

Бондаренко Л.М., Главацький К.Ц., Черкудінов В.Е. Залежність ККД блоків, барабанів від коефіцієнта вибору діаметра та кута обхвату блока канатом /Подъемно-транспортная техника. – 2011. - №1. – С. 62-66.

УДК 621.873/.875(031)

Бондаренко Л.М., к.т.н., Главацький К. Ц., к.т.н., Черкудінов В. Е.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ККД БЛОКІВ, БАРАБАНИВ ВІД КОЕФІЦІЄНТА ВИБОРУ ДІАМЕТРА ТА КУТА ОБХВАТУ БЛОКА КАНАТОМ

Отримані аналітичні залежності для визначення ККД барабанів, блоків, поліспастів з урахуванням вимог ISO при виборі канатів та діаметрів блоків і барабанів.

Ключові слова: ККД, блок, барабан, канат, діаметр, кут обхвату, модель, графік.

Бондаренко Л.Н., Главацкий К.Ц., Черкудинов В.Э. Зависимость КПД блоков, барабанов от коэффициента выбора диаметра и угла обхвата блока канатом /Подъемно-транспортная техника. – 2011. - №1. – С. 62-66.

УДК 621.873/.875(031)

Бондаренко Л.М., к.т.н., Главацький К. Ц., к.т.н., Черкудінов В. Е.

ЗАВИСИМОСТЬ КПД БЛОКОВ, БАРАБАНОВ ОТ КОЭФИЦИЕНТА ВЫБОРА ДИАМЕТРА И УГЛА ОБХВАТА БЛОКА КАНАТОМ

Получены аналитические зависимости для определения КПД барабанов, блоков, полиспастов с учетом требований ISO при выборе канатов и диаметров блоков и барабанов.

Ключевые слова: КПД, блок, барабан, канат, диаметр, угол обхвата, модель, график.

Bondarenko L.N, Glavatskiy K.Ts., Cherkudinov V.E. Dependence of output-input of blocks, drums, ratio on the coefficient of choice of diameter and corner of circumference of block by the rope of / Lifting-transport technique. - 2011. - №1. - P. 62-66.

UDK 621.873/.875(031)

Bondarenko L.N., candidate of engineering sciences, Glavatskiy K.Ts, candidate of engineering sciences, Cherkudinov V.E.

DEPENDENCE OF OUTPUT-INPUT OF BLOCKS, DRUMS, RATIO ON COEFFICIENT OF CHOICE OF DIAMETER AND CORNER OF CIRCUMFERENCE OF BLOCK OF ROPE

Analytical dependences are got for determination of output-input of drums, blocks, поліспаствів, ratio taking into account the requirements of ISO at the choice of ropes and diameters of blocks and drums.

Keywords: output-input ratio, block, drum, rope, diameter, corner of circumference, model, chart.

Постановка проблеми. В нормативній і довідній літературі ККД блоків, барабанів, поліспаствів дається поза залежністю від групи класифікації механізму, а точніше без залежності від коефіцієнтів вибору діаметрів блока та барабана, коефіцієнтів використання каната. Природньо, що встановити експериментальний зв'язок між групою класифікації механізму та ККД задача навряд чи може бути здійснена практично, тому необхідно дати аналітичні залежності, які утримують нормативні співвідношення між розмірами і загальноприйнятими механічними константами матеріалів канатів, блоків, барабанів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Визначенню ККД блоків, барабанів, поліспаствів присв'ячено багато робіт як теоретичного, так і експериментального характеру. У зв'язку з прийняттям нових «Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів» та перехід на стандарт ISO при виборі канатів і розрахунку діаметрів барабанів та блоків виникла потреба в уточненні отриманих раніше як експериментальних так і теоретичних досліджень.

Мета. Встановити аналітичну залежність для визначення ККД блоків, барабанів, поліспаствів і визначити величину ККД в залежності від класифікаційної групи механізму.

Основний матеріал

1. ККД блоків

1.1. Нерухомі блоки. Будемо вважати, що на ККД рухомого блока впливають такі фактори, як згинна жорсткість канату EJ , тертя в підшипниках блоків і тертя кочення

каната по блоку. Відзначимо, що остання складова не згадується нормативній або учбовій літературі.

Коефіцієнт тертя в підшипниках блока

$$\Delta_{tr} = f \cdot d \cdot \sin(\alpha/2) / R_1, \quad (1)$$

де d – діаметр осі блока;

R_1 – радіус блока по осях каната;

α – кут обхвату канатом блока.

Для визначення коефіцієнта опору коченню каната по блоку скористаємось залежністю між коефіцієнтом тертя кочення та півшириною плями контакту. При початковому точковому контакті

$$\Delta_{kh} = 0,32 b \exp(0,2R_1) / R_1, \quad (2)$$

де $b = 0,2[S \sin(\alpha/2)/E_2(1/R_2 - 1/R_4)]^{1/3}$ – півширина плями контакту; S – натяг каната; R_2 – радіус каната ($R_2 = d_2/2$); R_4 – радіус рівчака блока; модуль пружності матеріалу блока при вдавлюванні значно перевищує його величину для каната.

Коефіцієнт опору на згин каната знайдемо з величини сили необхідної для згину каната довжиною рівній радіусу блока [1]

$$\Delta_{jt} = \frac{EJ}{2R_1 S'} \quad (3)$$

де $EJ = R_1 S \sin(\alpha/2)[S \sin(\alpha/2)/E_1(1/R_2 - 1/R_4)]^{1/3}$ – згинальна жорсткість каната; E_1 – модуль пружності каната при згинанні (приймаємо $E_1 = 0,14$ МПа для канатів з органічною серцевиною та $E_1 = 0,18$ МПа – для канатів з металевою серцевиною [2,3].

Таким чином ККД нерухомого блока

$$\eta_{\Pi} = \frac{1}{1 + \Delta_{jt} + \Delta_{kh} + \Delta_{tr}}. \quad (4)$$

На рис.1а показані залежності η_{Π} від кута обхвату канатом блока для верхнього та нижнього значень діаметрів найбільш розповсюджених в кранобудівні.

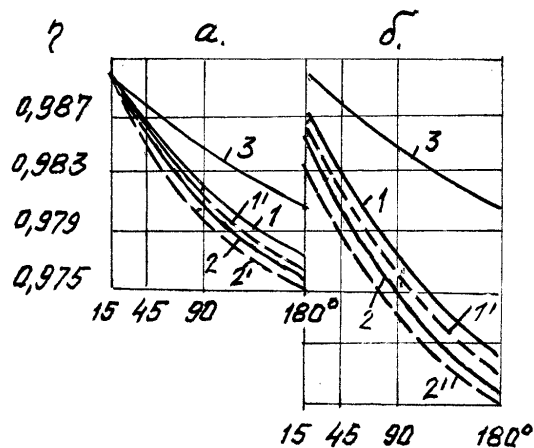


Рис.1. Залежності ККД нерухомого блока від кута його обхвату канатом: 1, 1' – канат діаметром 13мм при мінімальній і максимальній класифікаційних групах; 2, 2' - канат діаметром 27мм при мінімальній і максимальній класифікаційних групах; 3 –додаткові величини – а; б – те ж для рухомого блока

1.2. Рухомі блоки. Будемо вважати, що натяг каната відповідає його величині при нерухомому блоці. В цьому випадку

$$b=0,2[P/E_2(1/R_2-1/R_4)]^{1/3};$$

$$EJ = PR_1[P/E_1(1/R_2-1/R_4)]^{1/3},$$

а коефіцієнт опору руху визначається формулами попереднього параграфа. ККД рухомого блока у залежності від кута його обхвату канатом показані на рис. 1б.

1. ККД барабанів. В існуючій літературі ККД барабанів

рекомендується приймати $\eta_6=0,98$ при використанні підшипників кочення [2].

Головна складова, що впливає на ККД є тертя в підшипниках, витрати на поперечну деформацію каната на барабані та витрати на згинання каната.

Аналогічно формулі (1) коефіцієнт тертя в підшипниках барабанів

$$\Delta_{tr}=f \cdot \alpha/R_1. \quad (5)$$

Коефіцієнт витрат на поперечну деформацію каната на барабані знайдемо попередньо визначивши величину поперечної деформації каната на барабані

$$\delta = 0,2[S^2/E_2^2(1/R_2 - 1/R_4)]^{1/3}, \quad (6)$$

тут не враховано модуль пружності барабана величина, яка може прийматись $E_1 = 0,205$ МПа при сталюму та $E_1 = 0,1$ МПа при чавунному барабані [2, 3].

З врахуванням величини δ коефіцієнт поперечної деформації каната

$$\Delta_{st} = \delta/R_2 h_1, \quad (7)$$

де h_1 – коефіцієнт вибору діаметра барабана.

Коефіцієнт опору на згин каната

$$\Delta_{je} = \frac{EJ}{2h_1^2 R_2^2 S^2} \quad (8)$$

де $EJ = SR_1[S/E_1(1/R_2 - 1/R_4)]^{1/3}$.

Залежність ККД барабана від h_1 – показана на рис. 2.

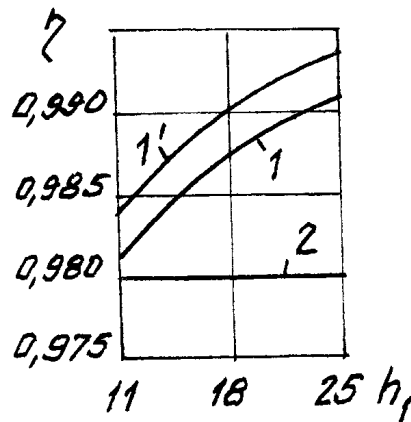


Рис. 2. Залежність від коефіцієнта вибору діаметра барабана його ККД: 1,1' – при мінімальній та максимальній величині класифікаційної групи; 2 – довідкова величина (на підшипниках кочення)

3. ККД поліспада

Маючи вирази для визначення ККД рухомих та нерухомих блоків, можна знайти ККД поліспада в залежності від його кратності. При куті обхвату усіх блоків $= 180^\circ$ і

збіганні каната з нерухомого блока ККД поліспасти у залежності від кратності наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Залежність ККД поліспасти від його кратності (канат з органічною серцевиною)

Кратність	2	3	4	5	6	8	10
Запропоновані формули	0,986	0,973	0,960	0,947	0,934	0,909	0,885
Довідкові значення [2]	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,92
Розбіг, %	0,4	0,7	1	1,4	1,7	2,3	3,9

Висновки. Аналіз отриманих формул, графіків на рис. 1 та рис. 2 дозволяє робити такі висновки:

- отримані за запропонованими формулами ККД рухомих і нерухомих блоків, барабанів, поліспастів добре узгоджуються з їх експериментальними значеннями і запропоновані формули можуть бути рекомендовані для розрахунків ККД як існуючих канатно-блочних систем, так і пошуку більш сучасних варіантів як з точки зору геометричних параметрів, так і конструкцій та матеріалів;

- ККД рухомих та нерухомих блоків приблизно однакові, тому необхідно призначити помилковим визначення [2, табл.V.2.17], що «Поліспаст з кратністю 2 – це один рухомий блок, витрати у якому у двічі менші ніж у нерухомому»;

- від натягуканата та його діаметра ККД блоків не залежить;

- ККД канатних барабанів незначно збільшується зі збільшенням коефіцієнта вибору його діаметра (приблизно на 2% при $h_1=25$ у порівнянні з значенням при $h_1=11$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Вайнсон А. А. Подъёмно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1989.- 536 с.
2. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2/ Александров М.П., Гохберг М.М., Ковин А.А. и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 559с.
3. Бондаренко Л.М., Довбня М.П., Ловейкін В.М. Деформаційні опори в машинах: - Дніпропетровськ: Дніпро – VAL, 2002. – 200с.