канату на барабани і згині на блоках. Розглянутий елемент каната, який переходить з прямої ділянки до згинання на блоці. При цьому в ньому виникають розтягуючі (або стискаючі) сили, які приводять до руйнування дротинок канату. Запропонований новий розрахунок, який базується на класичній теорії, а саме законі Гука. Зроблено порівняння отриманих розрахункових значень до експериментальних.

Ключові слова: деформація дроту; згин каната; блок; барабан; канат; дротина.

Фидровская Н. Н., Ломакин А. А. «Определение напряжений в проволоке каната при набегании на блоки и барабаны».

В статье рассмотрена задача определения дополнительных усилий, возникающих при намотке каната на барабане и сгибе на блоках. Рассмотрен элемент каната, который переходит с прямого участка к изогнутому на блоке. При этом в нем возникают растягивающие силы (или силы сжатия), которые приводят к разрушению проволок каната. Предложен новый расчет, который базируется на классической теории, а именно на законе Гука. Проведено сравнение полученных расчетных значений с экспериментальными.

Ключевые слова: деформация проволоки; изгиб каната; блок; барабан; канат; проволока.

Fidrovskaya N., Lomakin A. “The determination of the stresses in the wire of steel wire rope at clash on the blocks and drums”.

The article considers the problem of determining the extra effort that occurs when the steel wire rope winding on the drum and the bend on the blocks. Considered the steel wire rope element, which goes from a straight section to the curved on the block. In this case there arise tensile force (or compression force), which lead to the destruction of wires of the steel wire rope. The proposed new calculation, which is based on the classical theory, namely Hooke's law. A comparison of the calculated values with the experimental ones.

Key words: wire deformation; steel wire rope bending; block; drum; steel wire rope; wire.

Піднімально-транспортні машини

Питання напруженого стану каната являються досить актуальними на протязі всього часу експлуатації підйомних установок. Дослідження багатьох відомих вчених, таких як Б. С. Ковальський [1-3], М. Ф. Глушко [4, 5], І. Ф. Нікітін [6, 7], В. А. Маліновський [8, 9] та інші показали, що найбільші напруження в канаті виникають саме в точці набігання канатом на блок або барабан, там де до напружень розтягнення канату додаються напруження згину. Було встановлено, що на ділянках переходу від прямого до зігнутого в канаті виникають додаткові напруження.

І. Ф. Нікітін [6, 7] враховував розповсюдження додаткових напружень дротинки не тільки в бік прямої гілки канату, але і в бік блоку. Були розглянуті крайні значення натягнення на довжині кроку каната з урахуванням їх подальшого періодичного повторення. Але ці рішення приводять до дуже складних розрахунків і не дають кінцевих розрахункових формул. Крім цього, вони мають суттєвий недолік – в них відсутні умови сумісності деформації елементів в канаті.

Розглянемо положення дроту в поперечному перерізі канату в полярних координат r і φ (рис. 1).

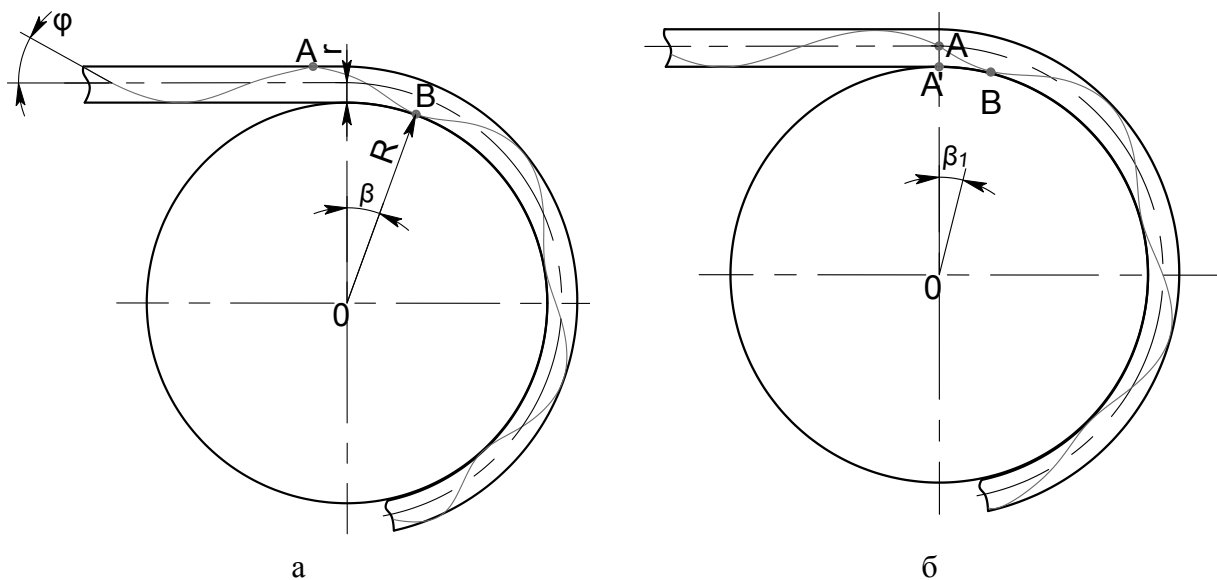


Рис. 1 – Положення дроту в поперечному перерізі канату в полярних координат r і φ

Якщо елемент канату, який дорівнює чверті кроку канату, тобто $\frac{S}{4}$ починає згинатися на блоці радіусом R , він займає положення на дузі АВ. Довжина дротинки змінюється і може бути визначена наступним чином

$$l_1 = \sqrt{R^2 + (R+r)^2 - 2R(R+r)\cos\beta}, \quad (1)$$

де r – радіус канату,

β – кут, який утворюється між відрізками ОА і ОВ.

Довжина дротинки АС буде дорівнювати

$$l = \frac{S}{4\cos\alpha}, \quad (2)$$

де α – кут звивання дротинки.

Піднімально-транспортні машини

Тоді отримаємо деформацію дротинки при згині канату на довжині $\frac{S}{4}$.

$$\Delta l = l_1 - l \quad (3)$$

Визначаємо силу, яка виникає при деформації дротинки

$$F = \frac{EA\Delta l}{l_1}; \quad (4)$$

де E – модуль пружності;

A – площа перетину дротинки.

Якщо елемент канату дорівнює половині кроку пасма (рис. 1,б), то

$$l_1 = \sqrt{R^2 + (R + 2r)^2 - 2R(R + 2r)\cos\beta} \quad (5)$$

Ми провели дослідження експериментальних даних, отриманих І. Ф. Нікітіним і побудували графіки залежності зусиль розтягнення в дротинках каната до початку згину (рис. 2) і додаткових зусиль при згинанні на блоці (рис. 3).

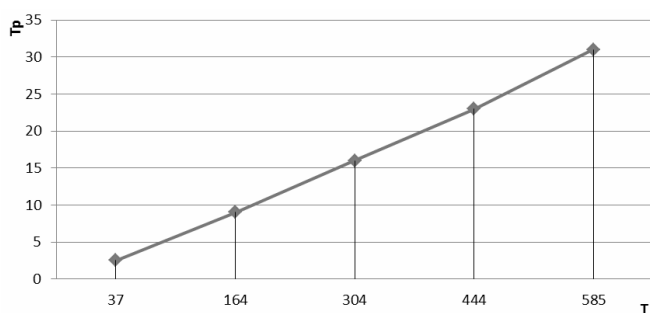


Рис. 2 - Сили розтягнення в дротинках канату до початку згину

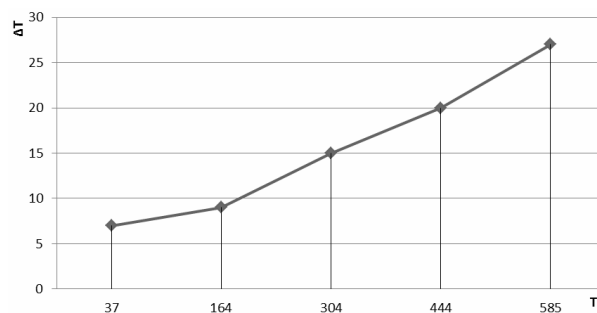


Рис. 3 - Додаткові зусилля в дротинках канату при згинанні його на блоці

Ми зробили порівняння значень додаткових зусиль в дротині канату, отриманих в експериментах І. Ф. Нікітіна $\Delta T_{ник}$ і розрахунками по формулі (4) $\Delta T_{роз}$ і занесли в таблицю 1.

Таблиця 1 - Порівняння експериментальних та розрахункових даних

| R | $\Delta T_{ник}$, Н | $\Delta T_{роз}$, Н |
|-----|----------------------|----------------------|
| 76 | 288 | 236 |
| 132 | 109 | 104,2 |
| 76 | 280 | 237 |

Висновки

Як бачимо з таблиці 1 розроблений нами розрахунок дає добре співпадання з експериментальними даними (близько 5 %).

Список використаних джерел:

1. Ковальский Б. С. Грузоподъемные машины, канаты, блоки, барабаны / Б. С. Ковальский. – Харьков : ХВКИУ, 1961. – 196 с.
2. Ковальский Б. С. Механическое оборудование. Элементы грузоподъемных устройств / Б. С. Ковальский. – Харьков : ХВКИУ, 1971. – 340 с.

Піднімально-транспортні машини

3. Ковальський Б. С. Нагрузка барабана подъемной машины витками каната / Б. С. Ковальский // Доклады АН СССР. – 1950. – Т. 75, № 6. – С. 779-782.
4. Глушко М. Ф. Определение напряжений в проволоках спиральных канатов при изгибе / М. Ф. Глушко // Научные труды Харьковского Горного ин-та. – 1958. – Т. У1.
5. Глушко М. Ф. Изгиб проволоки каната при контакте его со шкивом / М. Ф. Глушко, В. Ф. Волоконский. – Известия вузов. Горный журнал. – 1962. – № 10.
6. Никитин И. Ф. О схеме решения переходных процессов при формировании изогнутого каната в области набегания на шкив / И. Ф. Никитин // Горная электромеханика и автоматика. – Харьков : Изд-во ХГУ, 1968. – № 10. – С. 22-37.
7. Никитин И. Ф. Исследование изгиба каната на блоках / И. Ф. Никитин, О. В. Щербак // Вестник Харьков. Нац. автомобильно-дорожного ун-та. – 2007. – № 38. – С. 108-110.
8. Малиновский В. А. Стальные канаты. Ч. 1. Некоторые вопросы технологии, расчета и проектирования / В. А. Малиновский. – Одесса : Астропринт, 2001. – 187 с.
9. Малиновский В. А. Стальные канаты. Ч. 2. Основы теории изгиба и взаимодействия с опорной поверхностью / В. А. Малиновский. – Одесса : Астропринт, 2002. – 180 с.

References

1. Kovalskiy, B 1961, *Gruzopodyemnyye mashiny, kanaty, bloki, barabany*, KhVVKIU, Kharkiv.
2. Kovalskiy, B 1971, *Mekhanicheskoye oborudovaniye. Elementy gruzopodyemnykh ustroystv*, KhVVKIU, Kharkiv.
3. Kovalskiy, B 1950, 'Nagruzka barabana podyemnoy mashiny vitkami kanata', *Dokladi AN USSR*, vol. 75, no. 6, pp.779-782.
4. Glushko, M 1958, 'Opredeleniye napryazheniy v provolokakh spiralnykh kanatov pri izgibe', *Trudy Kharkovskogo Gornogo instituta*, vol. U1.
5. Glushko, M & Volokonkiy, V 1962, 'Izgib provolok kanata pri kontakte ego so shkivom', *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal*, no. 10.
6. Nikitin, I 1968, 'O skheme resheniya perekhodnykh protsessov pri formirovani izognutogo kanata v oblasti nabeganiya na shkiv', *Gornaya elektromekhanika i avtomatika*, no. 10, pp. 22-37.
7. Nikitin, I & Shcherbak, O 2007, 'Issledovaniye izgiba kanata na blokakh', *Vestnik Kharkovskogo natsionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta*, no. 38, pp. 108-110.
8. Malinovskiy, V 2001, *Stalnyye kanaty. Chast 1. Nekotoryye voprosy tekhnologii, rascheta i proyektirovaniya*, Astroprint, Odessa.
9. Malinovskiy, V 2002, *Stalnye kanaty. Chast 2. Osnovy teorii izgiba i vzaimodeystviya s opornoy poverkhnostyu*, Astroprint, Odessa.

Стаття надійшла до редакції 2 грудня 2016 р.