

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Навчально-науковий механічний інститут
Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин



02-01-563М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та самостійної роботи
з дисципліни: **«Ліфти та підйомники»**
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою
«Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи з дисципліни: «Ліфти та підйомники» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Серілко Д. Л. – Рівне : НУВГП, 2024. – 22 с.

Укладач:

Серілко Д. Л. к.т.н., доцент, доцент кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин
Протокол № 2 від 17 вересня 2024 року

Відповідальний за випуск: Тхорук Є. І. к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності: Тхорук Є. І., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

© Д. Л. Серілко, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Практична робота №1. Розрахункове обґрунтування параметрів тягових канатів ліфтів.	4
2. Практична робота №2. Розрахунок маси противаги та гнучких рівноважуючих елементів.....	10
3. Практична робота №3. Обґрунтування параметрів КВШ лебідки.....	12
4. Практична робота № 4. Розрахунок тягової здатності КВШ.....	13
5. Практична робота № 5. Розрахунок механізмів привода ліфта.....	16
6. Практична робота № 6. Розрахунок пружинних буферів.....	18
7. Практична робота № 7. Розрахунок гідравлічних буферів.....	20
Теми для самостійної роботи студентів.....	22
Рекомендована література.....	22

Вступ

Метою вивчення навчальної дисципліни "Ліфти та підйомники є отримання знань в обсязі, достатньому для самостійного вирішення конструкторських та виробничо-технологічних завдань в галузі конструювання, проектування та сервісного обслуговування ліфтів та підйомників.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна "Ліфти та підйомники" є складовою частиною циклу дисциплін загально-професійної підготовки студентів. Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із курсів: "Теоретична механіка", "Опір матеріалів", "Деталі машин", "Вантажопідйомна, транспортуюча і транспортна техніка", а також цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях, лабораторних і практичних заняттях, самостійної роботи та виконання поставлених задач.

Практична робота №1

Тема: Розрахункове обґрунтування параметрів тягових канатів ліфтів.

Мета роботи: Розрахувати параметри та вибрати тяговий канат ліфта згідно даних варіанта.

Порядок виконання роботи.

1. Виписати вихідні дані для розрахунку згідно варіанта.
2. Накреслити кінематичну схему ліфта.
3. Визначити розрахункову довжину тягового канату.
4. Розрахувати масу тягового каната.
5. Розрахувати розрахунковий статичний натяг каната.
6. Визначити розривне зусилля каната на статичне навантаження.
7. Вибрати необхідний канат і виписати його характеристику.
8. Визначити фактичне значення коефіцієнта запасу міцності, який повинен бути не меншим від вимог ПББЕЛ.
9. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості

Розрахункове обґрунтування параметрів тягових канатів проводиться з врахуванням вимог "Правил влаштування і безпеки експлуатації ліфтів". Розрахунок канатів ведеться по розривному зусиллю на статичну навантаження:

$$P \geq S \cdot n, \text{ кН} \quad (1)$$

де:

P - розривне зусилля каната в цілому, приймається з документації, кН;

S - розрахунковий статистичний натяг каната, кН;

n - коефіцієнт запасу міцності, величина яка приймається з даних табл.1;

Розрахунковий статистичний натяг каната:

$$S = \frac{(Q + Q_k + Q_{т.к.}) \cdot 10^{-2}}{m \cdot U_n}, \text{ кН} \quad (2)$$

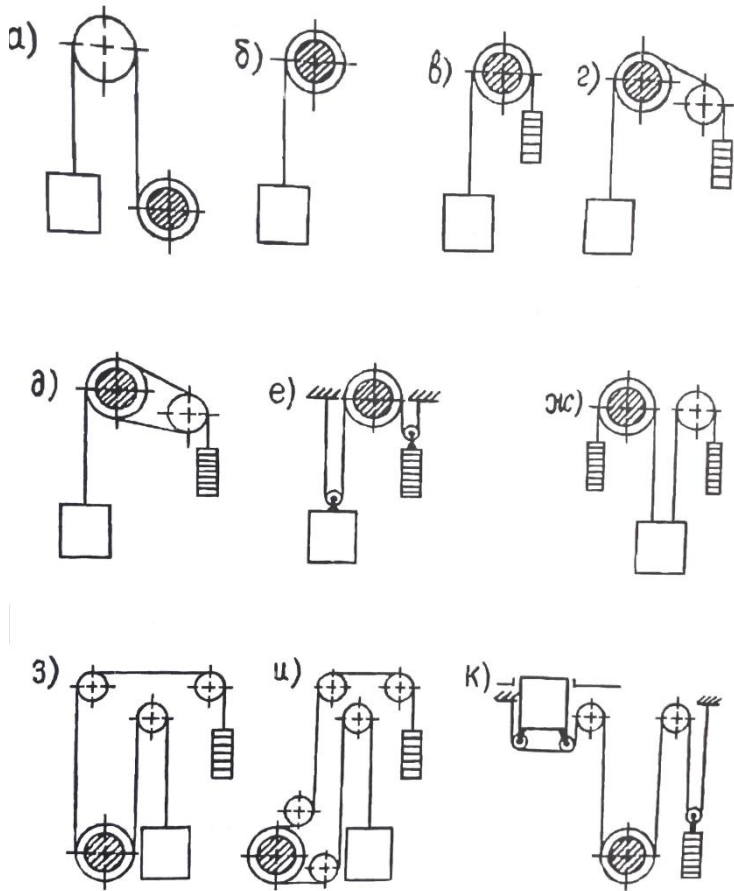


Рис. 1. Кінематичні схеми ліфті: а,б - барабанна лебідка при нижньому і верхньому положенні; в - верхнє розташування лебідки з КВШ (барабаном) і противагою; г - верхнє розташування лебідки з КВШ, противагою і відхиляючим блоком; д - верхнє розташування лебідки з КВШ, противагою і відхиляючим контр шківом; е - з поліспаствою підвіскою кабіни

і протываги; ж - з кабіною протывагою; з,и - при нижньому машинному відділенні; к - вижимний ліфт.

Таблиця 1

Коефіцієнт запасу міцності каната

Тип лебідки	Швидкість кабіни, м/с	Коефіцієнт запасу міцності ліфта	
		Вантажний без провідника, вантажний малий	Пасажирський, вантажопасажирський, лікарняний, вантажний з провідником
Барабанна	До 1	8	9
з КВШ	До 1	10	12
	1-2	11	13
	2-4	12	14
	Більше 4	13	1

де: m - число паралельних віток каната підвіски кабіни, вибирається з даних табл. 2;

Вибираємо (довільно) швидкість кабіни, м/с; коефіцієнт запасу міцності = 10.

Таблиця 2

Допустиме мінімальне число паралельних віток канатів підвіски кабіни (протываги)

Призначення ліфта	Число канатів лебідки, не менше	
	Барабанної	з КВШ
Пасажирський, вантажопасажирський, вантажний з провідником, лікарняний	2	3
Вантажний з провідником і вантажний малий	1	2

U_n - Кратність поліспасти; Q - номінальна вантажопідйомність ліфта, кг; Q_k - маса кабіни, кг; $Q_{т.к.}$ - маса тягового каната на відрізку від точки збігання з КВШ (барабана чи відхиляючого блоку), розташованого над шахтою, до точки підвіски на кабіні, кг.

У разі застосування схеми ліфта з кабіною противагою розрахункова маса кабіни у формулі статистичного натягу каната повинна бути зменшена на величину маси кабіної противаги.

Маса тягового каната розраховується з умови, що кабіна ліфта перебуває на нижній посадочній площадці:

$$Q_{т.к.} = U_n \cdot m \cdot q_k \cdot L_k \quad (3)$$

де: q_k - орієнтовна маса 1 метра довжини тягового каната, кг/м;

Вибираємо канат з таблиці 3, вага 100 м змазаного каната (mk), кг

$$q_k = \frac{mk}{100}, \text{ кг/м.}$$

L_k - розрахункова довжина тягового каната, м, визначається за формулою $L_k = H + L_{бв} + l_б(2 - 4)$, м;

$L_{бв}$ - це приблизна відстань від барабана до вантажу; $l_б$ - приблизна довжина намотаного канату на барабані; H - найбільша висота підйому кабіни ліфта, м.

У ліфтах застосовуються сталеві канати з органічним сердечником (ГОСТ 3077-69). Діаметр тягових канатів пасажирських, вантажопасажирських, лікарняних і вантажних ліфтів з провідником повинен прийматися не менше 9,5 мм.

За розрахунковим розривним зусиллям і даними табл. 3 вибираються канати потрібного розміру. За даним цієї ж таблиці уточнюється погонна маса каната і визначається фактична величина коефіцієнта запасу міцності, яка повинна бути не нижче необхідної.

$$n_{\phi} = \frac{P_{\phi} \cdot m \cdot U_n \cdot 100}{(Q + Q_k + Q_{T.K.}^{\phi})} \geq n, \quad (4)$$

Таблиця 3

Характеристика каната подвійної завивки типу ЛК-0 конструкції
6х19/1+9+9/+1 о.с.

Діаметр каната, мм	Площина усіх проволоч, мм ²	Вага 100 м змазаного каната, кг	Маркувальна група по величині запасу міцності проволки на розрив, МПа				
			1372	1470	1568	1666	1764
			Розривне зусилля каната вцілому, не менше, Н				
7,8	22,47	22,05	-	-	25900	31300	32700
8,8	29,92	29,36	-	-	39800	42350	43650
10,5	39,54	38,75	-	-	53650	55950	57650
11,5	49,67	48,70	-	-	66150	70300	72450
12,0	54,07	53,00	-	-	72000	76500	78850
13,0	60,94	59,70	-	-	81100	86150	88700
14,0	73,36	71,90	-	-	97750	103500	106600
15,0	86,65	82,25	-	-	115500	122500	126500
16,5	101,68	99,65	118000	126500	135000	143500	147500
17,5	117,58	115,50	136500	146500	156000	166000	171500
19,5	139,69	137,00	162500	174000	183000	197000	203500
20,5	158,19	155,00	184000	197000	210500	223500	230500
22,0	177,85	174,50	207000	221500	247500	251000	259000
23,0	198,67	195,00	231000	247500	304000	281000	289500
25,5	243,76	239,00	284000	304000	366500	344500	355500
28,0	293,48	288,00	342000	366500	391000	415500	428000
30,5	347,82	341,00	405000	434000	463500	492000	507500

Якщо тягові канати ліфта врівноважуються з допомогою врівноважуючих канатів, в нижній частині шахти встановлюється спеціальне натяжне обладнання, силу натягу якого доводиться враховувати при обрахунку статичного розрахункового натягу канатів:

$$S = \frac{Q + Q_k + Q_{T.K.} + 0,5 \cdot Q_n}{m \cdot Q_n} \cdot 10^{-2}, \text{кН} \quad (5)$$

де Q_n - маса натяжного обладнання врівноважуючих канатів (приймається в залежності від висоти підйому, від 200 до 350 кг). Q_n – маса противаги.

Таблиця 4

Варіанти завдань

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{,кг}$	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
$Q_k, кг$	600	750	800	600	750	800	600	750	800	600
$Q_{пр}, кг$	900	950	980	1000	1050	110	1150	1200	1250	1300
$H, м$	29,7	46,2	59,4	69,3	29,7	46,2	59,4	69,3	29,7	46,2
$V, м/с$	1	1,25	1,75	2,25	3	0,38	0,63	0,76	1	1,25
Кінематична схема	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к
Варіант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$Q_{,кг}$	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600
$Q_k, кг$	600	750	800	600	750	800	600	750	800	600
$Q_{пр}, кг$	900	950	980	1000	1050	110	1150	1200	1250	1300
$H, м$	30	33	46	58	65	28	88	29	55	25
$V, м/с$	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	0,86	0,95	0,5	2,25
Кінематична схема	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к

Практична робота №2

Тема: Розрахунок маси противаги та гнучких врівноважуючих елементів.

Мета роботи: Вивчити призначення схеми, принцип роботи та методику розрахунку противаги і врівноважуючих елементів

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити призначення, схеми врівноважуючих елементів, їх недоліки і переваги, принцип роботи та методику розрахунку.
2. Накреслити схему врівноважуючих тягових канатів згідно завдання.
3. Розрахувати масу противаги.
4. Розрахувати масу гнучких врівноважуючих елементів згідно схеми.
5. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості

Використання противаги в конструкції більшості типів ліфтів дозволяє виключити витрату енергії на підйом конструкції кабіни і зменшити необхідну встановлену потужність привода. Аналогічне значення має часткове врівноваження підйомної ваги.

При великій висоті підйому кабіни доцільно врівноважувати неврівноважену частину тягових канатів (в крайніх положеннях кабіни) за допомогою ланцюгів або гнучких врівноважують канатів, які підвішуються за системою "кабіна - противага" або "кабіна - шахта", "противагу - шахта". Найбільшого поширення набуло урівноваження тягових канатів за допомогою гнучких врівноважуючих елементів (канатів, ланцюгів), підвішуються за системою "кабіна - противага".

Розрахункові схеми ліфтів дають уявлення про роль противаг і гнучких врівноважуючих ланцюгів.

Маса противаги розраховується з урахуванням врівноваження маси кабіни до частини маси номінального вантажу:

$$Q_n = Q_k + \varphi Q, \text{ кг} \quad (1)$$

де Q_k - маса кабіни ліфта, кг; Q - маса номінального вантажу, кг; φ - коефіцієнт врівноваження вантажу в кабіні, приймається з урахуванням статичних характеристик зміни фактичної величини вантажу від 0,4 до 0,5.

Маса гнучких врівноважуючих елементів:

$$Q_y = q_y \cdot H_y, \text{ кг} \quad (2)$$

де q_y - погонна маса гнучких врівноважуючих елементів, кг/м;

H_y - довжина гнучких врівноважуючих елементів :

($H_y = H = 59,4$ при системі підвіски "кабіна противага",

$H_y = 0,5 \cdot H$, при підвісці "кабіна - шахта", "противага - шахта"), м.

Розрахункова погонна маса гнучких врівноважуючих елементів розраховується з урахуванням дії сили тяжкості підвісної кабелю кабіни:

при схемі "кабіна - противага":

$$q_y = t \cdot q_k - 0,25q_{nk}, \text{ кг/м} \quad (3)$$

$$q_k = q_{nk}$$

при схемі "кабіна - шахта" і "противага - шахта":

$$q_y = 4 \cdot t \cdot q_k - q_{nk}, \quad (4)$$

де q_{nk} - погонна маса підвісного кабелю, кг/м,

Маса неврівноваженої частини тягового каната

$$Q_{tk} = t \cdot q_k \cdot H, \text{ кг} \quad (5)$$

Розрахункова маса підвісного кабелю.

$$Q_{nk} = q_{nk} \cdot 0,5H, \text{ кг} \quad (6)$$

Практична робота №3

Тема: Обґрунтування параметрів КВШ лебідки.

Мета роботи: Розрахувати параметри КВШ лебідки і перевірити правильність їх вибору.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Розрахувати:
 - діаметр КВШ;
 - відстань між канавками обода КВШ;
 - ширину обода КВШ;
3. Визначити дійсне і допустиме значення контактного тиску в зоні контакту каната з робочою поверхнею канавки для різних її форм і зробити висновок правильності вибору шківів.
4. Оформити звіт.

Теоретичні відомості

Діаметр робочої поверхні барабана або КВШ повинен вибиратися з врахуванням забезпечення умов довговічності канатів

$$D \geq d_k \cdot e, \quad (1)$$

де d_k - діаметр каната, мм; e - коефіцієнт, що враховує згин каната на шківі (див. таблицю) [4].

Відстань між канавками обода КВШ залежить від діаметра каната і визначається за формулою, мм

$$t = (1,2 \dots 2,0)d_k, \quad (2)$$

Ширина обода КВШ визначається числом паралельних віток канатів, мм

$$B = (mt + 2d_k) \cdot z, \quad (3)$$

де d_k - крок канавок і діаметр каната, мм; m - число паралельних віток канатів; z - число обхватів канатами КВШ ($z = 2 \dots 4$).

Обод шківів перевіряється на допустимий контактний тиск в зоні контакту каната з робочою поверхнею канавки

$$P \leq [P].$$

Максимальне значення контактної тиску визначається формулами Н/мм²

а) Клинові канавки

$$P = \frac{3\pi S}{2Dd_k \sin \frac{\gamma}{2}} \quad (4)$$

($\gamma = 35^\circ$ - кут клинної канавки)

б) Напівкруглі канавки

$$P = \frac{8S \cos \varphi}{Dd_k(\delta + \sin \delta)} \quad (5)$$

($\delta = 180^\circ$)

в) Канавки напівкруглі з підрізом

$$P = \frac{8S \cos \frac{\beta}{2}}{Dd_k(\delta - \beta + \sin \delta - \sin \beta)} \quad (6)$$

($\beta = 90^\circ$; $\delta = 180^\circ$)

де S - максимальний натяг в одному канаті, Н; D - діаметр КВШ, мм; d_k - діаметр каната, мм;

Максимально допустимий контактний тиск визначається за формулою, Н/мм²

$$P_{max} = \frac{12,5 + V_k}{1 + V_k} \quad (7)$$

де V_k - швидкість каната, м/с P_{max} можна вибрати з відповідних графіків, що враховують також інтенсивність перевезень

Практична робота № 4

Тема: Розрахунок тягової здатності КВШ

Мета роботи: Розрахувати тяговий коефіцієнт КВШ і перевірити його тягову здатність.

Порядок виконання роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Накреслити кінематичну схему ліфта і показати сили що діють на кабінку і противагу.

3. Розрахувати максимальне і мінімальне значення зусиль в вітках канатів.

4. Визначити значення тягового коефіцієнта γ .

5. Порівняти отримане значення коефіцієнта γ з співвідношенням $S_{нб}/S_{зб}$ і зробити відповідні висновки.

6. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості.

Тягове зусилля КВШ визначається силою тертя канатів по шківу. Якщо кабінку ліфта почати поступово перевантажувати, то при певному значенні маси вантажу сила тертя стане недостатньою і канати почнуть ковзати по шківу. Причому початок ковзання канатів проходить при певному співвідношенні між зусиллями в лівій і правій вітці канатів.

Щоб запобігти повного ковзання канатів відносно шківів необхідно виконати умову формули Ейлера

$$\frac{S_{max}}{S_{min}} = \frac{S_{нб}}{S_{зб}} \leq e^{\mu\alpha}, \quad (1)$$

де μ - коефіцієнт тертя між канатом і канавкою шківів ($\mu=0,2$); α - кут обхвату шківів канатом (рад.) (приймається в залежності від кінематичної схеми ліфта).

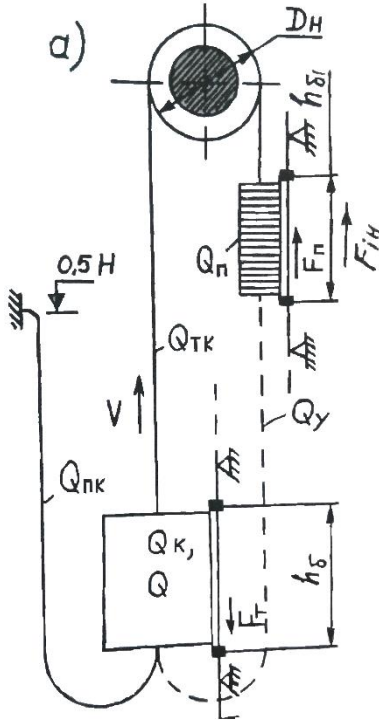
Величина $e^{\mu\alpha}$ називається тяговим коефіцієнтом або тяговим фактором γ і чим вони більші, тим більше зусилля може створити КВШ.

Таким чином, величина тягового фактора штока залежить від величини коефіцієнта тертя каната об шківів μ і кута обхвату шківів канатом α .

При проектуванні ліфта з КВШ необхідно проводити перевірку тягової здатності шківів. Для розрахунку вибирається такий режим роботи, коли зусилля в більш завантаженій вітці досягає максимуму, а в менш завантаженій вітці – мінімуму.

Величина зусилля в канатах підвіски кабінки і противаги залежить від кінематичної схеми ліфта, маси рухомих елементів,

сил тертя в башмаках, напрямку руху, сил інерції та інших причин. Тому при розробці проекту ліфта конкретного типу виконується розрахунок натягу канатів для ряду експлуатаційних режимів, включаючи динамічні і експлуатаційні випробування ліфта (11 режимів).



Для спрощеного розрахунку можна прийняти режим, що відповідає періоду пуску повністю завантаженої кабіни з першого поверху.

В такому випадку зусилля в канатах підвіски кабіни $S_{нб}$ буде залежить від маси кабіни, вантажу, тягових канатів, сили інерції в період запуску ліфта та сили тертя башмаків (див. рис.) і визначається за формулою:

$$S_{нб} = (Q + Q_k + Q_{тк})g + F_{ін} + F_T, \text{кН} \quad (2)$$

де Q , Q_k , $Q_{тк}$ – маса вантажу, кабіни і тягових канатів, кг; a_3 – прискорення запуску ($a_3=2$ м/с);

g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81$ м/с); μ_1 – коефіцієнт тертя башмаків ($\mu_1=0,12$ для металевих башмаків, $\mu_1=$ - для роликів башмаків); A , B – ширина і глибина кабіни, м; $h_б$ – відстань між башмаками кабіни (приймається на $0,25 \dots 0,5$ м більше висоти кабіни h), м.

$$F_T = mg, \text{Н} \quad (3)$$

Зусилля в канатах підвіски противаги (точка збігання $S_{зб}$) буде залежати від маси противаги, сили опору тертя башмаків противаги та сил інерції і визначається за формулою, кН

$$S_{зб} = [(Q_{п} + Q_{у})g - F_{п} - F_{ін}]10^{-3} \quad (4)$$

де $Q_{п}$ – маса противаги, кг; $Q_{у}$ – маса врівноважуючих елементів, кг.

Сила опору тертя башмаків $F_{п}$ визначається по емпіричних формулах:

$$F_{п} = 0,075 \cdot 10^{-3} Q_{п}, \text{ кН} \quad (5)$$

з башмаками ковзання;

Сила інерції

$$F_{ін} = Q_{п} \frac{a_{п}}{g} 10^{-3}, \text{ кН} \quad (6)$$

Для нормальної роботи ліфта має виконуватись умова

$$\frac{S_{нб}}{S_{зб}} \leq e^{\mu\alpha} \quad (7)$$

Практична робота № 5

Тема: Розрахунок механізмів привода ліфта.

Мета роботи:

1. Розрахувати необхідну потужність двигуна лебідки і вибрати електродвигун.

2. Розрахувати передаточне число редуктора лебідки і вибрати редуктор.

Порядок виконання роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Розрахувати необхідну потужність двигуна лебідки.
3. Вибрати необхідний електродвигун по таблиці.
4. Розрахувати передаточне число редуктора.
5. Вибрати редуктор.
6. Перевірити робочу швидкість кабіни при необхідності змінити діаметр КВШ.
7. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості

Необхідна потужність двигуна лебідки вибирається з умови руху повністю завантаженої кабіни з першого поверху.

Розраховується потужність за формулою, кВт.

$$N_{\partial B} = \frac{(F_k + nF_{\text{бл}})\vartheta}{\eta_l \eta_{ш}} \quad (1)$$

де F_k – колове зусилля на КВШ, кН; $F_{\text{бл}}$ – опір на відхиляючих блоках, кН; ϑ – швидкість руху кабіни, м/с; n – кількість блоків; η_l – ККД лебідки ($\eta_l = 0,6 \dots 0,8$); $\eta_{ш}$ – ККД шківів ($\eta_{ш} = 0,94 \dots 0,98$).

В ліфтах з противагою колове зусилля на КВШ буде

$$F_k = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} \quad (2)$$

Опір на відхиляючих блоках визначається за формулою, кН

$$F_{\text{бл}} = S_{\text{бл}} \omega \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

де $S_{\text{бл}}$ – зусилля в канаті при набіганні на відхиляючий блок, кН; α – кут обхвату блока канатами; ω – коефіцієнт опору (для блоків на підшипниках кочення $\omega = 0,02$; на підшипниках ковзання $\omega = 0,04$).

По розрахованій потужності вибираємо електродвигун і виписуємо його параметри [5].

Для вибору редуктора лебідки визначаємо передаточне число за формулою.

$$U = \frac{\pi D \cdot n_{\partial B}}{\vartheta \cdot 60} \quad (4)$$

де D – розрахункове значення діаметра КВШ, м; $n_{\partial B}$ – номінальне значення частоти обертання вала двигуна, об/хв.; ϑ – швидкість руху кабіни, м/с.

По розрахованому значенню U вибираємо редуктор.

Після вибору редуктора лебідки проводиться уточнення робочої швидкості кабіни, м/с

$$\vartheta_p = \frac{\pi D \cdot n_{\partial B}}{60 U_p} \quad (5)$$

де U_p – табличне значення передаточного числа редуктора лебідки.

Робоча швидкість руху кабіни не повинне відрізнятись від заданої на 15 % в більшу або меншу сторону.

Якщо дана умова не виконується, то необхідно змінити діаметр КВШ.

Практична робота №6

Тема: Розрахунок пружинних буферів

Мета роботи: Розрахувати пружинний буфер.

Порядок виконання роботи.

1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
2. Накреслити розрахункову схему для визначення навантаження на буфер кабіни.
3. Визначити найбільше зусилля, яке приймає один буфер.
4. Визначити прогин пружини.
5. Зробити перевірку міцності пружини.
6. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості

Розрахункова схема для визначення навантаження наведена на рис. 6.1

Найбільше зусилля, яке приймає один буфер, визначається за формулою:

$$P_m = P + Q + F_p + F_Q + G_{в.к} + F_{в.к} - (G_{п} + F_{п}) \quad (1)$$

де $P=Q_k g$ – вага кабіни, Н; $Q_n=Qg$ – вага вантажу, Н; F_p – сила інерції кабіни, Н; F_Q – сила інерції вантажу, Н; $G_{в.к} = Q_{т.к} g$ – вага вантажного каната, Н; $F_{в.к}$ – сила інерції вантажного каната, Н; $G_{п}, F_{п}$ – вага і сила інерції протизваги.

$$P_m = Qg + Q_k g + Q_{тк} g a \quad (2)$$

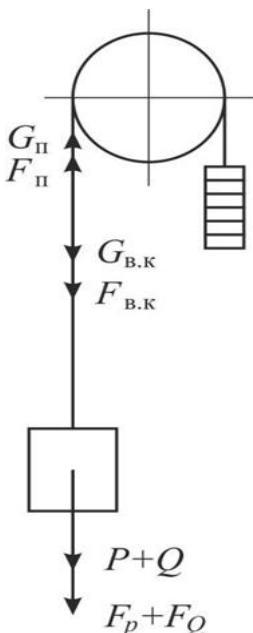


Рис. 6.1 Розрахункова
схема для визначення
навантаження на
буфер кабіни

де $m_p, m_Q, m_{в.к}, m$ – маса кабіни, вантажу, вантажного каната, противаги, кг; g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ; a – прискорення кабіни, m/c^2 .

Якщо прийняти

$$a_{max} = 2,5g.$$

то

$$P_m = g(3,5Q_k + 3,5Q + 3,5Q_{т.к} - 3,5Q_п) = gQ.$$

Кінетичну енергію мас, які діють на пружини, прирівнюємо до потенціальної енергії стиснутої пружини:

$$\frac{QV^2}{2} = c \frac{f_0^2}{2}; \quad (3)$$

де V – швидкість кабіни, m/c ; c – жорсткість пружини, N/m ;

$$c = \frac{PQV^2}{f_0^2}; \quad (4)$$

$$QV^2 = PQ_0 f_0;$$

$$f_0 = \frac{m_0 V^2}{P m_0}; \quad (5)$$

де f_0 – прогин пружини, m .

Максимальне дотичне напруження в елементах пружини:

$$\tau_{max} = \frac{K16PQ_0R}{\pi d^3} \leq [\tau];$$

де K – коефіцієнт, що враховує вплив перерізу вальної сили і деякі інші фактори (згинання стрижня, поздовжні деформації тощо)/

$$K = \frac{4m-1}{4m-4} + \frac{0.615}{m};$$

де $m = \frac{R}{e}$; R – радіус пружини; $e = \frac{d}{2}$; d – діаметр дроту пружини; $[\tau]$ – допустимі дотичні напруження.

Практична робота № 7

Тема: Розрахунок гідравлічних буферів

Мета роботи: Розрахувати гідравлічний буфер

Порядок виконання роботи.

1. Визначити навантаження на плунжер буфера.
2. Визначити робочий тиск рідини в буфері.
3. Визначити хід плунжера гідравлічного буфера.
4. Визначити прогин пружини.
5. Зробити перевірку міцності пружини.
6. Оформити звіт по роботі.

Теоретичні відомості

Навантаження на плунжер буфера:

$$P_{\phi} = G \left(1 + \frac{a}{g} \right); \quad (1)$$

де $a \leq g$.

Хід плунжера, м:

$$S = \frac{v^2}{2g}; \quad (2)$$

Повний хід плунжера кабіни і противаги повинний визначатися, виходячи із середнього уповільнення, рівного g , при посадці кабіни (противаги) зі швидкістю, що перевищує номінальну:

- а) на 40 % – для ліфтів з $V_H = 1,4$ м/с;
- б) на 33 % – для ліфтів з $V_H = 1,4 \dots 4$ м/с;
- в) на 25 % – для ліфтів з $V_H/4$ м/с.

Робочий тиск рідини в буфері, МПа:

$$P = \frac{P_{\phi}}{F}; \quad (3)$$

де F – площа днища плунжера за винятком площі отвору.

Робочий тиск повинний зберігатися незмінним протягом усього ходу плунжера. Швидкість же руху плунжера повинна зменшуватися від номінального до нульового значень. Тому кількість рідини, що витісняється плунжером на одиницю довжини його ходу, також повинна зменшуватися. У той же час швидкість витікання рідини V_p залишається постійною протягом усього ходу плунжера:

$$V = \frac{V_{пл} \cdot F}{\lambda \cdot z} = \mathit{const}; \quad (4)$$

де $V_{пл}$ – швидкість опускання плунжера протягом деякого проміжного періоду роботи, м²; z – число отворів для витікання робочої рідини; λ – площа отвору, м².

Загальне число отворів у стінках внутрішнього циліндра двоциліндрового буфера:

$$z = \sqrt{c \left(\frac{F}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{V_{пл}^2}{P}\right)} \cdot 10^{-6} = \left(V_{пл} \cdot \frac{F}{\lambda}\right) \sqrt{\left(\frac{c}{P}\right)} \cdot 10^{-6}; \quad (5)$$

де $c = 0,0065-0,01$ – коефіцієнт витікання для гасу, $c = 0,007$ – для масла. Для рівноуповільненого руху розташування отворів повинне відповідати виразу

$$\left(\frac{z_1}{z}\right)^2 = \frac{l}{L}; \quad (6)$$

де z_1 , z – число перекритих і не перекритих плунжером отворів; l , L – довжина, що залишилася, і повна довжина ходу плунжера [1].

Теми для самостійної роботи студентів

з/ п	Назва тем	К-ть годин	Література
1	Історія ліфтобудування	2	[1], [2].
2	Основи проектування ліфтів та підйомників	4	[1], [2], [3].
3	Механізми підйому ліфтів	4	[1], [2], [5].
4	Кабіни і противаги	4	[1], [2].
5	Уловлювачі ліфтів обмежувачі швидкості	4	[1], [2], [3].
6	Кліткові (шахтні), скіпові, будівельні підйомники	4	[1], [2].
7	Типові системи керування ліфтів	6	[1].
8	Відомості про ліфти іноземних фірм	6	[1].

Рекомендована література

1. Григоров О. В. ,Вантажопідйомні машини. Харків : НТУ «ХПІ», 2006. 304 с.
2. Мішук Д. О., Балака М. М. Ліфти і підйомники: конспект лекцій. Київ : КНУБА, 2020. 92 с.
3. Вольтерс О. Ю., Головань В. П., Діктерук М. Г. Підйомнотранспортна техніка в будівельній індустрії. К. : КНУБА, 2001. 208 с.
4. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини. К. : Вища школа, 1993. 413 с.
5. Практикум з дисципліни «Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання»: навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. М. Стрілець, О. Р. Стрілець, Я. М. Новіцький. Рівне : НУВГП, 2018. 227 с.