

УДК 621.863.6

**ВПЛИВ КУТА ВІДХИЛЕННЯ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ КАНАТУ ТА БЛОКІВ**

**©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; mot@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; 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; vodolazhskyi\_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.

У статті розглядається питання конструкції канатних блоків і вплив діаметру блоку на довговічність канату, проводиться аналіз геометричних параметрів блоку та особливості конструкції, умови роботи канату на канатних блоках. Залежність поперечного навантаження канату при згині від розміру дротинок, чим обумовлюється зменшення зносу канату. Розглядається залежність яку рекомендував Б.С.Ковальський для визначення діаметру блоку. Отримані графіки коефіцієнтів: впливу перегинів канату на блоках за час роботи, враховуючий вплив конструкції на канат, враховуючого вплив радіусу кривизни ручія блоку або канавки барабану. Наведений розрахунок згідно цієї залежності та отримана різниця з нормативними даними. Також у статті, приведено отримані значення експериментального дослідження метою якого є обґрунтування раціонального кута відхилення канату, між канатними блоками, для підвищення його довговічності. Накреслені діаграми швидкості зносу канату при різних кутах відхилення та швидкості зносу канатних блоків при різних кутах відхилення.

**Ключові слова:** канат; блок канатний; кут відхилення канату.

**Фидровская Н. Н., Писарцов А. С., Водолажский В. П.** «Влияние угла отклонения на долговечность каната и блоков».

В статье рассматривается вопрос конструкции канатных блоков и влияние диаметра блока на долговечность каната, проводится анализ геометрических параметров блока и особенности конструкции, условия работы каната на канатных блоках. Зависимость поперечной нагрузки каната при изгибе от размера проволок, чем обуславливается уменьшение износа каната. Рассматривается зависимость которую рекомендовал Б.С.Ковальський для определения диаметра блока. Получены графики коэффициентов: влияния перегибов каната на блоках за время работы, учитывающий влияние конструкции на канат, учитывающего влияние радиуса кривизны ручья блока или канавки барабана. Приведен расчет согласно этой зависимости и полученная разница с нормативными данными. Также в статье, приведены полученные значения экспериментального исследования целью которого является обоснование рационального угла отклонения каната между канатными

блоками, для підвищення його довговечності. Начерчені діаграми швидкості износу каната при різних кутах відхилення і швидкості износу канатних блоків при різних кутах відхилення.

**Ключевые слова:** канат; блок канатный; угол отклонения каната.

*Fidrovskaya N., Pysartsov O., Vodolazhskiy V.* “Influence of the deflection angle on the longevity of the rope and blocks”.

The article deals with the design of cable blocks and the impact of the block diameter on the durability of the rope, analyzes the geometric parameters of the unit and the design features, and the operating conditions of the rope on cable blocks. Dependence of the transverse load of the rope when bending from the wire size, which determines the reduction of rope wear. We consider the dependence that B. Kovalsky recommended to determine the diameter of the block. The graphs of the coefficients are obtained: the effect of kink bends on the blocks during operation, taking into account the effect of the structure on the rope, taking into account the impact of the radius of curvature of the block creek or groove of the drum. The calculation is made according to this dependence and the obtained difference with the normative data. Also in the article, the obtained values of the experimental study are given, the purpose of which is to justify the rational angle of the rope deflection between the cable blocks, to improve its durability. The diagrams of rope wear rate are plotted for different angles of deviation and wear rate of cable blocks at different angles of deviation.

**Key words:** rope; a block is wire-rope; angle of rope deflection.

### **1. Актуальність проблеми**

Сталеві канати різних конструкцій вельми широко використовуються в промисловості, а в вантажопідйомних машинах вони просто незамінні. У піднімально-транспортних машинах сталеві канати застосовуються в якості вантажних, стрілових, вантових, тягових, несучих і чалочних [1]. При цьому важливо відзначити, що абсолютна більшість сталевих канатів, що використовуються на вантажопідіймальних машинах не ремонтпригодні, тобто при досягненні граничного стану вони підлягають вибракуванню і заміні. Одним із факторів, які впливають на довговічність канату є кут відхилення канату на блоці та барабані. Великий вклад у дослідження довговічності канату внесли такі вітчизняні та іноземні вчені, як Б. С. Ковальський, Унольд, Н. Н. Нестеров, М. Ф. Глушко, О. П. Ветров, І. Ф. Нікітін, Н. С. Гончаренко, В. А. Маліновський, Н. М. Фідровська, О. В. Григоров, В. М. Іванов, В. П. Биков, І. І. Мархель, М. А. Букштейн та інші.

### **2. Основна частина**

Основною причиною зносу канату являється його перегини на блоках, тому призначення розмірів блоків потребує самого пильного розглядання.

Умови роботи канату на блоці залежить від співвідношення діаметрів блока і канату. Чим більше діаметр блока, тим менше поперечне навантаження каната при згині і менше відносно переміщення дротинки і пасма, і відповідно, зменшується знос канату.

Тому в підйомних механізмах з напруженим режимом роботи треба застосовувати достатньо великі блоки порядку  $D/d = 30-50$  та і більше.; для механізмів з легким режимом

## Піднімально-транспортні машини

роботи можна обмежитися меншими блоками  $D/d = 20 - 25$  і ще меншими при виконанні часткових робіт або в механізмах з ручним приводом або на кранах, де габарити обмежені [2].

Максимально допустимі значення  $D/d$  регламентуються офіційними правилами. Практика, яка використовується у нас, коли норми мінімальних значень  $D/d$  обмежуються правилами технагляду, метою якого є забезпечення безпечної роботи підйомних та інших машин, не являється обґрунтованою. Величина  $D/d$  визначається розрахунком канату на довговічність, мінімальні значення  $D/d$  для даної конструкції канату обмежується тим, що при деяких критичному значенні  $D/d$  можливий вихід пасма із звивки і ушкодження канату.

Наприклад, для легкого, середнього і важкого режимів роботи для кранів на автомобільних і гусеничних кранів приймаємо

$$D/d = 16 - 18 - 20,$$

Для цехових кранів

$$D/d = 20 - 25 - 30.$$

Б. С. Ковальський [3] рекомендував для визначення діаметру блоку таку залежність:

$$D = ABC \left( d + E \frac{\delta}{a} \right)$$

Де  $A$  визначається за формулою  $A = 0,2\sqrt[3]{N}$  (рис. 1).

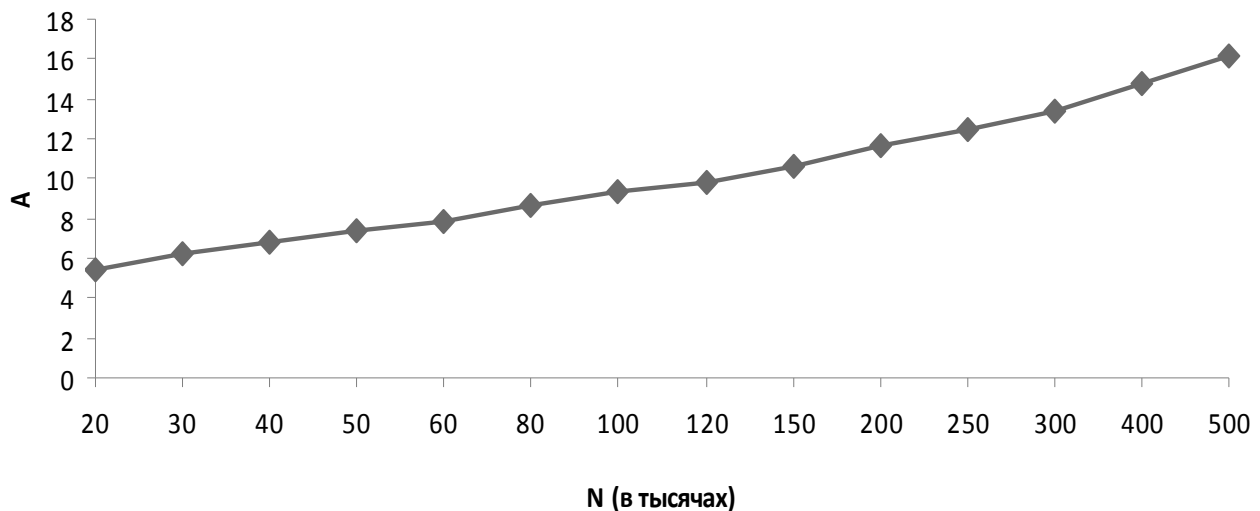


Рис. 1 – Залежність коефіцієнта  $A$  впливу перегинів канату на блоках за час роботи

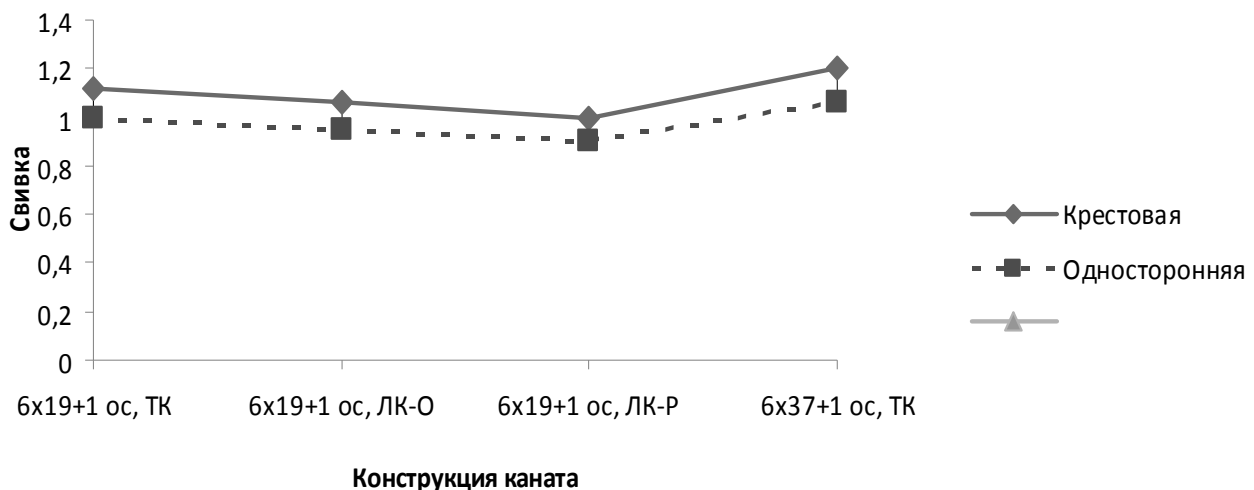
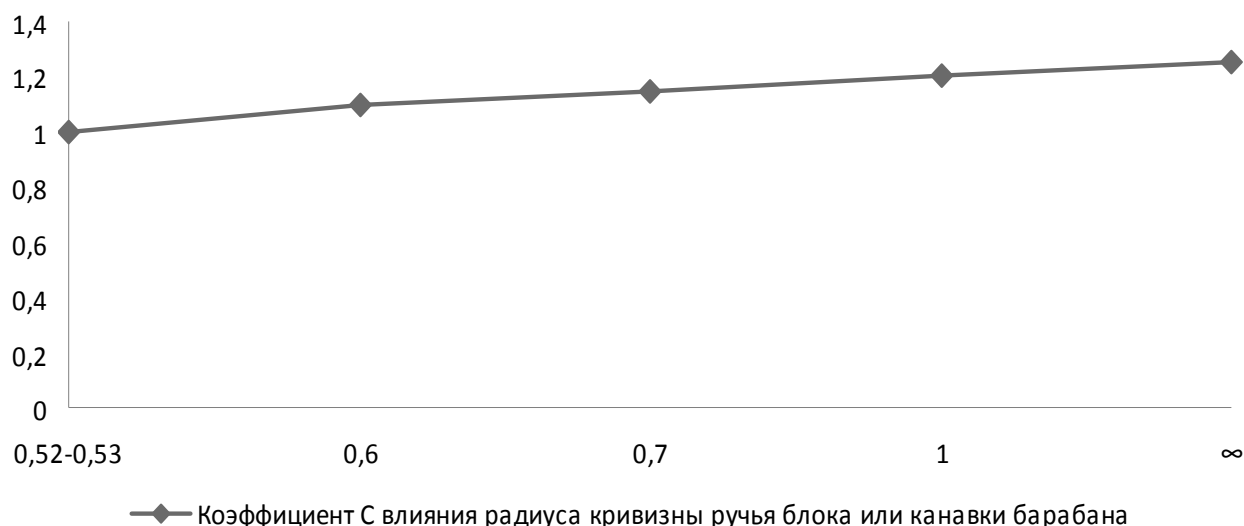


Рис. 2 – Коефіцієнт  $B$  враховуючий вплив конструкції на канат

**Піднімально-транспортні машини**

**Рис. 3** – Коефіцієнт  $C$  враховує вплив радіусу кривизни ручія блоку або канавки барабану

Розглянемо приклад  $S_{\max} = 31123$  Н,  $d_k = 17,5$  мм. Канат ЛК-3 6х25, 4 м.

Вибираємо діаметр блоку і барабану за нормативними даними

$$D = ed_k = 25 \cdot 17,5 = 437,5 \text{ мм}$$

За формулою

$$D = ABC \left( d_k + 0,25 \frac{S}{d_k} \right) = 10 \cdot 1 \cdot 1 \left( 17,5 + 0,25 \frac{31123}{9,81 \cdot 17,5} \right) = 628 \text{ мм}$$

де  $C$  при  $\frac{r}{d} = \frac{10}{17,5} = 0,57$  за графіком 3 приймаємо 1.  $A=10$  приймаємо з графіку 1. Маємо для  $N = 150000$  циклів.

Як бачимо, нормативне значення для метра блоку і барабана відрізняють від рекомендованого Б. С. Ковальським на 30 %.

Визначимо довговічність канату при цьому діаметрі блоку.

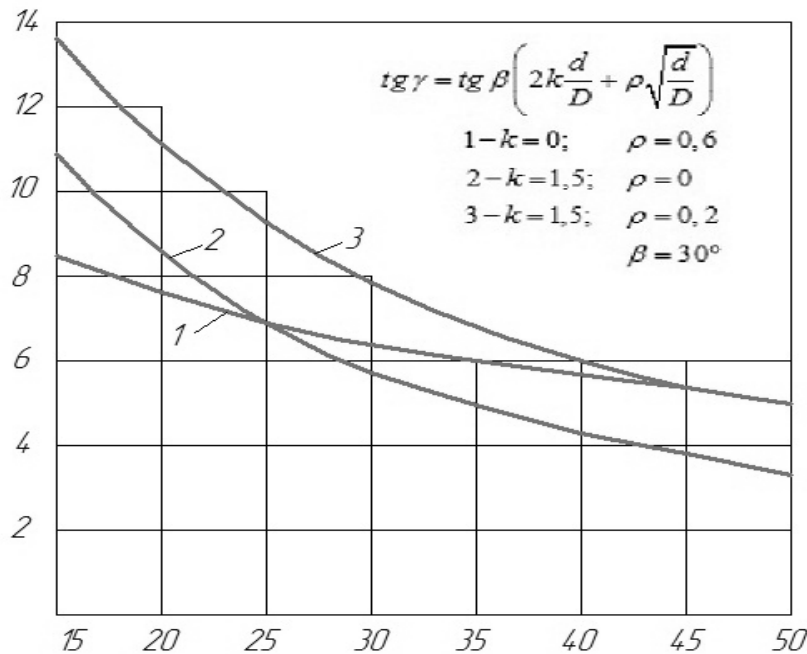
$$A = \frac{D}{BC \left( d_k + 0,25 \frac{S}{d_k} \right)} = \frac{437,5}{1 \cdot 1 \cdot \left( 17,5 + 0,25 \frac{31123}{9,81 \cdot 17,5} \right)} = 6,97$$

Цьому значенню  $A$  відповідає довговічність у 50000 циклів.

Щоб визначити це експериментально, було проведено дослідження, метою якого є обґрунтування раціонального кута відхилення канату, між канатними блоками, для підвищення його довговічності. Для цього було виготовлено машину з кулісним механізмом для втомних випробувань, дозволить розширити емпіричні дані про знос канату під різними кутами [4].

### Висновки

1. На основі проведення аналізу можна зробити висновок, що чим більший кут відхилення, тим більше значення зносу канатних блоків та зменшена кількість часу роботи канату.
2. З проведеного експериментального дослідження бачимо, що найменший знос блоків та найбільша довговічність канату при куті відхилення, який дорівнює  $3^\circ$ .

**Піднімально-транспортні машини**

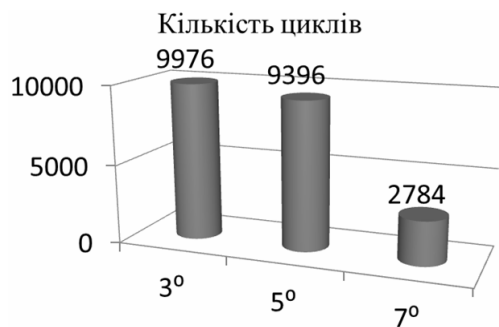
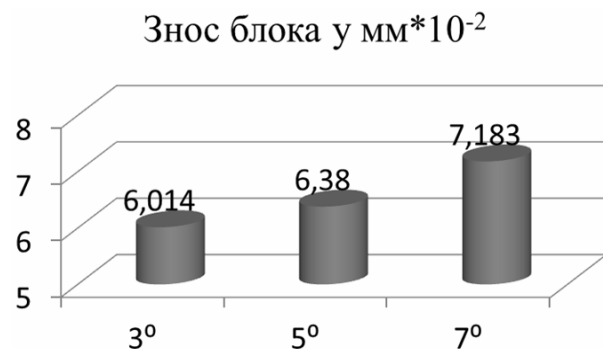
1 – по Унольдю

2 – згідно формули

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \beta \left( 2k \frac{d}{D} + \rho \sqrt{\frac{d}{D}} \right)$$

3 – згідно формули

$$\operatorname{tg} \gamma = 2k \operatorname{tg} \beta \frac{d}{D}$$

**Рис. 4** – Кути відхилення канату, згідно Б. С. Ковальського**Рис. 5** – Швидкість зносу канату при різних кутах відхилення**Рис. 6** – Швидкість зносу канатних блоків при різних кутах відхилення**Список використаних джерел:**

1. Глушко М. Ф. Стальные подъемные канаты / М. Ф. Глушко. – К. : Техніка, 1966. – 327 с.
2. Александров М. П. Грузоподъемные машины : учеб. / М. П. Александров. – М. : Высш. шк., 2000. – 552 с.
3. Ковальский Б. С. Потери на блоках канатных полиспастов / Б. С. Ковальский // Вестник машиностроения. – 1965. – № 10. – С. 34-37.
4. Пат. 112175 Україна, МПК G01N 3/32(2006.01) Машина з кулісним механізмом / О. С. Писарцов ; Укр. інж.-пед. акад. – у 2016 05084 ; Заявл. 10.05.2016 ; Опубл. 12.12.2016, Бюл. № 23. – 1 л.

**References**

1. Glushko, M 1966, *Stalnyye podyemnyye kanaty*, Tekhnika, Kyiv.
2. Aleksandrov, M 2000, *Gruzopodyemnyye mashyny*, Vyssh. shk., Moskva.
3. Kovalskiy, B 1965, 'Potery na blokakh kanatnykh polispastov', *Vestnik mashinostroyeniya*, no. 10, pp. 34-37.
4. Pysartsov O 2016, *Mashyna z kulisnym mekhanizmom*, UA Patent 112175.

Стаття надійшла до редакції 18 травня 2017 р.