

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет “Запорізька політехніка”**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт з дисципліни  
“Вантажопідйомна та транспортуюча техніка”  
для студентів спеціальності  
133 Галузеве машинобудування,  
освітньої програми “Підйомно-транспортні,  
дорожні, будівельні, меліоративні машини та  
обладнання”

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Вантажопідйомна та транспортуюча техніка” для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування, освітньої програми “Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини та обладнання” / Укл.: Р. О. Фролов, М. В. Сидоренко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 41 с.

Укладачі: Роман ФРОЛОВ, старш. викл., канд.техн.наук.  
Михайло СИДОРЕНКО, доцент, канд. техн. наук

Рецензент: Леонід МАРТОВИЦЬКИЙ, доцент, канд.техн.наук.

Відповідальний  
за випуск: Роман ФРОЛОВ, старш. викл., канд.техн.наук.

Затверджено  
на засіданні кафедри  
“Деталі машин і ПТМ”

Протокол № 8  
від “15” липня 2024р.

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1 Вивчення конструкцій і характеристик сталевих дротяних канатів.....	4
Лабораторна робота № 2 Вивчення конструкції і регулювань колодкового гальма.....	12
Лабораторна робота № 3 Вивчення конструкції колодкового гальма з електрогідравлічним штовхачем.....	17
Лабораторна робота № 4 Вивчення схем і основних характеристик стрічкових гальм.....	20
Лабораторна робота № 5 Вивчення конструкції і параметрів вантажоупорного гальма безредукторної лебідки.....	23
Лабораторна робота №6 Вивчення сили зчеплення привідного колеса велосипедного крана з рейкою.....	27
Лабораторна робота №7 Вивчення характеристик механізму підйому вантажу.....	30
Література.....	41

Лабораторні роботи з вантажопідіймальних машин (ВПМ) – важлива складова частина курсу ВПМ. Вони доповнюють і поглиблюють знання, отримані студентами при вивченні лекційного курсу. Виконуючи лабораторні роботи, студент знайомиться з діючими машинами, механізмами, їхніми експлуатаційними параметрами, а також з лабораторними стендами, що сприяє закріпленню досліджуваного матеріалу і його використанню в курсових проектах по спеціальних дисциплінах кафедри, а також розвитку творчого мислення і дослідницьких схильностей. При виконанні лабораторних робіт потрібно суворо виконувати вимоги інструкцій з техніки безпеки, приступати до роботи тільки на справних пристроях з дозволу викладача.

## **Лабораторна робота № 1**

### **ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВИХ ДРОТЯНИХ КАНАТІВ**

Мета роботи - ознайомитися з конструкцією й основними характеристиками сталевих дротяних канатів.

#### **1.1 Теоретичні положення**

Сталеві дротяні канати - найбільш розповсюджений гнучкий елемент ВПМ для підвішування вантажів, що піднімаються, чи передачі тягового зусилля. Їх виготовляють зі сталевого дроту діаметром 0,2...4 мм із границею міцності на розтягання до 2600 МПа, отриманого методом холодного волочіння з додатковою термічною і хімічною обробкою.

Для машин, що працюють у сухих приміщеннях, застосовують канати зі світлого (не покритої іншими металами) дроту. Для роботи в сирих приміщеннях канати виготовляють з оцинкованого дроту для захисту їх від корозії.

Застосування дроту з низьким значенням границі міцності (маркувальної групи) приводить до збільшення діаметра каната, а з більш високим значенням - до зниження строку служби каната через

збільшення жорсткості дротів. Рекомендується застосовувати канати з маркувальною групою 1568...1764 МПа.

У ВПМ застосовують переважно канати подвійної звивки. Спочатку дроти звивають у сталки навколо центрального дроту, а потім сталки звивають у канат навколо осердя. Число дротів у сталці і сталок у канаті може бути різним. Частіше використовуються шостисталкові канати з числом дротів у сталці 19 і 37.

Осердя самого каната може бути сталевим (рисунок до ГОСТ 7669-80) чи органічним волокнистим (рисунок до ГОСТ 2688-80), виготовленим з пеньки або з пряжі нейлону, капрону. При роботі в умовах підвищених температур використовуються осердя з волокон азбесту.

Канати зі сталевим осердям застосовуються при багатошаровій навивці на барабан, оскільки при цьому канат не втрачає форми під впливом навантаження від вищележачих витків, а також при роботі в умовах високих температур. Канати з органічним осердям більш гнучкі, ніж канати зі сталевим осердям, і краще утримують мастило.

По роду звивки дротів у сталках виготовляють канати типу ТК із точковим контактом окремих дротів між шарами сталок і типу ЛК із лінійним торканням дротів у сталці.

Канати типу ЛК мають кілька різновидів:

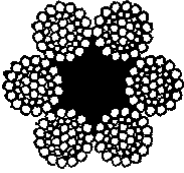
ТЛК-0 (рисунок до ГОСТ 3079-80) із точковим і лінійним дотиком дротів у сталках;

ЛК-0 (рисунок до ГОСТ 3077-80) - дроти окремих шарів сталки мають однаковий діаметр;

ЛК-3 (рисунок до ГОСТ 7665-80) - між двома шарами дротів розміщаються заповнюючі дроти меншого діаметра;

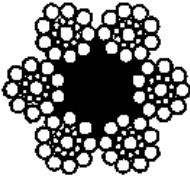
ЛК-РО (рисунок до ГОСТ 7669-80 і ГОСТ 7668-80) - дроти різного й однакового діаметрів по окремих шарах сталки;

ЛК-Р (рисунок до ГОСТ 2688-80) - дроти у верхньому шарі сталки двох різних діаметрів.



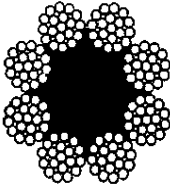
Канат подвійної звивки типу  
ТЛК-О конструкції  
 $6 \times 37(1+6+15+15) + 1$  о.с. за ГОСТ  
3079 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
11,5	47,01	62600	66500	68750
13,5	66,56	88650	94200	97100
15,5	85,54	113500	121000	124000
17,0	106,94	142000	151000	155500
19,5	135,54	180000	191500	197000
21,5	167,64	222500	237000	244500
23,0	193,86	258000	274000	283000
25,0	225,39	300000	318500	328500



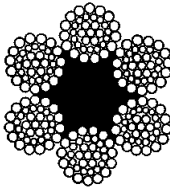
Канат подвійної звивки типу ЛК –  
О конструкції  $6 \times 19 (1+9+9) +$   
 $1$  о.с. за ГОСТ 3077 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
11,5	49,67	66150	70300	72450
12	54,07	72000	76500	78850
13	60,94	81100	86150	88700
14	73,36	97750	103500	106500
15	86,95	115500	122500	126500
16,5	101,68	135000	143500	147500
17,5	117,58	156000	166000	171500
19,5	139,69	183000	197000	203500



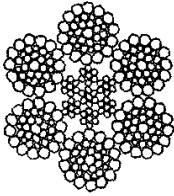
Канат подвійної звивки типу ЛК – 3  
конструкції  $6 \times 25 (1+6; 6+12) + 1 \text{о.с.}$  за  
ГОСТ 7665 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
16	95,58	126500	134500	139500
17,5	115,72	153500	163500	169000
19,5	137,81	183000	194500	201000
21	161,81	215000	228500	236500
22,5	188,50	250500	266500	275000
24	216,42	288000	305500	316500
25,5	246,27	327500	348000	360000
27,5	278,10	369500	393000	406500



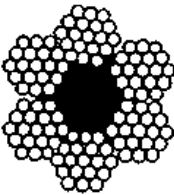
Канат подвійної звивки типу ЛК – РО конструкції  
 $6 \times 36 (1+7+7+14) + 1 \text{о.с.}$  за ГОСТ 7658 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
11,5	51,96	66750	70950	75100
13,5	70,55	90650	96300	101500
18	125,78	161500	171500	175500
20	153,99	197500	210000	215000
22	185,10	237500	252500	258500
23,5	215,94	277000	294000	304000
25,5	252,46	324000	344000	352500
27	283,79	364500	387500	396500



Канат подвійної звивки типу ЛК – РО конструкції  
 $6 \times 36 (1+7+7/7+14) + 7 \times 7 (1+6)$  за ГОСТ 7669 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
14,5	96,36	120500	128000	130000
16	121,86	152000	162000	165000
17,5	145,02	181500	193000	196000
19,5	179,07	224000	238500	242500
21	213,39	267500	284000	289500
23	251,21	315000	334500	341000
25	292,09	366000	389000	369000
26,5	327,43	410000	436000	444000



Канат подвійної звивки типу ЛК – Р конструкції  
 $6 \times 19 (1+6+6/6) + 1 \text{ о.с.}$  за ГОСТ 2688 - 80

Діаметр каната, мм	Розрахункова площа всіх дротів, мм <sup>2</sup>	Розривне зусилля каната в цілому, Н, не менш при маркувальних групах, МПа, кгс·мм <sup>2</sup>		
		1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
8,3	26,15	34800	36950	38150
9,1	31,18	41550	44100	45450
12	53,87	71750	76200	78550
13	61,00	81250	86300	89000
14	74,40	98950	105000	108000
18	124,73	166000	176000	181000
21	167,03	222000	236000	243500
22,5	188,78	251000	267000	275000

Канати з лінійним дотиком мають краще заповнення перерізу, вони більш гнучкі і зносостійкі, витримують велике число змінних вигинів. Строк служби канатів типу ЛК значно вище строку служби канатів типу ТК.

По роду звивки виготовляють звичайні (що розкручуються) і канати, що нерозкручуються.

У канатах, що нерозкручуються, кожен окремий дріт і кожна сталка перед звивкою заздалегідь одержують форму, що відповідає їх положенню в канаті, тобто канат звивається з закручених (попередньо деформованих) дротів і сталок. Тому в ненавантаженому стані дроти не відчувають внутрішніх напружень і не розкручуються. Строк служби цих канатів більше, ніж канатів, звитих з недеформованих дротів.

По сполученню напрямків звивки елементів канати випускають хрестової й однобічної звивки.

У канатах однобічної звивки напрямком навивки дротів у сталках і сталок у канаті тій самий; у канатах хрестової звивки цей напрямок протилежний. Поверхня канатів однобічної звивки більш рівна, площа перерізу в них заповнена краще, вони більш гнучкі і довговічні. Однак оскільки під дією навантаження, що розтягує, канати однобічної звивки можуть розкручуватися, вони непридатні до використання в тих випадках, коли вантаж вільно підвішують на одній гілці. Завдяки великій структурній міцності канатів хрестової звивки вони застосовуються при багатошаровій навивці на барабан.

Для зменшення зносу і корозії канати покривають мастилом - технічним вазеліном, канатною маззю і графітовими мастилами. Ці види змащень міцно пристають до поверхні дротів, не знімаються при експлуатації, проникають до центра каната і пасом, мають здатність наноситися тонкою плівкою і швидко застигати, не випаровуються і не затвердіють згодом, не містять лугів, кислот і інших кородуючих елементів.

Ступінь зносу каната і необхідність його заміни визначають по числу обірваних дротів у зовнішніх шарах сталок на довжині одного кроку звивки .

Для визначення кроку звивки на поверхні якої-небудь сталки наносять мітку, від якої відраховують уздовж осі каната стільки сталок, скільки їх мається в перерізі каната, і на наступній після відліку сталці (сьомій для шестисталкового канату) наносять другу мітку. Відстань між мітками - крок звивки.

В залежності від спочатку встановленого запасу міцності для кожної конструкції каната правилами Держміськтехнагляду встановлені норми числа обривів, при перевищенні яких канат повинний бути забракований. Число обірваних дротів визначається або методом візуального контролю, або з застосуванням електромагнітного дефектоскопа. При зносі (чи корозії), що досягли 40% і більш ніж первісний діаметр дротів, канат повинний бути забракований.

Переваги сталевих канатів, що забезпечують їхнє переважне застосування у вантажопідіймальних машинах, - плавність і безшумність роботи при будь-яких швидкостях, гнучкість у всіх напрямках і надійність у роботі, оскільки по числу дротів, що обірвалися, можна встановити ступінь зношеності каната, відносно мала погонна вага. Пружність приводить до істотного зниження динамічних навантажень при пуску і гальмуванні внаслідок демпфірування поштовхів, сприйманих краном.

### 1.2 Порядок виконання роботи

При виконанні роботи необхідно дотримувати наступний порядок:

1. Виконати ескізи поперечних переріз трьох зразків канатів.
2. Вимірити діаметри канатів і, визначивши параметри, заповнити табл.1.1 звіту.
3. Визначити основні характеристики канатів: розрахункове розривне зусилля всіх дротів, Н:

$$F_{розр} = A_c \sigma_\sigma$$

де  $A_c$  – сумарна площа перерізу дротів, мм<sup>2</sup>;  
 $\sigma_\sigma$  – границя міцності матеріалу дротів, МПа (маркувальна група), задається викладачем;

виявити розривне зусилля каната відповідно до таблиці ГОСТ

при заданій маркувальній групі  $F_{ГОСТ}$ , Н;

визначити коефіцієнт використання міцності каната.

### Контрольні питання

1. Призначення сталевих дротяних канатів і їхні основні характеристики.
2. Як пояснити поняття «подвійна звивка»?
3. Якої маркувальної групи переважно вибирати канати і чому?
4. Призначення осердя каната і його види.
5. Переваги канатів типу ЛК перед канатами типу ТК.
6. Які різновиди мають канати з лінійним дотиком дротів?
7. Коли застосовують канати однобічного і хрестового сукання?
8. Для чого канати покривають мастилом?

Таблиця 1.1

Ескіз перерізу каната і його номер			
Номер каната			
Діаметр каната, мм			
Кількість сталок			
Сполучення напрямків звивки (однобічна чи хрестова)			
Крок звивки каната, мм			
Тип осердя (МО чи ОО)			
Кількість дротів у сталці			
Тип каната і ГОСТ на нього			
Сумарна площа перетину всіх дротів каната $A_c$ , мм <sup>2</sup>			
Розрахункове розривне зусилля всіх дротів $F_{розр} = A_c \sigma_{\sigma}$ , Н			
Розривне зусилля за ГОСТ, Н			
Коефіцієнт використання міцності			

$\kappa = \frac{F_{ГОСТ}}{F_{розр}}$			
--------------------------------------	--	--	--

9. Як проводиться бракування канатів?
10. Переваги використання канатів у механізмах підйому.
11. Причини виходу каната з ладу.
12. Який зв'язок між діаметрами блоку (барабана) і довговічністю каната?

Для виконання роботи необхідно мати зразки канатів і штангенциркуль.

## Лабораторна робота № 2

### ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РЕГУЛЮВАНЬ КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА

Мета роботи - ознайомитись з конструкцією і роботою колодкового гальма; вивчити правила і рекомендації з регулювання гальм; визначити розрахункову довжину пружини і вплив точності її регулювання на гальмовий момент.

#### 2.1 Теоретичні положення

Гальма в ВПМ забезпечують безпечну роботу механізмів та їх продуктивність. Найбільше поширення одержали колодкові гальма нормально замкнутого типу, що розмикаються чи електромагнітом, чи електрогідравлічним штовхачем. На рис.2.1 зображена схема гальма ТКТ.

Замикання гальма здійснюється головною пружиною 1, розташованою між скобою 2 і гайками 3 і 4. Зусилля лівого кінця пружини передається скобою 2 на правий важіль 5, потім на праву колодку 6 і гальмовий шків 7.

Зусилля правого кінця пружини передається гайками 3 і 4 на шток 8, потім гайкам 9 і 10 та через лівий гальмовий важіль 11 і колодку 12 – на гальмовий шків 7. При цьому виникають нормальні

реакції шківів  $N$  на колодки гальма і сили тертя  $F$ , що створюють гальмовий момент

$$T_{\Gamma} = 2F \frac{D}{2} = NfD,$$

де  $f=0,35 \dots 0,42$  - коефіцієнт тертя ковзання між колодкою і гальмовим шківом.

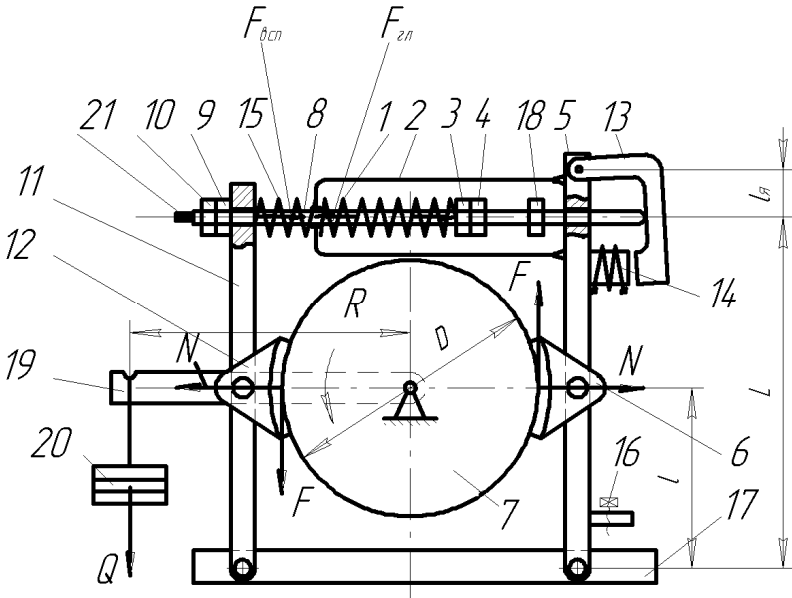


Рисунок 2.1 - Схема колодкового гальма

Необхідне зусилля головної пружини

$$F_{\text{сп}} = N \frac{l}{L} + F_{\text{всп}} + \frac{T_{\text{я}}}{l_{\text{я}}} \quad (2.1)$$

де  $N = \frac{T_{\Gamma}}{fD}$  - нормальне зусилля між колодкою і шківом;  $L$  і  $l$  - плечі гальмового важеля (див.рис.2.1);  $F_{\text{всп}} = 20 \dots 60$  Н - зусилля допоміжної пружини;

$T_{я}=500 \text{ Н}\cdot\text{мм}$  і  $3600 \text{ Н}\cdot\text{мм}$  – момент від сили ваги якоря магнітів МО-100Б і МО-200Б;

$l_{я} = 22\text{мм}$  і  $l_{я} = 40\text{мм}$  – плечі якоря електромагнітів МО-100Б и МО-200Б.

Зусилля головної пружини пропорційно осіданню пружини та її жорсткості.

$$F_{зл} = (l_{г} - l_{п})c, \quad (2.2)$$

де  $l_{г}$  – довжина пружини у вільному стані;  $l_{п}$  – розрахункова довжина пружини;

$$c = \frac{Gd^4}{8D_{cp}^3 n_{роб}}, \text{ Н/мм} - \text{ жорсткість пружини.}$$

$G=80000$  – модуль пружності,  $\text{Н/мм}^2$ ;  $d$ - діаметр дроту пружини,  $\text{мм}$ ;  $D_{cp}=D_{зовн}-d$  - середній діаметр пружини,  $\text{мм}$ ;  $n_{роб}=n_{заг}-1,5$  - число робочих витків пружини.

Розрахункова довжина пружини визначається по формулах (2.1) і (2.2)

$$l_{п} = l_{г} - \left( \frac{T_{Г}}{fD} \cdot \frac{l}{L} + F_{всн} + \frac{T_{я}}{l_{я}} \right) \frac{1}{c}, \text{ мм} \quad (2.3)$$

При відомій робочій довжині пружини

$$T'_{Г} = \left[ (l_{г} - l'_{п})c - F_{всн} - \frac{T_{я}}{l_{я}} \right] \frac{fDL}{l}, \text{ Н/мм} \quad (2.4)$$

Гальмо розмикається електромагнітом, якір якого 13 притягається до осердя котушки 14 при включенні живлення котушки. При повороті по годинникової стрілки якір давить на кінець штока 8, переміщаючи його вліво, додатково стискаючи головну пружину 1. При цьому гайки 9 і 10, переміщаючись зі штоком, відходять від важеля 11, що дає можливість допоміжній пружині 15 відхилити важіль і колодку 12 від гальмового шків.

Важіль 5 під дією ваги електромагніта і якоря відхиляє колодку 6 від гальмового шківів до упора регулювального гвинта 16 у основу гальма 17. Віджимна гайка 18 служить для розгальмовування гальма при регулюванні зазорів.

### Регулювання гальма

Регулювання зазорів між колодками і гальмовим шківом

Утримуючи ключем віджимну гайку 18, обертають шток 8 за допомогою квадратного хвостовика 21 доти, поки якір магніту 13 не торкнеться осердя 14. Потім вигвинчують регулювальний гвинт 16 доти, поки колодка 12 не торкнеться шківів. При цьому між колодкою 6 і шківом утвориться сумарний зазор, що вимірюють щупом. Регулюють сумарний зазор, утримуючи ключем расконтрені гайки 9 і 10 і обертаючи шток за допомогою хвостовика 21. Після регулювання гайки 9 і 10 контрять. Рівномірний розподіл сумарного зазору здійснюється регулювальним гвинтом 16, що потім контрять, а гайку 18 згвинчують по штоку від важеля 5.

Регулювання гальмового моменту здійснюють обертанням штока за допомогою квадратного хвостовика 21, утримуючи ключем расконтрені гайки 3 і 4. Одержавши потрібну довжину пружини, гайки 3 і 4 контрять.

### Обладнання

1. Гальма типу ТКТ, установлені на стендах.
2. Комплект ключів для регулювання гальм.
3. Вимірювальний інструмент (штангенциркуль, лінійка, щуп).

## 2.2 Порядок виконання роботи

При виконанні роботи необхідно дотримувати наступний порядок:

1. Розпустити головну пружину і вимірити її довжину у вільному стані  $l_0$ , зовнішній діаметр  $D_{зовн}$ , діаметр дроту  $d$ ; підрахувати загальне число витків пружини  $n_{заг}$ ; вимірити діаметр шківів  $D$ , плечі важеля  $l$  і  $L$ , вантажного важеля  $R$ .

2. По формулі (2.3) обчислити робочу довжину головної пружини  $l_p$ , якщо задані коефіцієнт тертя ковзання  $f = 0,35$ ; зусилля допоміжної пружини  $F_{сп} = 30$  Н і гальмовий момент  $T_T$  з умови

$T_{\Gamma} = T_{\text{ВАН}} = QR$ , де  $Q$  - вага іспитового вантажу 20,  $R$  — довжина важеля 19.

3. Затягти головну пружину, навішати на важіль іспитовий вантаж і плавно розпускати пружину до початку обертання шківів.

4. Замірити довжину головної пружини  $l'_p$  і порівняти її з розрахунковою.

5. Відрегулювати зазор  $\delta = 0,5$  мм між колодками і шківом.

6. По формулі (2.4) обчислити гальмовий момент  $T'_\Gamma$ , використовуючи  $l'_p$ .

7. Визначити відхилення вантажного моменту від гальмового, отриманого при використанні  $l'_p$ :

$$\Delta T = \frac{T_{\Gamma} - T'_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} 100\% .$$

#### Зміст звіту

Звіт повинний містити:

1. Схему гальма і короткий опис його роботи.
2. Результати вимірів деталей гальма.
3. Обчислення розрахункової довжини головної пружини.
4. Обчислення похибки настроювання гальма  $\Delta T$ .
5. Аналіз результатів роботи.

#### Контрольні питання

1. Призначення гальм.
2. Чим замикаються гальма?
3. Чим розмикаються гальма?
4. Як здійснюється передача зусилля від замикаючого елемента до колодок гальма?
5. Як здійснюється відвід колодок від шківів при розгальмовуванні гальма?
6. Як відрегулювати гальмовий момент і сумарний зазор?
7. Чим здійснюється рівномірний розподіл сумарного зазору?
8. Чим можна пояснити похибку настроювання гальма?
9. У якій залежності знаходиться гальмовий момент від коефіцієнта тертя і діаметра гальмового шківів?

### **Лабораторна робота № 3**

## **ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ ШТОВХАЧЕМ**

Мета роботи - ознайомлення з конструкцією, принципом дії, регулюванням гальма.

#### **Устрій гальма**

Колодкове гальмо з електрогідролічним штовхачем (рис. 3.1) складається з гальмового шківів 1, охопленого двома колодками 2 шарнірно закріпленими на гальмових важелях 3. Вертикально розташована пружина 4 спирається в опору, приварену до лівого гальмового важеля 3 і діє через тягу на кутовий важіль 7. Електрогідролічний штовхач 6 шарнірно з'єднаний з опорою гальма та кутовим важелем 7.

#### **Робота гальма**

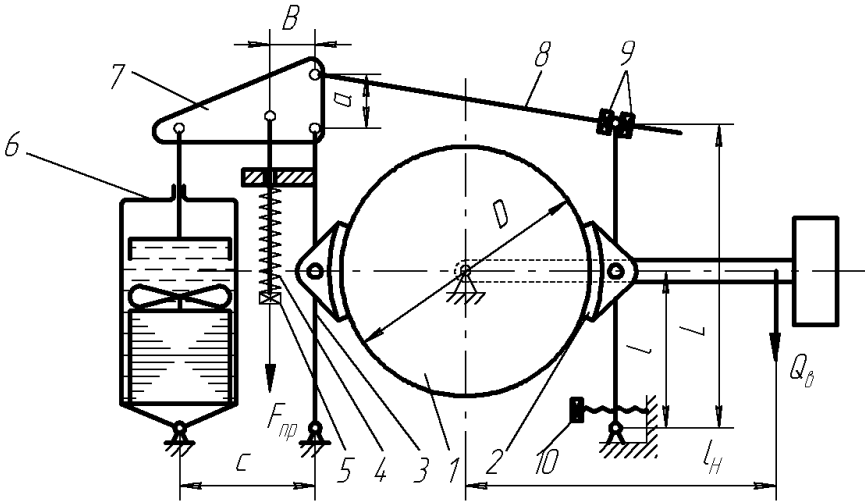
Гальмо загальмовується пружиною 4, яка спирається нижнім торцем на регульовальну гайку 5, нагвинчену на вертикальну тягу, з'єднану з кутовим важелем 7. Обертаючись навколо нижнього правого шарніра цей важіль тягне вліво нахилену тягу, яка переміщує правий гальмовий важіль, притискуючи колодку до гальмового шківів 1. При цьому кутовий важіль 7 обертається навколо верхнього шарніра, пересуває лівий гальмовий важіль з колодкою 2, притискуючи її до гальмового шківів.

Розгальмування гальма здійснюється електрогідролічним штовхачем 6. Під час вмикання струму електродвигун штовхача починає обертати крильчатку відцентрового насоса, яка нагнітає мастило під поршень. Шток, закріплений у поршні переміщується вгору і повертає кутовий важіль за годинникову стрілкою. Тяга 8 переміщується вправо, відводить правий гальмовий важіль з колодкою від шківів до упору гвинта 10 в основу гальма, після чого відхиляється лівий важіль з колодкою.

#### **Регулювання гальма**

Гальмовий момент регулюється гайкою 5, нагвинченою на

вертикальну тягу. Цією гайкою змінюється довжина пружини, і таким чином, її зусилля, яке передається через важільну систему на колодки. Сумарний відхід колодок від шківу регулюється гайкою 9, нагвинченою на нахилену тягу 8. Рівномірний відхід колодок від шківу регулюється гвинтом 10.



- 1- гальмовий шків, 2- колодка гальма, 3- важіль гальма,  
4- пружина, 5- гайка, 6-електрогідравлічний штовхач,  
7- кутовий важіль, 8- тяга, 9- гайка, 10- гвинт.

Рисунок 3.1- Схема колодкового гальма з електрогідравлічним штовхачем

### Обладнання та інструменти

В роботі використовується стенд з колодковим гальмом типу ТТ з важелем та вантажем  $G$ . Вимірювальний інструмент - штангенциркуль. Регулювання гальма здійснюється гайковими ключами.

### Послідовність виконання роботи.

1. Ознайомитись з конструкцією гальма з електрогідравлічним штовхачем, з його роботою. Виконати необхідні заміри  $D$ ,  $L$ ,  $l$ ,  $a$ ,

$b, c, D_{np}, d, n, h, l_n$ .

2. Допоміжним важелем 11 розімкнути гальмо, заміряти хід штовхача  $h_{ш}$ , який забезпечить необхідний відхід колодки від гальмового шківів  $\varepsilon$ .

$$2\varepsilon = h_{ш} \frac{la}{Lc} \geq 1,4 \text{ мм}$$

де  $l, L, a, c$  - розміри плечей важелів гальма (Рис.3.1).

3. Регулювальну гайку 5 згвинчувати до початку опускання важеля навантажувача. Заміряти довжину пружини  $h_{роб}$ .
4. Обчислити: 1) Жорсткість пружини

$$C = \frac{Gd^4}{8D_c^3 n_{роб}}, \text{ Н/мм,}$$

де  $D_c = D_{np} - d$  - середній діаметр пружини,

$d$  - діаметр дроту

пружини,

$D_{np}$  - зовнішній діаметр пружини,

$n_{роб} = n_{заг} - 1,5$  - число робочих витків пружини,

$1,5 = 2 \times 0,75$  - число опорних витків

пружини,

$G = 80000 \text{ Н/мм}^2$  - модуль пружності другого

роду.

2) Момент важільно-вагового навантажника

$$T_n = Q_e l_n$$

$Q_e = 7,4 \text{ кг}$  - маса важеля з вантажем,

$l_n$  - відстань від центру шківів до центру ваги навантажника, яку треба знайти експериментально.

3) Гальмовий момент гальма

$$T_g = \frac{F_{np} \cdot D \cdot f \cdot L \cdot b}{l \cdot a}$$

де  $F_{np} = (h_g - h_{роб}) \cdot C$  - розрахункове зусилля пружини,

$h_g = 220 \text{ мм}$  - вільна довжина пружини,

$h_{роб}$  - довжина пружини, при якій схилився важіль навантажника.

4) Відхилення розрахункового гальмового моменту  $T_g$  від

експериментального  $T_n$

$$\Delta T = \frac{T_n - T_c}{T_n} 100\%$$

### **Зміст звіту**

Звіт повинен вміщувати схему гальма та обчислення  $\Delta T$ .

### **Контрольні питання**

1. Як здійснюється загальмування та розгальмування гальма?
2. Як регулюється гальмовий момент?
3. Як регулюється сумарний відхід колодок від шківів?
4. Для чого на гальмі гвинт 10?
5. Які переваги гальма типу ТТ перед гальмом типу ТКТ?

## Лабораторна робота № 4

### ВИВЧЕННЯ СХЕМ І ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРІЧКОВИХ ГАЛЬМ

Мета роботи - ознайомитися з конструктивними схемами простого, диференціального і сумуючого гальм і порівняти їхні гальмові моменти.

#### 4.1 Теоретичні положення

Стрічкові гальма прості по конструкції. У порівнянні з колодковими вони мають великий гальмовий момент при однаковому діаметрі шківів і замикаючому зусиллі. Застосовуються в будівельних лебідках, екскаваторах і інших вантажопідіймальних машинах. Зусилля в набігаючому  $S$  та збігаючому  $s$  з гальмового шківів кінцях стрічки зв'язані залежністю Ейлера

$$\frac{S}{s} = e^{f\alpha}$$

де  $e = 2,72$  - основа натуральних логарифмів;  $f$  – коефіцієнт тертя між гальмовою стрічкою і шківом;  $\alpha$  – кут охоплення гальмового шківів стрічкою.

Гальмовий момент, який розвиває гальмо,

$$T_G = \Delta S \frac{D}{2} = (S - s) \frac{D}{2} = s(e^{f\alpha} - 1) \frac{D}{2} = S \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha}} \frac{D}{2} .$$

#### Обладнання

1. Макет гальм.
2. Вимірювальна лінійка.

#### 4.2 Порядок виконання роботи

При виконанні роботи необхідно дотримувати наступний порядок:

1. Вимірити кут охоплення гальмового шківів стрічкою.

2. Вимірити плечі важеля  $a$  і  $b$ .
3. Задавшись коефіцієнтом тертя  $f = 0,255$  і кутом охоплення  $\alpha = 1,25\pi$ , обчислити  $e^{f\alpha}$
4. Обчислити  $\frac{T_{\text{диф}}}{T_{\text{пр}}}$  і  $\frac{T_{\text{сум}}}{T_{\text{пр}}}$ .

#### 4.3 Зміст звіту

Звіт про роботу повинний містити:

1. Схеми гальм (рис.4.1.).
2. Обчислення відносин моментів.

#### Контрольні питання

1. Залежність між натягами в набігаючому та збігаючому кінцях стрічки.
2. Розмірність кута охоплення.
3. Яке гальмо має максимальний гальмовий момент?
4. Яке з гальм реверсивне?
5. Де частіше застосовуються стрічкові гальма?

Схема і гальмовий момент простого стрічкового гальма

$$T_{np} = \frac{D(e^{f\alpha} - 1)}{2a} (G_p l_p + G_{zp} l_{zp})$$

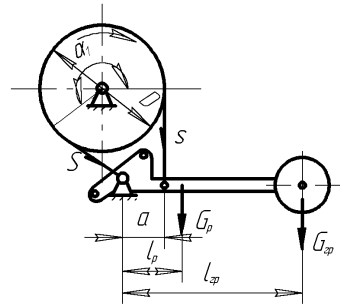


Схема і гальмовий момент диференціального стрічкового гальма

$$T_{диф} = \frac{D(e^{f\alpha} - 1)}{2(a - be^{f\alpha})} (G_p l_p + G_{zp} l_{zp}) = \frac{T_{np}}{1 - \frac{b}{a} e^{f\alpha}}$$

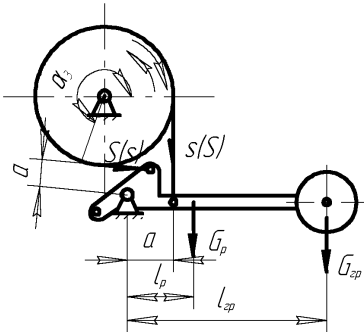
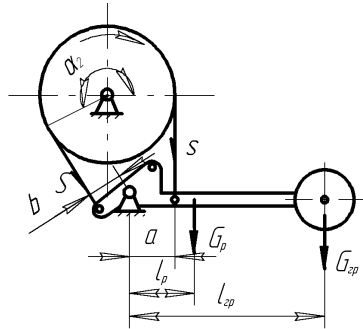


Схема і гальмовий момент сумуючого стрічкового гальма

$$T_{сум} = \frac{D(e^{f\alpha} - 1)}{2a(e^{f\alpha} + 1)} (G_p l_p + G_{zp} l_{zp}) = \frac{T_{np}}{1 + e^{f\alpha}}$$

Рисунок.4.1

## Лабораторна робота № 5

### ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖОУПОРНОГО ГАЛЬМА БЕЗРЕДУКТОРНОЇ ЛЕБІДКИ

Мета роботи - вивчити конструкцію безредукторної лебідки з вантажоупорним гальмом; визначити передаточне число лебідки і її ККД, а також параметри вантажопідіймального гальма.

#### 5.1 Теоретичні положення

Безредукторна лебідка - простий вантажопідіймальний механізм для підйому вантажів на невелику висоту переважно з ручним приводом. Схема лебідки показана на рис.5.1. Основний вузол лебідки - диференціальний двоступінчастий барабан 1, що спирається своїм валом 2 на підшипники 3, встановлені в стійках рами 4. На різні діаметри барабана в протилежному напрямку намотується канат 5, що підтримує блокову підвіску 6 з вантажем 7. Від опускання вантаж утримує вантажоупорне гальмо з поверхнями тертя, що розмикаються, що складається з гайки 8, нагвинченої на різьбу вала барабана, храпового колеса 9, вільно посаженого на вал барабана і собачки 10, шарнірно закріпленої на стійці рами, що підгортається до храпового колеса пружиною. Напрямок різьби обраний таким, що вантажний момент згвинчує гайку з рукояткою вліво, затискаючи храпове колесо між торцем гайки і диском 11, закріпленим на валу барабана. При цьому собачка перешкоджає обертанню храпового колеса, а отже, і барабана. Для опускання вантажу згвинчують гайку за рукоятку вправо, звільняючи від осьового зусилля храпове колесо, даючи можливість барабану повертатися під дією вантажного моменту. При підйомі вантажу гайка згвинчується по різьбі вліво, притискаючи храпове колесо до диска 11, і собачка не перешкоджає підйому.

Вантажний момент на валу барабана

$$T_{ван} = \frac{Q}{2} R - \frac{Q}{2} r = \frac{Q}{2} (R - r), \quad (5.1)$$

Момент на рукоятці

$$T_{рук} = F_{рук} l, \quad (5.2)$$

Звідси передаточне число лебідки

$$u = \frac{Q}{F_{рук}} = \frac{2l}{R-r}, \quad (5.3)$$

ККД лебідки

$$\eta = \frac{T_{ван}}{T_{рук}} \cdot 100\% = \frac{Q(R-r)}{2(F_{рук}l + G_{рук}l_1)}, \quad (5.4)$$

Коефіцієнт запасу гальмування вантажоупорного гальма [2]:

$$K_{cp} = \frac{R_{cp}\mu}{r_{cp}tg(\alpha + \rho)}, \quad (5.5)$$

де  $R_{cp} = \frac{D_{нар} + D_{вн}}{4}$  – середній радіус поверхні тертя гальма;

$\mu=0,15-0,18$  – коефіцієнт тертя ковзання між поверхнями тертя;

$r_{cp} = \frac{d_{нар} + d_{вн}}{4}$  – середній радіус різьби гальма;  $\alpha = arctg \frac{P}{\pi \cdot r_{cp}}$  –

кут підйому двухзаходної різьби;  $p$  – крок різьби;  $\rho=6... 8^\circ$  – кут тертя в різьбі.

Осьове зусилля в гальмі з врахуванням (5.1):

$$N = \frac{T_{cp}}{r_{cp}tg(\alpha + \rho) + \mu R_{cp}} = \frac{0,5Q(R-r)}{r_{cp}tg(\alpha + \rho) + \mu R_{cp}}, \quad (5.6)$$

Розподілений тиск на диски

$$n = \frac{N}{A} = \frac{4N}{\pi(D_{нар}^2 - D_{вн}^2)} \leq [n] = 0,2...0,3 \text{ МПа}, \quad (5.7)$$

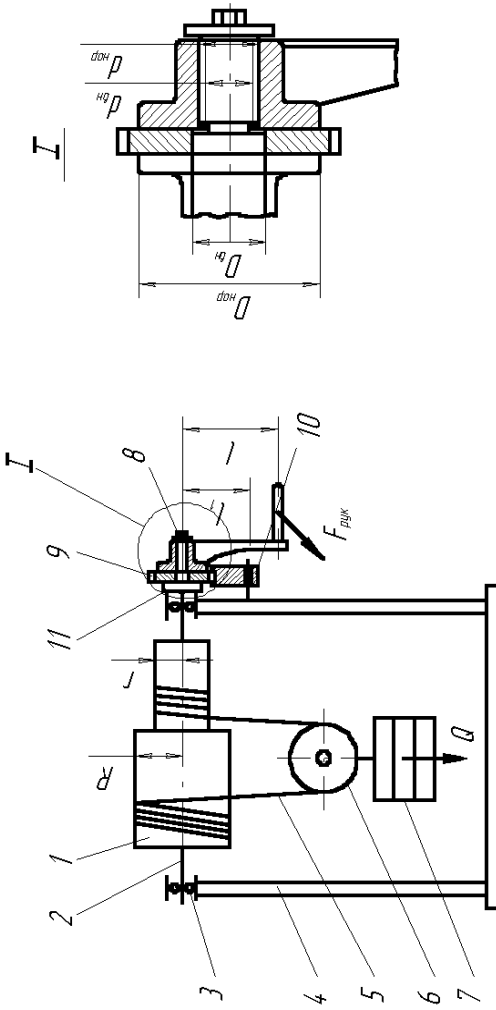


Рисунок.5.1

### Обладнання

1. Безредукторна лебідка.
2. Вимірювальний інструмент (штангенциркуль, лінійка).
3. Іспитові вантажі.

### 5.2 Порядок виконання роботи

При виконанні роботи необхідно дотримувати наступний порядок:

1. Вимірити діаметр барабанів по центру каната, довжину рукояті, діаметри дисків тертя, діаметри і крок різьби, розміри вантажу. Визначити число заходів різьби.

2. Визначити передаточне число лебідки по формулі (5.3).

3. Визначити ККД лебідки по виразу (5.4).

4. Зусилля на рукоятці  $F_{рук}$  визначити експериментально. Для цього встановити важіль рукоятки горизонтально, навішувати на неї іспитові вантажі до початку руху.

Масу вантажу обчислити по формулі

$$Q = \frac{\pi \cdot D_{ван}^2}{4} h_{ван} \gamma ,$$

де  $D_{ван}$  і  $h_{ван}$  – відповідно діаметр і висота вантажу;  $\gamma=7,8 \text{ т/м}^3$  – щільність стали.

$G_{рук}=0,6 \text{ кг}$ ;  $l_l=150 \text{ мм}$ .

По формулі (5.5) обчислити коефіцієнт запасу гальмування вантажоупорного гальма, з виразу (5.6) – осьове зусилля, по формулі (5.7) – тиск на диски.

### 5.3 Зміст звіту

Звіт про роботу повинен містити:

1. Схему лебідки і короткий опис її роботи.
2. Результати вимірів елементів лебідки.
3. Обчислення передаточного числа і ККД лебідки, а також

коефіцієнта запасу гальмування гальма, осьового зусилля і тиску на диски гальма.

### Контрольні питання

1. Назвіть найбільш розповсюджені вантажопідйомні механізми з ручним приводом.
2. Припустимі зусилля на рукоятках ручного привода.
3. Розміри рукояток, що рекомендуються, і відстань від їхньої осі обертання до рівня підлоги.
4. Припустима швидкість руху рукояток.
5. Які деталі входять у храповий механізм?
6. Поясніть принцип роботи гальма з поверхнями тертя, що розмикаються.
7. Як визначити кут підйому різьби?
8. Як обчислити кут тертя?

### Лабораторна робота №6

## ВИВЧЕННЯ СИЛИ ЗЧЕПЛЕННЯ ПРИВІДНОГО КОЛЕСА ВЕЛОСИПЕДНОГО КРАНА З РЕЙКОЮ.

Мета роботи - ознайомлення з процесом взаємодії приводних коліс з рейкою та реалізацією сили зчеплення в залежності від навантаження.

#### 6.1 Теоретичні положення

При проектуванні механізмів переміщення кранів велике значення має зчеплення приводних коліс з рейками.

Надлишковий крутний момент електродвигуна під час розгону може викликати процес буксування приводних коліс, а при різкому гальмуванні погано відрегульованим гальмом – процес юза.

При виникненні юза або буксування між колесом та рейкою реалізується сила тертя, яка залежить від коефіцієнта тертя ковзання, в той час як під час кочення колеса по рейці ця сила визначається коефіцієнтом зчеплення, який як відомо більше

коефіцієнта тертя ковзання. Саме тому, неприпустимий вихід на режим юза або буксування, бо це приводить до зниження сили тяги, або гальмової сили, що реалізується у зоні контакту колеса з рейкою.

Коефіцієнтом запасу зчеплення приводного колеса з рейкою є відношення сили зчеплення до сил опору. Сама сила зчеплення залежить в основному від навантаження колеса та коефіцієнта зчеплення  $f$ . Для кранів стрілових та велосипедних сила зчеплення змінюється в залежності від кута повороту стріли, бо змінюється навантаження на колесо.

Навантаження  $A$  на ліве колесо велосипедного крана (рис.6.1) має вигляд:

$$A = \frac{Q + G_1 + G_2}{2} - \frac{G_1 c + QL}{l} \cos \alpha ,$$

де  $Q$  - маса піднятого вантажу;

$G_1=116\text{кг}$  – маса поворотної частини крана;

$G_2=130\text{кг}$  – маса неповоротної частини крана;

$l$  – база крана.;

$L$  – вильот крана;

$c=120$  мм – відстань від осі повороту до центру ваги крана.

Експериментально сила зчеплення визначається залежністю

$$F = G \frac{x}{R_k} , \quad (6.1)$$

де  $G$  – маса допоміжного вантажу.

Теоретично цю силу визначає залежність

$$F = fA = f \left( \frac{Q + G_1 + G_2}{2} - \frac{G_1 c + QL}{l} \cos \alpha \right) , \quad (6.2)$$

## 6.2 Послідовність виконання роботи

При виконанні роботи використати вантаж заданої маси  $Q$ , який підвішено на гак. Вантажний важіль встановити під невеликим кутом.

На важелі закріпити допоміжний вантаж  $G$  так, щоб при повороті стріли проти годинникової стрілки виникло проковзування колеса на рейці.

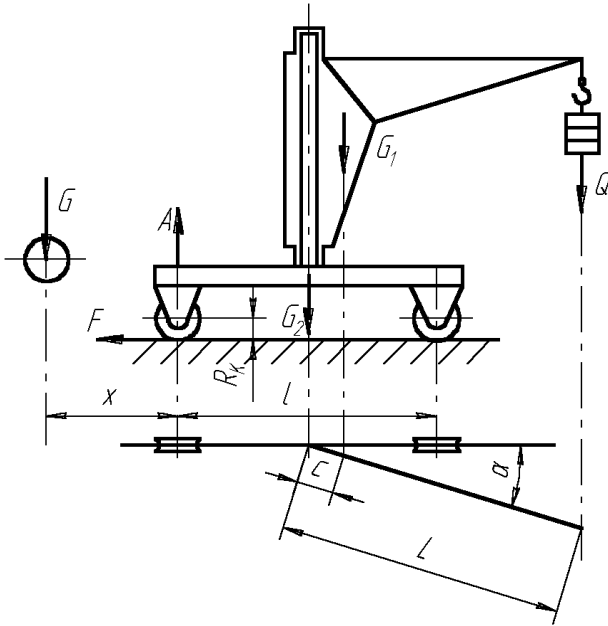


Рисунок 6.1

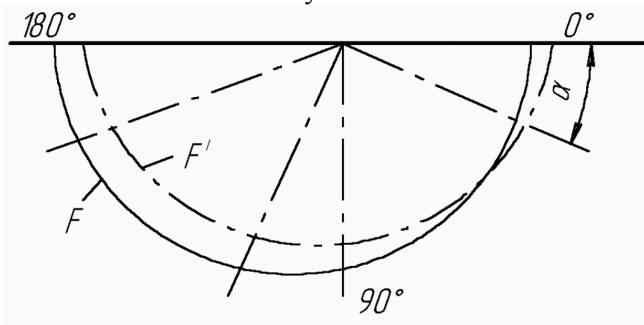


Рисунок 6.2

Заміряти вильот  $L$ , базу крана  $l$ , радіус колеса  $R_k$ , плече важеля  $x$  лінійкою. При кожному з указаних у табл.6.1 кутів добитися проковзування колеса міняючи плече  $x$ .

Результати вимірювань та обчислень занести у табл. 6. 1

Таблиця.6.1

Кут $\alpha$ , град	0	45	90	135	180
Плече важеля $x$ , м					
Сила зчеплення по ф-лі (1)					
Сила зчеплення по ф-лі (2)					
Відхилення $\Delta F = \frac{F - F'}{F} 100\%$					

Зміст табл.6.1 використати для побудови графіка (рис.6.2)

### 6.3 Зміст звіту

Звіт повинен містити у собі:

- 1.Схему крана.
- 2.Таблицю 6.1.
- 3.Графік, побудований за даними табл. 6.1.

#### Контрольні питання:

1. Як визначити коефіцієнт запасу зчеплення?
2. У якому випадку станеться буксування приводних коліс крана?
3. У якому випадку отримуємо юз?
4. Як визначити силу зчеплення?
5. Від чого залежить коефіцієнт зчеплення?

## Лабораторна робота №7

### ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ

Мета роботи – ознайомитися з конструкцією механізму підйому вантажу і визначити час розвантажування при підйомі номінального вантажу; швидкість підйому вантажу по технічній характеристиці механізму й експериментально; режим роботи механізму; продуктивність крана.

#### 7.1 Теоретичні положення

Механізм підйому вантажу – основний механізм крана, по

режиму роботи якого встановлюють режим роботи крана в цілому (рис.7.1).

При визначенні режиму роботи механізму підйому необхідно враховувати наступні показники:

1. Коефіцієнт використання механізму по вантажопідймальності

$$k_z = \frac{Q_{cp}}{Q_n}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{cp}$  – середній вантаж, що піднімається, за зміну;  $Q_n$  - номінальна вантажопідйомність.

2. Коефіцієнт річного використання механізму

$$k_p = \frac{t_p}{365}, \quad (7.2)$$

де  $t_p$  – число днів роботи механізму в році.

3. Коефіцієнт добового використання механізму

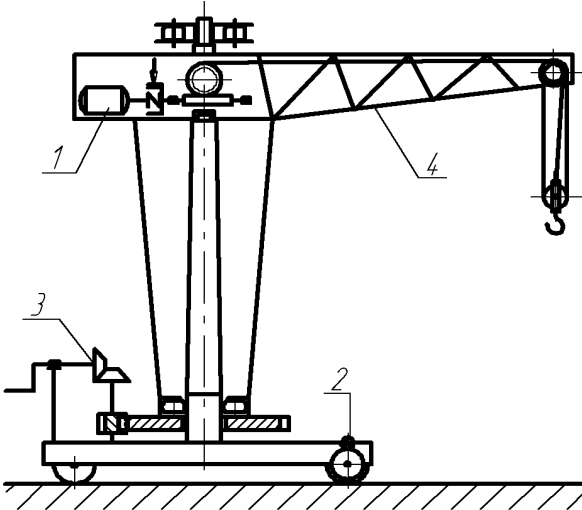
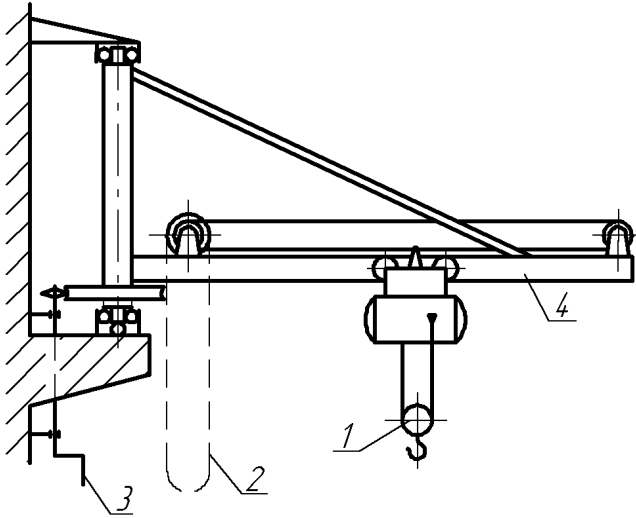
$$k_d = \frac{t_d}{24}, \quad (7.3)$$

де  $t_d$  – число годин роботи механізм у добу.

4. Відносна тривалість включення механізму

$$TB = \frac{t_p}{t_u} 100\%, \quad (7.4)$$

де  $t_p$  – час роботи механізму,  $t_p = t_u - t_n$ ;  $t_u$  – загальний час циклу;  $t_n$  – сумарний час пауз за один цикл.



1 – механізм підйому; 2 – механізм пересування;  
3 – механізм повороту; 4 – металоконструкція.

Рисунок .7.1

У загальний час циклу входить середній час підйому й опускання вантажу, а також порожнього гака. Паузи в роботі механізму підйому необхідні для закріплення вантажу на гаку і його звільнення, а також для переміщення вантажу і повернення порожнього гака до місця повторного завантаження.

Середній час підйому (опускання) обчислюється по формулі

$$t = \frac{H}{V},$$

де  $H$ ,  $V$  – відповідно висота і швидкість підйому вантажу.

При перевірці електродвигуна визначається час його розгону при підйомі вантажу

$$t_p = \frac{I_{np}n}{9.55(T_{cp,n} - T_{zp})}, \quad (7.5)$$

де  $I_{np} = \delta(I_p + I_m) + \frac{mR_{\sigma}^2}{U_o^2\eta}$  – момент інерції системи, приведений до вала електродвигуна,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;

$\delta=1,1\dots1,25$  – коефіцієнт, що враховує інерцію тихохідних валів привода;  $I_p$ ,  $I_m$  – момент інерції відповідно ротора двигуна і муфти,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;  $m$  – маса вантажу, що підіймається,  $\text{кг}$ ;  $n$  – частота обертання вала двигуна,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$T_{cp,n} = 0,8T_{\max}$  – середній пусковий момент електродвигуна з короткозамкненим ротором,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $T_{\max}$  – максимальний момент електродвигуна;

$T_{ван} = \frac{10^4(Q + G)R_{\sigma}}{U_o n_{ван}}$  – вантажний момент,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $Q$  – задана вантажопідйомність,  $\text{т}$ ;  $G$  – маса гакової підвіски,  $\text{т}$ ;  $R_{\sigma}$  – радіус барабана,  $\text{м}$ ;  $U_p = i_n U_p$  – загальне передаточне число механізму;  $i_n = \frac{z_{\kappa}}{a}$  – кратність поліспасти;  $z_{\kappa}$  – число гілок каната, на яких висить

вантаж;  $a$  - число закріплених на барабані кінців каната;  $U_p$  - передаточне число редуктора.

$\eta_{ван}$  - ККД привода при підйомі заданого вантажу  $Q$ , отриманий за графіком залежностей ККД від відношення  $\frac{Q}{Q_n} = k_z$  і загального

ККД привода  $\eta$  [1, рис.7.2].

$\eta = \eta_n \eta_{\sigma} \eta_p \eta_m$  - загальний ККД механізму при номінальній вантажопідйомності;

$\eta_n, \eta_{\sigma}, \eta_p, \eta_m$  - ККД відповідно поліспасти, барабана, редуктора і муфти.

Номінальна швидкість підйому вантажу

$$V_n = \frac{\pi R_{\sigma} n}{30 U_o}, \quad (7.6)$$

Час гальмування вантажу, що опускається, с:

$$t_T = \frac{I'_{np} n}{9.55(T_T - T'_{ван})}, \quad (7.7)$$

де  $I'_{np} = \delta(I_p + I_m) + \frac{m R_{\sigma} \eta_{ван}}{U_o^2}$ , кг·м<sup>2</sup>;

$T_z$  - гальмовий момент гальма, Н·м;  $T'_{ван} = \frac{10^4 (Q + G) R_{\sigma} \eta_{ван}}{U_o}$  -

момент на валу двигуна при гальмуванні механізму.

Продуктивність крана, т/г:

$$P = Z_{ц} Q, \quad (7.8)$$

де  $Z_{ц} = \frac{3600}{t_{ц}}$  - число циклів у годину.

### Обладнання

1. Кран велосипедний чи настінний поворотний з електричним талем, характеристики яких приведені в табл.7.1.
2. Испитові вантажі.
3. Електросекундомір.

## 4. Мірна лінійка.

Таблиця 7.1

№ п/п	Показники	випи́нєнєОП	випи́нєнєО	Крани	
				Вело-сипедний	Поворотний з електричною таллю
1	Номинальна вантажопідймальність	$Q_n$	т	0,025	0,25
2	Маса гакової підвіски	$G$	т	0,0025	0,0028
3	Висота підйому	$H$	м	1,25	1,6
4	Діаметр барабана	$D$	м	0,1	0,15
5	Передаточне число редуктора	$U_p$	-	51	40
6	ККД редуктора	$\eta_p$	-	0,7	0,96
7	ККД поліспасти і відхиляючих блоків	$\eta_n$	-	0,9	0,99
8	ККД муфти	$\eta_m$	-	0,98	0,98
9	ККД барабана з опорами	$\eta_b$	-	0,96	0,96
10	Потужність двигуна	$P$	кВт	0,080	0,550
11	Частота обертання вала двигуна	$n$	хв <sup>-1</sup>	2700	1370
12	Номинальний момент двигуна	$T_n$	Н·м	0,29	2,8
13	Максимальний момент двигуна	$T_{max}$	Н·м	0,5	5,6
14	Момент інерції ротора і муфти	$I_p + I_m$	кг·м <sup>2</sup>	$5 \cdot 10^{-4}$	$16 \cdot 10^{-4}$
15	Гальмовий момент ротора	$T_z$	Н·м	0,3	3,6
16	Число годин роботи на добу	$T_d$	г	16	8
17	Число днів роботи в році	$t_p$	дні	180	80

## 7.2 Порядок виконання роботи

При виконанні роботи необхідно дотримувати наступний порядок:

1. Зобразити схему крана.
2. Зробити три підйоми й опускання гакової підвіски з вантажем і без вантажу, відзначаючи по електросекундоміру час руху, а по мірній лінійці - шлях підвіски  $\Delta H = H_2 - H_1$
3. Заповнити табл.7.2, обчисливши швидкості підйому та опускання навантаженого і порожнього гака по формулі  $V = \frac{\Delta H}{t}$ . За результатами трьох вимірів обчислити середні швидкості  $V_3$ ,  $V_7$ ,  $V_5$  і

$V_1$ .

4. Обчислити номінальну швидкість механізму по формулі (7.6), коефіцієнт використання механізму по формулах (7.1) - (7.3) і відносну тривалість включення механізму по формулі (7.4), час циклу  $t_{ц}$  і заповнити табл.7.3.

Таблиця 7.2

		З вантажем			Без вантажу		
Підйом	$H_2$		$V_3 = \frac{\sum V}{3}$	$H_2$		$V_7 = \frac{\sum V}{3}$	
	$H_1$			$H_1$			
	$\Delta H$			$\Delta H$			
	$t$			$t$			
	$V$			$V$			
Опускання	$H_2$		$V_5 = \frac{\sum V}{3}$	$H_2$		$V_1 = \frac{\sum V}{3}$	
	$H_1$			$H_1$			
	$\Delta H$			$\Delta H$			
	$t$			$t$			
	$V$			$V$			

Таблиця 7.3

$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_{ц}$
	40		25		20		25	

У табл.7.3 прийнято середній час:  $t_1 = \frac{H}{V_1}$  - опускання порожньої підвіски;  $t_3 = \frac{H}{V_3}$  - підйому вантажу;  $t_5 = \frac{H}{V_5}$  - опускання вантажу;  $t_7 = \frac{H}{V_7}$  - підйому порожньої підвіски.

Швидкості  $V_1, V_3, V_5$  і  $V_7$  - з табл.2.2, висота підйому  $H$  - з табл.7.1.

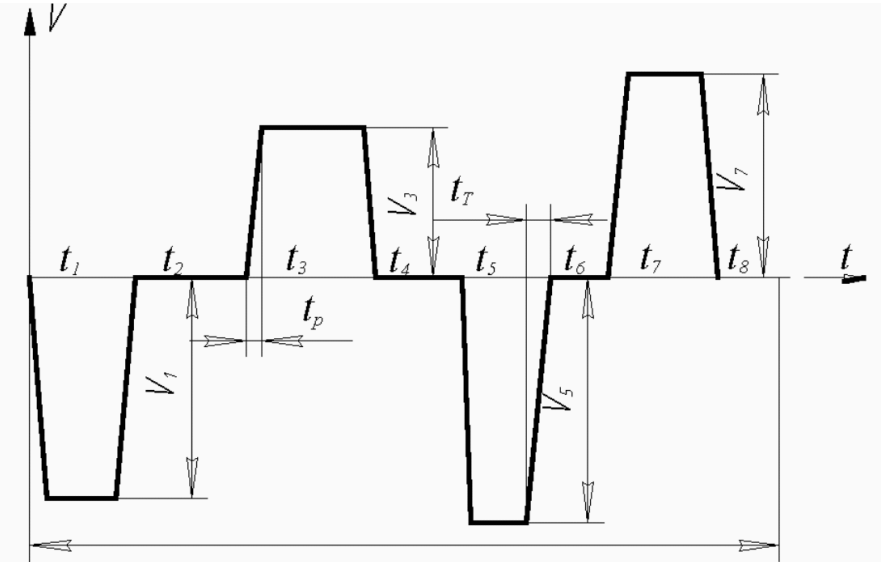


Рисунок 7.2

Час циклу зобразити графічно (рис.7.2), на якому паузи в роботі механізму підйому прийняти і позначити:

$t_2=40c$  – час закріплення вантажу на гаку;

$t_4=25c$  – час горизонтального переміщення вантажу;

$t_6=20c$  – час звільнення вантажу;

$t_8=25c$  – час повернення до місця завантаження.

5. Для оцінки часу розвантажування і гальмування вантажу за  $t_u$  скористатися формулами (7.5) і (7.7).

6. По табл.7.4 визначити режим роботи механізму, враховуючи при цьому, що перевищення хоча б одного з чотирьох табличних показників вимагає віднесення механізму до більш навантаженого режиму роботи.

7. Визначити час роботи механізму, год.

$$\Gamma = 365K_p \cdot 24K_o \frac{PB}{100} h,$$

де  $h=25$  років – повний термін служби механізму.

Таблиця 7.4

Режим роботи	Середнє припустиме використання механізму			
	По вантаже-підіймальності $K_{ван}$	Протягом		ПВ %
		року $K_p$	доби $K_d$	
Легкий	0,25...1	Нерегулярна робота		15
Середній	0,75	0,5	0,33	25
Важкий	0,75...1	1	0,6	40
Дуже важкий	1,0	1	1	40

8. По табл.7.5 з урахуванням класу навантаження  $K_{ван}$  і часу роботи визначити групу режиму роботи механізму.

9. Визначити продуктивність механізму по формулі (7.8).

Таблиця 7.5

Клас використання	Час роботи тис. г	Класи навантаження			
		V1	V2	V3	V4
		$K_{ван}$ до 0,125	Понад 0,125 до 0,25	Понад 0,25 до 0,5	Понад 0,5
Група режима роботи механізму					
$A_0$	До 0,8	1М	1М	1М	2М
$A_1$	Понад 0,8 до 1,6	1М	1М	2М	3М
$A_2$	Понад 1,6 до 3,2	1М	2М	3М	4М
$A_3$	Понад 3,2 до 6,3	2М	3М	4М	5М
$A_4$	Понад 6,3 до 12,5	3М	4М	5М	6М
$A_5$	Понад 12,5 до 25	4М	5М	6М	–
$A_6$	Понад 25 до 50	5М	6М	–	–

### 7.3 Зміст звіту

Звіт про роботу повинен містити:

1. Схему крана.
2. Табл.7.2, 7.3 і рис.7.2.
3. Визначення:  $V_n$ ,  $K_p$ ,  $K_d$ ,  $K_{ван}$ ,  $TB$  %, режиму роботи,  $t_{pl}$ ,  $t_{ml}$ , час роботи в годинах, групи режиму роботи, продуктивності механізму.

#### Контрольні питання

1. Як визначити кратність поліспасти?
2. Від яких параметрів залежить режим роботи механізму?
3. Як визначити коефіцієнт використання крана по вантажопідіймальності?
4. Як визначити коефіцієнт використання крана протягом року і доби?
5. Як визначити відносну тривалість включення?
6. Як по відомих параметрах привода і поліспасти обчислити швидкість підйому вантажу?
7. Як експериментально визначити швидкість підйому вантажу?
8. Як визначити продуктивність механізму підйому?

## Література

1. Слободян Н. М., Пономарчук І. А. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 87 с.
2. Роговий А. С., Мельник В. М. Підйомно-транспортні машини і обладнання : навч. посіб. – Київ : Кондор, 2019. – 312 с.
3. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.; з іл.
4. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання.