

Рис. 23.

Отже, майбутні інженери повинні виконувати всі графічні роботи відповідно до діючих державних стандартів України (ДСТУ) та системи міждержавних стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Література:

1. Хаскин А. М. Черчение / А. М. Хаскин. — К. : Вища школа, 1985. — 440 с.
2. Годік Є. І. Технічне креслення / Є. І. Годік., В. М. Лисянський, А. С. Михайленко. — К. : Вища школа, 1985. — 370 с.
3. Анурьев В. П. Справочник конструктора-машиностроителя / В. П. Анурьев. — М. : Высшая школа, 1989. — 256 с.

УДК 629.01

ГНУЧКІ ВАНТАЖНІ ЕЛЕМЕНТИ

Павлов Б.Р., Савченко В.М., здобувачі вищої освіти гр. М4/2

Миколаївський національний аграрний університет
 Наукові керівники к.т.н., доц. Іванов Г.О., к.е.н., доц. Полянський П.М.

Анотація

Наведено основні характеристики сталевих дротяних канатів. Розглянуто методика вибору каната та його вибракування. Для поліспастів наведені формули для визначення: натягу і швидкість вітки каната; загального коефіцієнту корисної дії одинарного і зведеного поліспастів.

Annotation

The main characteristics of steel wire ropes are given. The method of choosing a rope and its roving is considered. For polysplices, the formulas for determining: tension and speed of the rope branch are given; the total efficiency of single and dual polysplices.

До гнучких вантажних органів належать канати і ланцюги.

1. Сталеві дротяні канати та їхня характеристика

Сталеві дротяні канати, які застосовуються в підйомних машинах, основний тип гнучких органів. Вони мають такі переваги порівняно з іншими: високу міцність гнучких органів. Вони мають такі переваги порівняно з іншими: високу міцність; невелику лінійну (погонну) масу; велику гнучкість в усіх напрямках; можливість працювати на високих

швидкостях; безшумність роботи; довговічність і надійність; властивість зменшувати динамічні навантаження на механізм та металоконструкцію внаслідок достатньої їхньої пружності.

Існує багато різних конструкцій сталевих канатів (рис. 1), які застосовують залежно від умов експлуатації. Виготовляють канати з високоміцного сталевого дроту діаметром 0,2...3 мм ($\sigma_s = 1300...2600$ МПа).

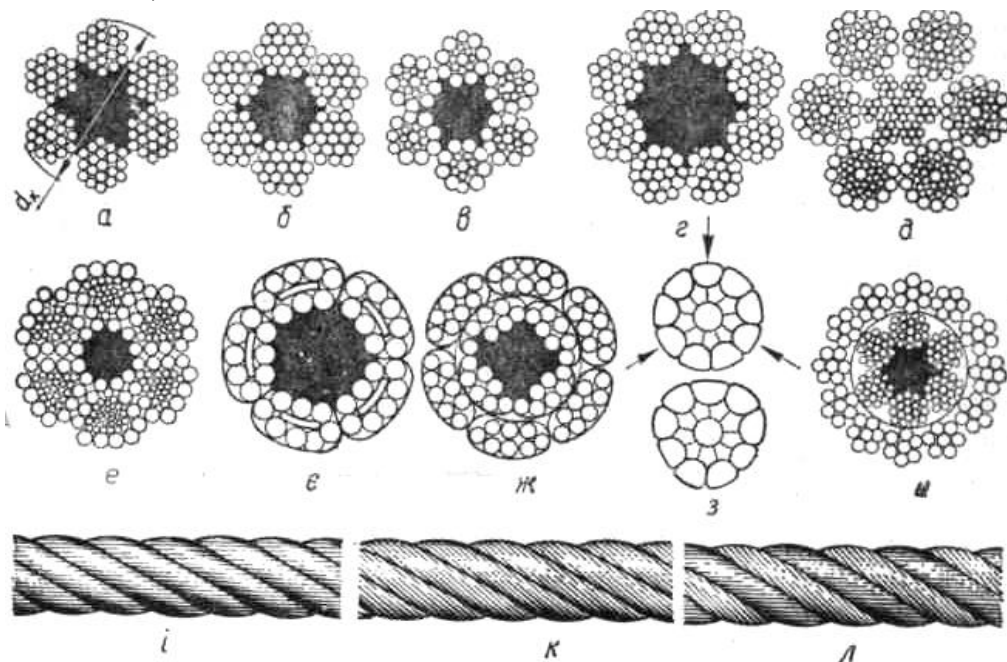


Рис. 1. Сталеві дротяні канати

У підйомних машинах застосовують канати з $\sigma_s = (1600...2000)$ МПа, оскільки при більших σ_s підвищується жорсткість каната і знижується його довго-вічність. Висока міцність досягається багаторазовим холодним волочінням у поєднанні з термічною та хімічною обробкою. Довжина канатів, що виготовляють на спеціальних заводах, – 250, 500, 1000, 1500 м. На канатних машинах спочатку дріт скручується в сталку, а сталки навколо осердя – в канат. Канати більш довговічні, якщо зовнішні шари сталки мають більший діаметр дроту, але при цьому збільшується їхня жорсткість.

Канати виготовляють трьох сортів: В (вищий), І та ІІ.

Класифікують канати за такими ознаками:

– за типом звивання: з точковим контактом (ТК) окремих дротів між шарами при різнобічному звиванні; з лінійним контактом (ЛК) дротів суміжних шарів по всій довжині при однобічному звиванні; точково-лінійним контактом (ТЛК), де два шари дроту звивани в один бік, а третій – в протилежний;

– за напрямом звивання: правого та лівого;

– за видом звивання: хрестового, де дроти в сталці сукані в один бік, а сталки в канат – у протилежний; однобічного (паралельного) – коли напрями звивання дротів у сталці і сталки в канат збігаються; комбінованого, коли дроти в сталці звивані у взаємно-протилежних напрямках, а сталки в канат звивані праворуч або ліворуч;

– за кількістю сталок: одно-, три-, п'яти-, шести-, семи-, восьми- і вісімнадцятисталкові.

На рис. 1 показано такі типи канатів: а – шестисталкові ТК 6×19; б – шестисталкові ЛК 6×19; в – шестисталкові ЛК-0-6×19; г – восьмисталкові ЛК-Р 8×19; д – шестисталкові ТКЛ-РО 6×36 з металевим осердям; е – тригранносталкові; е – овальносталкові; ж – плоскосталкові; з – з радіально обтисненими сталками; и – двошарові 12×7×6×19; і – хрестового сукання; к – однобічного; л – комбінованого.

Нові (семисталкові) канати з центральною металевою сталкою на 15 % міцніші, ніж шестисталкові. Восьмисталкові канати використовують у кранах з малим діаметром барабана, а також у підйомниках з канатоведучими шківками.

Розроблено нові конструкції канатів з фасонними сталками: тригранні, овальносталкові та плоскосталкові. У цих канатах зменшується контактна напруга в канавках шківів, і вони довговічніші.

Основні причини передчасного руйнування каната: неправильний вибір його конструкції і матеріалу блока; абразивне спрацювання; нерегулярне або неякісне мащення; перевантаження внаслідок динамічних зусиль. Перегини каната на блоках спричинюють знакозмінні напруження і сприяють втомленості матеріалу дротів. Особливо знижують довговічність зворотні перегини каната.

Для підвищення довговічності каната треба прагнути до зменшення числа блоків і уникати зворотних перегинів. Термін служби канатів однобічного сукання в 1,25...1,5 разу більший, ніж хрестового внаслідок більшої довжини контакту дротів з поверхнею дотикання і меншої жорсткості.

Ступінь спрацювання каната визначається за кількістю обірваних дротів на довжині одного кроку. Установлено граничні норми обірваних дротів залежно від конструкції каната (5...14) %. Внутрішні пошкодження дротів у процесі експлуатації каната виявляють дефектографом.

2. Вибір каната та його вибракування.

У процесі роботи каната, який є складним тілом, окремі його дротини зазнають різного напруження – зминання, розтягування, згину, кручення. За переходу каната через блок розподіл напружень ускладнюється. При кожному оберті блока або барабана в канаті з'являються додаткові напруження згину та контактні напруження зминання в місцях дотику зовнішніх дротин з поверхнею ривчака. В результаті пульсуючого характеру напружень метал дротин втомлюється і після деякої кількості перетинів відбувається руйнування дротин.

Встановити математичну залежність між усіма факторами, що впливають на напружений стан дротин у канаті практично неможливо. Але основним із факторів за яким встановлено норми Держтехнагляду для вибору канатів є:

- а) максимальний натяг каната;
- б) відношення діаметра блока та барабана до діаметра каната.

Канат вибирають, виходячи із залежності:

$$S_{\text{розр}} \geq k_6 \cdot S_{\text{max}},$$

де S_{max} – максимальне зусилля вітки каната, яке визначається без урахування динамічних навантажень.

Визначення максимального натягу в канаті. Максимальний натяг однієї вітки каната поліспасти визначають за піднімання номінального вантажу:

$$F_{\text{max}} = \frac{G}{m\eta_m}.$$

Тут t – число віток поліспасти; η_m – ККД поліспасти.

Розривна сила:

$$F_{\text{роз}} = k F_{\text{max}},$$

де k – коефіцієнт запасу міцності каната, який вибирають залежно від призначення машини і групи режиму роботи (для кранів $k = 5...6$, для підійомників з людьми $k = 9$, $k = 15$ для пасажирських ліфтів при швидкості $v > 4$ м/с).

Основою для бракування канатів є число допустимих обривів дротин на довжині одного кроку намотування. Кількість допустимих обривів дротин у канаті залежить від початкового запасу міцності та його конструкції. Гранично допустиме число обривів дротин на довжині одного кроку намотування приймається за нормами Держтехнагляду.

3. Канатні системи та поліспасти

Поліспасти – це система рухомих і нерухомих (у просторі) блоків, що обгинаються канатом або ланцюгом, призначена для збільшення сили – силові поліспасти, або швидкості – швидкісні поліспасти. У підійомних механізмах застосовують в основному силові поліспасти для зменшення зусилля у вітках каната та зниження передаточного числа редуктора. Швидкісні

поліспасты використовуються обмежено – в тихохідних гідравлічних та пневматичних механізмах.

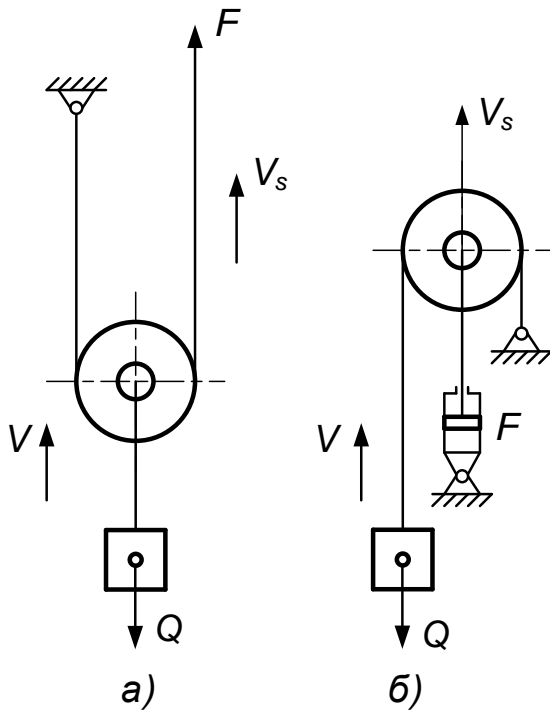


Рис. 2. Поліспасты для збільшення сили (а) та швидкості (б)

вантаж; для одинарного поліспаста m є одночасно і кратністю, і передаточним числом $u_n = m$.

При підніманні вантажу внаслідок втрат у блоках та від жорсткості каната при вигині натяги у вітках розподіляються нерівномірно:

$$F_1 = F \eta; F_2 = F_1 \eta; F_3 = F_2 \eta; \dots; F_{m-1} = F_{m-2} \eta.$$

Рівняння рівноваги системи:

$$G = \sum F_i = F(1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{m-1}). \quad (3)$$

Після визначення суми геометричної прогресії дістанемо формулу для визначення натягу F вітки каната:

$$F = G \frac{1 - \eta}{1 - \eta^m}. \quad (4)$$

Загальний ККД поліспаста знаходять як відношення корисної роботи Gh за піднімання вантажу на висоту h до затраченої роботи Fth :

$$\eta_i = \frac{Gh}{Fmh}; \eta_i = \frac{1 - \eta^m}{(1 - \eta)m}. \quad (5)$$

Недоліком одинарних поліспастів є те, що разом з підніманням вантажу відбувається його переміщення також по горизонталі, внаслідок чого реакції опор барабана змінюються і зменшується точність установа вантажу.

Якщо тягуча вітка сходить з нерухомого блока (рис. 3, а, штрихова лінія), то

$$\eta_i = \frac{1 - \eta^m}{(1 - \eta)m} \eta. \quad (6)$$

Здвоєні поліспасты (рис. 3, б, в) забезпечують точне вертикальне переміщення вантажу і однакові реакції в опорах, барабана.

Силкові та швидкісні залежності двох типів поліспастів можна простежити на відповідних простих поліспастах (рис. 2).

Для силового поліспаста (рис. 2, а) натяг F і швидкість v_s вітки каната:

$$F = G / 2\eta; v_s = 2v; \quad (1)$$

для швидкісного (рис. 2, б)

$$F = 2G / \eta; v_s = v/2, \quad (2)$$

де v – швидкість підйому вантажу; η – ККД блока, який урахує втрати на тертя у підшипниках та жорсткість каната (для блоків на підшипниках кочення $\eta = 0,98$ і для блоків на підшипниках ковзання $\eta = 0,95$).

Поліспасты поділяють на одинарні та здвоєні залежно від кількості канатів, що намотуються на барабан.

В одинарних поліспастах (рис. 3, а) верхні блоки нерухомі в просторі, нижні – рухомі (переміщуються разом з вантажем). У нерухомому поліспасті сили натягу в усіх вітках каната однакові: $F_0 = G/m$,

де m – число віток поліспаста, на яких висить

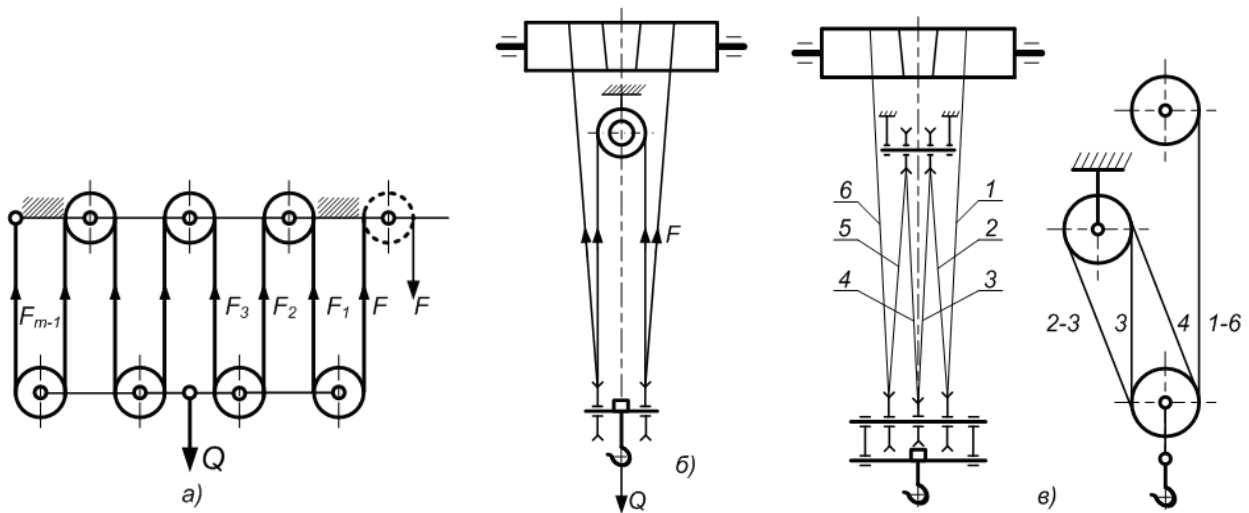


Рис. 3. Поліспасти

Здвоєний поліспа́ст складається з двох однакових поліспа́стів із зрівняльним блоком.

На барабан (з правою і лівою різьбою) намотуються дві вітки каната поліспа́ста. Зрівняльний блок при підніманні (опусканні) вантажу не обертається і призначається для вирівнювання довжин правої і лівої віток каната поліспа́ста при нерівномірному витягуванні. Через те діаметр цього блока можна вибирати меншим, ніж основних, і розміщується він по осі симетрії здвоєного поліспа́ста: у верхній обоймі при парній кратності (рис. 3, б) і в нижній (рис. 3, в) – при непарній. У деяких спеціальних кранах застосовують зрівняльні балансири.

Кратність здвоєного поліспа́ста

$$u_n = m/2, \quad (7)$$

тобто дорівнює половині віток, на яких висить вантаж, або числу рухомих блоків у гаковій підвісці; двократний поліспа́ст показано на рис. 3, б, а трикратний – на рис. 3, в.

Загальний ККД здвоєного поліспа́ста визначають за формулами (5) і (6), але замість m слід брати кратність u_n :

$$\eta_i = \frac{1 - \eta^{u_i}}{(1 - \eta)u_i}; \quad \eta_i = \frac{1 - \eta^{u_i}}{(1 - \eta)u_i} \eta. \quad (8)$$

Кратність поліспа́стів слід вибирати залежно від вантажопідйомності крана. Визначають її техніко-економічними розрахунками. Чим більша кратність поліспа́ста, тим менші діаметри каната, блоків і барабана, менші передаточне число редуктора, маса і габаритні розміри, але при цьому збільшуються довжина каната, барабана і кількість блоків.

Щоб уникнути цього протиріччя на основі техніко-економічних розрахунків і практичного досвіду встановлено межі оптимальних значень кратності поліспа́стів залежно від вантажопідйомності крана. Для кранів загального призначення маємо таку залежність:

Q, т	5	10...15	20...30	40...50	75...125
u_n	2	2...3	3...4	4...5	5...6.

Література:

1. Підйомно-транспортні машини. Навчально-методичний посібник. Навчально-методичний комплекс / І. М. Бендера, О. Я. Стрельчук, В. В. Підлісний, Г. О. Іванов. – Кам'янець-Подільський, ФОП Сисин О.В., Абетка, 2014. – 368 с.