



Міністерство освіти і науки України

Запорізька державна інженерна академія

С.В. Погорелов

Ю.П. Ведмідь

ПІДЙОМНО - ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ

Лабораторний практикум для студентів спеціальності
“Металургійне обладнання”

Запоріжжя

2005

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

Затверджено до друку рішенням
методичної ради ЗГ ІА

ПІДЙОМНО - ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ

Лабораторний практикум для студентів спеціальності
“Металургійне обладнання”

Рекомендовано до видання на засіданні
кафедри МО протокол № 11 від 17.02.05р.

Запоріжжя
2005

ПІДЙОМНО – ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ. Лабораторний практикум для студентів спеціальності “Металургійне обладнання”. Укладачі: Погорелов С. В., Ведмідь Ю.П. – З: Видавництво ЗДІА, 2005. – 48 с.

Укладачі: С.В. Погорелов, доцент
Ю.П. Ведмідь, доцент

Відповідальний за випуск: зав. каф. МО
професор Жук А.Я.

ЗМІСТ

с

1. Лабораторна робота № 1. Вивчення конструкцій і характеристик дротяних канатів.....	5
2. Лабораторна робота № 2. Дослідження вузлів кріплення каната до барабана.....	15
3. Лабораторна робота № 3. Вивчення конструкцій і регулювань колодкового гальма з електрогідравлічним штовхачем типу ТКГ.....	24
4. Лабораторна робота № 4. Вивчення конструкцій і регулювань колодкового гальма типу ТКТ.....	31
5. Лабораторна робота № 5. Вивчення схем і основних характеристик стрічкових гальм.....	38
ЛІТЕРАТУРА.....	48

Лабораторний практикум по підйомно - транспортних машинах (ПТМ) - важлива складова частина курсу ПТМ.

Він істотно розширює можливості пізнання фізичної сутності явищ, що протікають при роботі вузлів і механізмів, і дозволяє отримати практичні навички розрахунків, регулювання і бракування окремих елементів, що не передбачено іншими видами занять.

Опис лабораторних робіт, методів виконання досліджень представлено так, щоб студент міг заздалегідь ознайомитися із проведенням роботи, підготувати основні матеріали звіту по ній та у відведене розкладом час виконати всі вимірювання і розрахунки, остаточно оформити звіт та захистити роботу.

При виконанні лабораторних робіт необхідно керуватися наступними вимогами безпеки:

1. Проведення досліджень можливо після ознайомлення із устроєм установки, правилами безпечної роботи на ній, інструментом і дозволу викладача.

2. Зняті деталі і інструмент варто розташовувати так, щоб було зручно працювати і виключити травмування.

3. Після закінчення досліджень студент зобов'язаний прибрати робоче місце і скласти інструмент.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- спиратися на обладнання і прилади;
- перебувати на робочому місці в розстебнутому одязі;
- провадити на обладнанні роботи, не пов'язані з виконанням досліджень.

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕВИХ ДРОТЯНИХ КАНАТІВ

Ціль роботи:

- ознайомитися з різноманіттям конструкцій сталевих дротяних канатів;
- придбати практичні навички у визначенні конструкцій каната за зразками і схемами перерізів, у складанні умовної позначки канатів на основі структурних схем;
- установити залежність міцності канатів від конструкції і механічних властивостей;
- одержати навички в методиці розрахунку і бракування канатів відповідно до норм Держнаглядодохоронпраці.

1.1. Теоретичні положення

Сталеві дротяні канати є основним типом гнучких органів, що застосовуються у вантажопідйомних машинах. Їх виготовляють зі сталевого дроту діаметром 0,2...3 мм і межею міцності $\sigma_B = 1600...2000$ МПа. Для машин, що працюють у сухих приміщеннях, застосовують канати зі світлого (не вкритого іншими металами) дроту. Для роботи в сирих приміщеннях канати виготовляють із оцинкованого дроту для запобігання його від корозії.

Застосування дроту з низкою маркіровочною групою (межею міцності) призводить до збільшення діаметра каната, а з більш високою - до зниження терміну служби каната через збільшення жорсткості дротів. Рекомендується застосовувати канати з маркіровочними групами 1568...1764 МПа.

Відповідно до технічних вимог канати класифікують за ознаками:

- за *типом звивки і характером дотику дротів*: **ТК** (різнобічна звивка і точкове торкання дротів між шарами); **ЛК** (однобічна звивка з лінійним дотиком дротів суміжних шарів); **ТЛК** (два шари дротів звиті в один бік, третій - у протилежний з точково-лінійним дотиком);

- за **напрямком звивки**: права й ліва;
- за **видом звивки**: *хрестова*, де дроти в пасмах звиті в один бік, а пасма каната – у протилежний; *однобічна* (паралельна) – напрямок звивки дротів у пасмі і пасом у канаті збігаються; *комбінована*, у якій дроти в пасмі звиті у взаємо-протилежних напрямках, а пасма в канат звиті вправо або вліво;
- за **кількістю пасів**: одне-, трьох-, п'яти-, шести-, семи- та восьми пасмові.

Встановлено наступну структурну схему умовної позначки сталевих канатів:

Канат	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

де 1 - назва виробу; 2 - діаметр каната, мм; 3 - призначення каната (ВЛ - вантажолюдські, В - вантажні); 4 - позначення сорту дротів (В - вищий, І - перший, ІІ - другий); 5 - позначення виду покриття поверхні дротів [(-)- без покриття, ОЖ- оцинкований дріт для особливо жорстких, агресивних умов; Ж - оцинкований дріт для жорстких, агресивних умов; З - оцинкований дріт для середніх агресивних умов]; 6 - позначення напрямку звивки пасом [(-) - права, Л - ліва]; 7 - позначення сполучення напрямків звивки елементів каната [(-)- хрестова, 0 - однобічна, К - комбінована]; 8 - позначення способу звивки каната (Н - що не розкручуються, Р - що розкручуються); 9 - маркіровочна група, МПа; 10 - позначення стандарту на обраний тип каната.

Приклад позначення сталевого каната діаметром 11,5 мм, вантажного, виготовленого з матеріалу марки (сорту) І зі світлою поверхнею дротів, із правою звивкою пасом, хрестової звивки елементів каната, що не розкручується, із дротів маркіровочної групи 1568 МПа, за ДСТ 3077-80:

Канат 11,5 М – 1 – Н - 1568 ДСТ 3077-86.

Виготовлення канатів відповідно до ДСТ засвідчується сертифікатом заводу-виготовлювача. Канати без сертифіката до роботи не допускаються. В

акті-сертифікаті вказується повна технічна характеристика, включаючи сумарне розривне зусилля каната в цілому.

Розривне навантаження каната визначається за формулою:

$$F_p = 0,83F_{розр} \quad (1.1)$$

де: $F_{розр}$ - алгебраїчна сума розривних зусиль дротів.

Сумарне розривне зусилля всіх дротів каната залежить від межі міцності матеріалу σ_B і сумарної площі A_Σ поперечного переріза всіх дротів:

$$F_{розр} = A_\Sigma \cdot \sigma_B \quad (1.2)$$

Величини σ_B (маркировочна група), A , F_p , діаметр d каната наводяться в ДСТ на канати.

Бракування канатів, що знаходяться у роботі зі сталевими чи чавунними блоками, провадиться по числу обривів дротів відповідно до таблиці 1.1.

Крім того:

- при наявності трьох і більше обривів на одному пасмі при довжині каната менше $6d$ канат бракується;
- при наявності на поверхні каната спрацювання або корозії дротів число обривів на кроці звивки зменшують відповідно до даних таблиці 1.2;
- канати вантажопідйомних машин, що призначені для підймання людей, а також транспортуючих розплавлених і розпечених метал, вибухові, вогнебезпечні та отруйні речовини, бракують при вдвічі меншій числі обривів дротів на одному кроці звивки, чим зазначено в табл. 1.1;
- якщо спрацювання або корозія дротів складають 40% і більше початкового діаметра дротів, канат бракується.

Таблиця 1.1. Кількість обривів дротів, при наявності яких канати хрестової подвійної звивки відбраковуються.

Кількість несучих дротів у зовнішніх пасмах, n	Конструкція канатів		Тип звивки	ДСТ на канат	Група режиму			
	по ISO (типіві зразки конструкцій)	за міждержавними стандартами			M1 ... M4		M5 ... M8	
					Довжина ділянки			
					6d	30d	6d	30d
n <50	6x7(6/1)	6x7 (1+6)+ 1x7(1+6)	ЛК-О	3066-80	2	4	4	8
		6x7 (1+6)+ 1 о. с.	ЛК-О	3069-80				
		8x6 (0+6)+9 о. с.	ЛК-О	3097-80				
51< n <75	6x19 (9/9/1) *	6x 19 (1+9+9)+1о. с.*	ЛК-О	3077-80	3	6	6	12
		6x19 (1+9+9)+7x7(1+6)*	ЛК-О	3081-80				
76 < n <100		18x7(1+6)+ 1 о. с.	ЛК-О	7681-80	4	8	8	16
101< n <120	8x19(9/9/1) *	6x19 (1+6+6/6)+7x7(1+6)	ЛК-Р	14954-80	5	10	10	19
	6x19(12/6/1)	6x1 9(1+6+6/6)+1 о. с.	ЛК-Р	2688-80				
	6x19(12/6+6F/1)	6x25 (1+6; 6+12)+1о. с.	ЛК-3	7665-80				
	6x25FS(12/12/1)*	6x25 (1+6; 6+12)+7 x7	ЛК-3	7667-80				
121 < n < 140		8x1 6 (0+5+ 11)+9 о. с.	ТК	3097-80	6	11	11	22
141 < n < 160	8x19(12/6+6 F/1)				6	13	13	26
161< n < 180	6x36(14/7+7/7/1)*	6x30 (0+1 5+ 15)+7 о. с.	ЛК-О	3083-80	7	14	14	29
		6x36 (1+7+7/7+ 14)+1о. с.*	ЛК- РО	7668-80				
		6x36 (1+7+7/7+1+7x7(1+6)*	ЛК-РО	7669-80				
181 < n <200		6x31 (1+6+6/6+12)+1 о. с.	ЛК-О	16853-80	8	16	16	32
		6x31(1+6+6/6+12)+7x7(1+6)	ЛК-О	16853-80				
		6x37(1+6+15+15)+1о. с. *	ТЛК-О	3079-80				

Примітки:

1. Тут **n** - кількість несучих дротів у зовнішніх пасмах каната; **d** - діаметр каната, мм.
2. Дроти заповнення не вважаються несучими, тому не підлягають урахуванню. У канатів з кількома шарами пасом ураховуються дроти тільки видно зовнішнього шару. Дротики металевого сердечника канатів розглядаються як внутрішнє пасмо й не враховуються під час підрахування кількості несучих дротів.
3. Незаповнені рядки в графі "Конструкція канатів" означають відсутність конструкцій канатів з відповідною кількістю дротів
4. Конструкція канатів по ISO наведена схематично відповідно до ISO 4309, ISO 3578:
 - знаком / відділений один шар дротів від іншого або в одному шарі відділені дроти різного діаметра;
 - кількість дротів пасом зазначено від периферії до центру каната;
 - "F" - канати із дротами заповнення, FS - канати із синтетичним сердечником.

Таблиця 1.2. Норми бракування каната залежно від поверхневого
спрацювання або корозії

Зменшення діаметра дротів у результаті поверхневого спрацювання або корозії	Кількість обривів дротів, % від норм, зазначених у таблиці 1.1.
10	85
15	75
20	70
25	60
30 і більше	50

У ПТМ застосовують переважно канати подвійний звивки. Спочатку дроти звивають у пасмі навколо центрального дроту, а потім пасма звивають у канат навколо сердечника. Число дротів у пасмі і пасом у канаті може бути різними. Частіше використовують шестипасмові канати із числом дротів у пасмі 19 або 37.

Сердечник самого каната може бути сталевим (МС) або органічним волокнистим (ОС), виготовленим з пеньки; або може бути із пряжі нейлону чи капрону. При роботі в умовах підвищених температур використовуються сердечники з волокон азбесту.

Канати зі сталевим сердечником застосовуються при багат шаровій навивці на барабан, оскільки канат не втрачає форми під впливом навантаження вище розміщених витків, а також при роботі в умовах високих температур. Канати з органічним сердечником більш гнучкі, ніж канати зі сталевим сердечником, і краще втримують мастило.

Канати для ПТМ мають кілька різновидів (табл. 1.3):

ТК - конструкція пасма із точковим дотиком дротів між шарами;

ЛК-Р - конструкція пасма з лінійним дотиком дротів між шарами, при різних діаметрах дротів у верхньому шарі;

ЛК-О - конструкція пасма з лінійним дотиком дротів між шарами, при однакових діаметрах дротів у верхньому шарі;

ЛК-З - конструкція пасма з лінійним дотиком дротів між шарами й дротами заповнення;

ЛК-РО - конструкція пасма з лінійним дотиком дротів між шарами і має шар із дротами різних діаметрів і шари із дротами однакового діаметра.

Канати з лінійним дотиком мають краще заповнення перерізу, вони більш гнучкі і зносостійкі, витримують більше число перегинів. Термін служби канатів типу ЛК значно вище терміну служби канатів типу ТК.

Для визначення кроку звивки на поверхні будь-якого пасма наносять мітку 1, від якої відраховують уздовж осі каната стільки пасом, скільки їх є в перерізі, і на наступному після відліку пасмі наносять другу мітку. Відстань між мітками - крок звивки.



Рисунок 1.2- Визначення кроку звивки шестипасмового каната

1.2. Лабораторне устаткування:

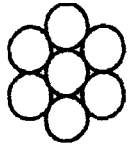
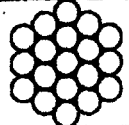
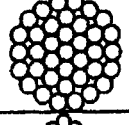
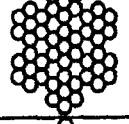
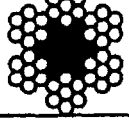
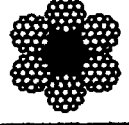

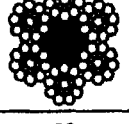
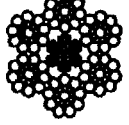
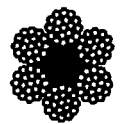
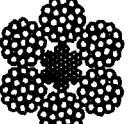
- зразки сталевих дротяних канатів.
- вимірювальні інструменти: штангенциркуль, лінійка, мікрометр.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ.

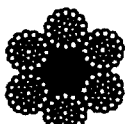
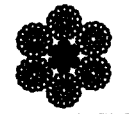
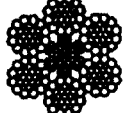

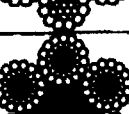


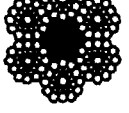

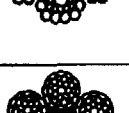
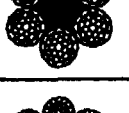
1. Виконати ескізи поперечних перерізів заданих зразків канатів.
2. Виміряти діаметри дротів і канатів у цілому і, визначивши параметри, заповнити таблицю 1.4 звіту.
3. Визначити основні характеристики канатів.

Таблица 1.3

КАНАТЫ СТАЛЬНЫЕ

конструкция, стандарт		Диаметр, мм	Применение
	Конструкция ЛК-О 1x7(1+6) ГОСТ 3062-80	1.8 - 9.2	Растяжки, ванты, направляющие для воздушных линий связи
	Конструкция ТК 1x19(1+6+12) ГОСТ 3063-80	7.6 - 15.0	Воздушные линии электропередач в качестве грозозащитного.
	Конструкция ТК 1x37(1+6+12+18) ГОСТ 3064-80	15.5 - 21.0	Воздушные линии электропередач, оттяжки, ванты.
	Конструкция ЛК-О 6x7(1+6)+1x7(1+6) ГОСТ 3066-80	6.4 - 27,5	Растяжки, ванты, несущие канаты для подвесных мостов и крыш
	Конструкция ЛК-О 6x7(1+6)+ОС ГОСТ 3069-80	6.8 - 29,0	Канаты для оснастки трала, крепления грузов, стропы
	Конструкция ЛК-Р 6x19(1+6+6/6)+ОС ГОСТ 2688-80	8,3 - 42.0	Подъемные канаты для кранов, лебедок тяговые и несущие канаты на канатных дорогах и др.
	Конструкция ЛК-Р 6x19(1+6+6/6)+МС ГОСТ 14954-80	12,5 - 41.0	Подъемны канаты для стреловых и порталных кранов
	Конструкция ЛК-О 6x19(1+9+9)+ОС ГОСТ 3077-80	7,8 - 40,0	Подъемные шахтные канаты для наклонного подъема, лифтовые канаты.
	Конструкция ЛК-О 6x19(1+9+9)+МС ГОСТ 3081-80	14.0 - 39,0	Канатные дороги, несущие канаты для вантов и мостов
	Конструкция ЛК-З 6x25(1+6;6+12)+ОС ГОСТ 7665-80	19.5 - 45.0	Ваерные канаты, тяговые канаты для канатных дорог, стропы.
	Конструкция ЛК-З 6x25(1+6;6+12)+МС ГОСТ 7667-80	19.0 - 44.0	Ваерные канаты, тяговые канаты для канатных дорог, стропы подъемные канаты металлургических кранов.

Продовження табл. 1.3

	Конструкция ЛК-РО 6x36(1+7+7/7+14)+ОС ГОСТ 7668-80	13,5 - 53.5	Подъёмные канаты для кранов, канаты для вертикального подъёма стропы и др.
	Конструкция ЛК-РО 6x36(1+7+7/7+14)+МС ГОСТ 7669-80	12.5- 52.0	Подъёмные канаты металлургических кранов, ваерные канаты и др.
	Конструкция ЛК-РО 6x31(1+6+6/6+12)+МС ГОСТ 16853-1-80	25.0- 38.0	Талевые канаты
	Конструкция ЛК-РО 6x31(1+6+6/6+12)+ОС ГОСТ 16853-2-80	25.0- 38.0	Талевые канаты
	Конструкция ЛК-О 6x30(0+15+15)+7ОС ГОСТ 3083-80	21.0- 50.0	Для крепления грузов, швартовочные канаты
	Конструкция ЛК-Р 18x19(1+6+6/6)+ОС ГОСТ 3088-80	31,5-53,5	Уравновешивающие канаты для однопиточных кранов, буксиры.
	Конструкция ТВП 6x25(1+6;6+12)+ОС ТУ 14-4-1262-1	20.5- 23.5	Ваерные канаты
	Конструкция ТВП 6x25(1+6;6+12)+МС ТУ 14-4-1262-2	20.5- 23.5	Ваерные канаты
	Конструкция ПК-О 6x36(1+7+7/7+14)+ОС ТУ 14-4-1070	19.0- 23.0	Канаты для порталных кранов
	Конструкция 6x36(1+7+7/7+14)+МС ТУ-У-ДП-14-100-10-97	28,0-64,0	Шахтные и экскаваторные канаты повышенной надежности.
	Конструкция ПК-25	16.0 – 22.0	Башенные, порталные автомобильные и другие краны с большой высотой подъёма

1.3. Результати досліджень

Таблиця 1.4. Протокол дослідження канатів

Параметр	Ескіз каната		
	1	2	3
Номер каната	1	2	3
Діаметр каната d_k , мм			
Кількість пасом			
Сполучення напрямку звивки			
Крок звивки, мм			
Тип сердечника (МС або ОС)			
Кількість дротів у пасмі			
Тип каната, ДСТ на нього			
Сумарна площа перерізу всіх дротів A_Σ , мм ²			
Розрахункове розривне зусилля всіх дротів $F_{розр} = G_B \cdot A_\Sigma$			
Коефіцієнт заповнення $K = A_\Sigma / (\pi d_k^2 / 4)$			
Бракування каната*			

* Вказати норму бракування.

1.4. Зміст звіту.

1. Ціль роботи.
2. Теоретичні положення.
3. Опис конструкції каната із зазначенням області його застосування.
4. Протокол дослідження каната із ескізами (табл. 1.4).
5. Аналіз отриманих результатів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.

1. Перерахуйте переваги сталевих дротяних канатів, що обумовлюють їхнє застосування у вантажопідйомних машинах.
2. З яких матеріалів виготовляються сталеві канати?
3. За якими ознаками класифікуються сталеві канати?
4. З яких елементів складається схема умовної позначки сталевих канатів?
5. Перерахуйте основні причини передчасного виходу каната з ладу.
6. Назвіть умови розрахунку й добору канатів відповідно до норм Держнаглядохоронпраці.
7. Що таке коефіцієнт запасу міцності і як він призначається?
8. За яких ознак провадиться бракування канатів?
9. Які умови бракування канатів, призначених для піднімання людей, а також транспортуючих розплавлений метал, вибухові, вогнєнебезпечні і отруйні речовини?
10. Як бракуються сталеві канати при наявності поверхневого спрацювання дротів?
11. Яке призначення органічного сердечника в конструкції сталевих канатів?
12. Які конструкції канатів ви знаєте?
13. Як пояснити поняття «подвійна звивка»?
14. Якої маркіровочної групи переважно вибирати канати і чому?
15. Переваги канатів типу ЛК перед канатами типу ТК.
20. Які різновиди мають канати з лінійним дотиком дротів?

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ У ВУЗЛІ КРІПЛЕННЯ КАНАТА НА БАРАБАНІ ПРИТИСКНИМИ ПЛАНКАМИ

Ціль роботи: вивчити процеси взаємодії каната з барабаном під притискними планками в місці кріплення.

2.1. Теоретичні положення.

Конструкція кріплення каната на барабані повинна бути надійною, доступною для огляду, зручною для зміни каната і досить простою у виготовленні. Найбільше застосування має кріплення каната планками, що притискають канат до барабана (рис. 2.1). Правила Держнаглядохоронпраці передбачають не менш двох одноболтових планок.

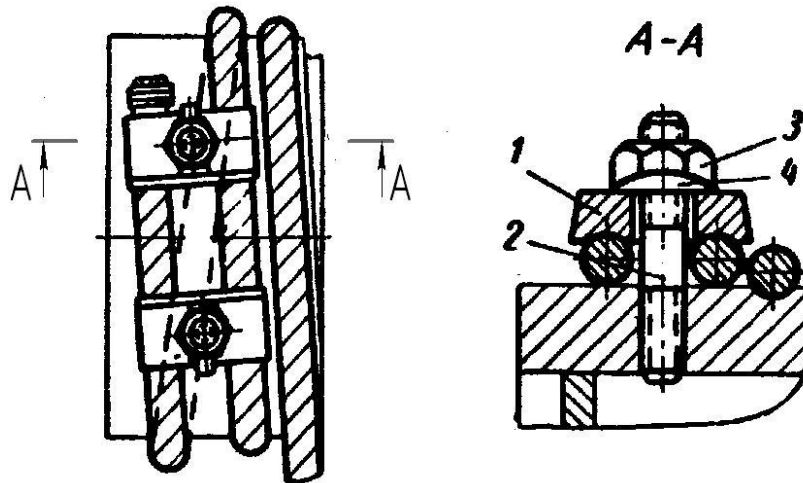


Рисунок 2.1 – Кріплення каната притискними планками

При кріпленні кількома планками канат утримують [1] на барабані наступні сили:

- сили тертя F' між канатом і планкою з одного боку та канатом і барабаном (під планкою) – з іншого:

$$F' = F_n (f + f_1), \quad (2.1)$$

де: F_n – сила притискання; f – коефіцієнт тертя між канатом і барабаном; f_1 – приведений коефіцієнт тертя між канатом і планкою;

- сила тертя F'' між канатом і барабаном на ділянці, обмеженій дугою обхвату барабана канатом перед планкою.

При однаковій силі притискання (рис. 2.2) на всіх планках натяг каната при кріпленні:

однією планкою в точках:

$$\begin{aligned}
 0 \quad & F_0 = F_k - F' \\
 1 \quad & F_1 = F_k / e^{f\alpha_1} - F' \\
 2 \quad & F_2 = F_k / e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} - F' \\
 3 \quad & F_3 = F_k / e^{f(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} - F';
 \end{aligned}
 \tag{2.1}$$

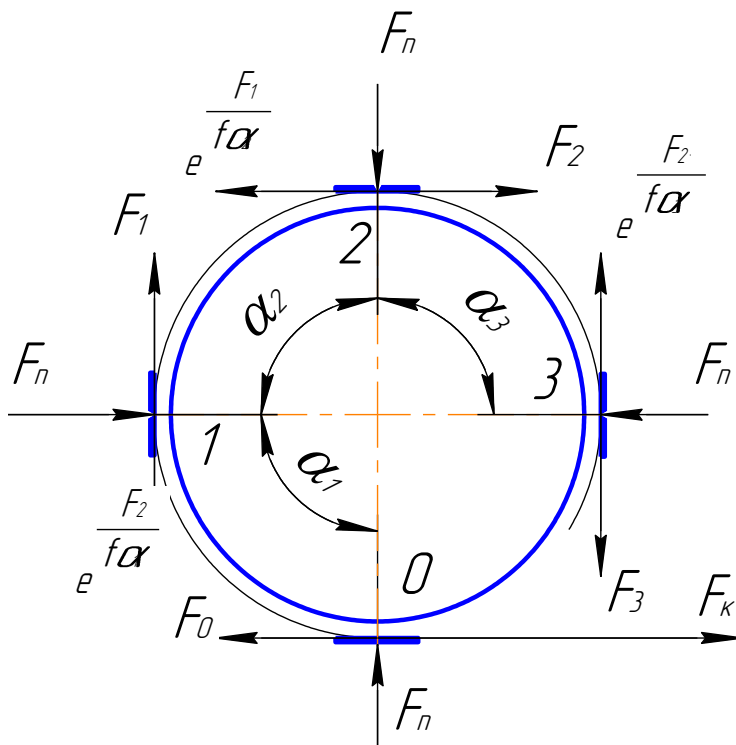


Рисунок 2.2 – Схема сил у вузлах кріплення каната на барабані

у цих виразах сили $F_0 \dots F_3$ за планкою дорівнюють нулю. З урахуванням цього, перетворюючи (2.1), отримуємо натяг каната F_K при кріпленні в точках:

$$\begin{aligned}
 0 & \quad F_K = F' = F_n (f + f_1) \\
 1 & \quad F_K = F' e^{fa_1} \\
 2 & \quad F_K = F' e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} \\
 3 & \quad F_K = F' e^{f(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} ;
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

двома планками в точках 0 та 1:

$$\begin{aligned}
 F_0 &= F_K - F' \\
 F_1 &= F_0 / e^{fa_1} - F';
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

у точці 1 за планкою натяг дорівнює нулю. Тоді за умови $F_1=0$, перетворюючи (2.2) у зворотній послідовності:

$$\begin{aligned}
 F_0 &= F' e^{fa_1} \\
 F_K &= F_0 + F' = F' (e^{fa_1} + 1);
 \end{aligned}$$

двома планками в точках 1 та 2:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= F_K / e^{fa_1} - F' \\
 F_2 &= F_1 / e^{fa_2} - F';
 \end{aligned}
 \tag{2.4}$$

у точці 2 за планкою натяг дорівнює нулю. Тоді за умови $F_2=0$, перетворюючи (2.3) у зворотній послідовності:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= F' e^{fa_2} \\
 F_K &= (F_1 + F') e^{fa_1} = F' [e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} + e^{fa_1}],
 \end{aligned}$$

де: F_k – натяг каната до контакту з барабаном; $F_0 \dots F_2$ – натяг каната за планками 0, 1 та 2 відповідно.

Міркуючи аналогічно, можна визначити натяг при кріпленні каната в інших точках.

2.2. Лабораторне устаткування

Лабораторна установка (рис. 2.3) складається з підстави 1, на якій шарнірно закріплений барабан 2. Канат 3 притискається до барабана планками 4. Штир 5 та упор 6 утримують барабан від повороту при дослідженнях. Дві гілки каната (зручніше кріпити і навантажувати) утворюються за допомогою блока 7 на траверсі 8 і стяжних планок 14.

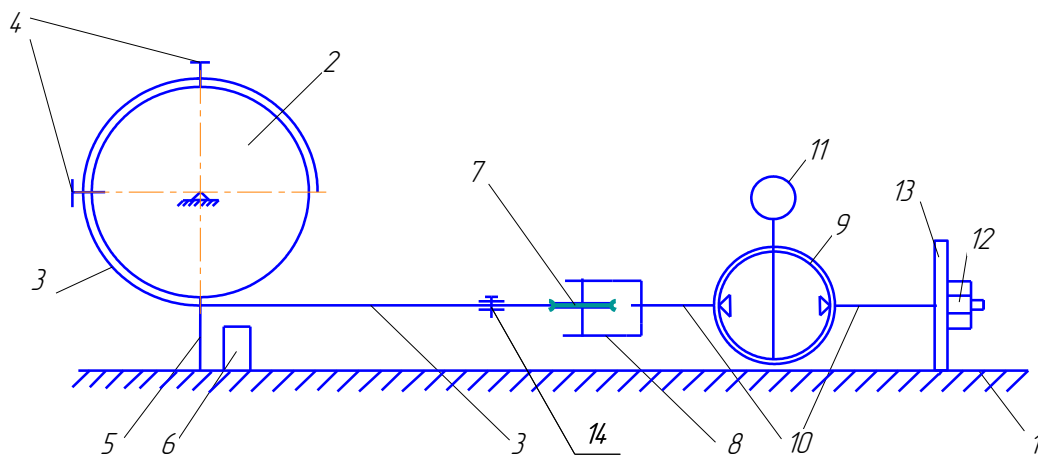


Рисунок 2.3 – Лабораторна установка

Навантажувально - вимірюючий пристрій (рис. 2.3) зв'язує траверсу 8 і стійку 13 і складається з кільцевого пружного елемента 9, двох тяг 10 із призми та індикатора 11. Тягове зусилля створюється обертанням гайки 12.

Планка 4 виконана як одне ціле з месдозою, що дозволяє контролювати зусилля притиску каната.

Тарувальний пристрій (рис. 2.4, а) складається з підстави 1, на якій кріпиться планка–месдоза 2 із індикатором 3. Під месдозу підводять важіль 4 з опорою 5. На важелі кріпиться планшайба 6 з вантажами 7.

Елементи 4...7 також використовуються для тарування (рис. 2.4, б) кільцевої месдозы 8, що з'єднується із важелем 4 спеціальною гайкою 9 на тягах 10 із призмами 11.

Комплект інструмента: штангенциркуль, лінійка, щуп і гайкові ключі.

Вихідне положення: лабораторна установка відповідно до рис. 2.3 і кріпленням каната в будь-яких двох точках так, щоб кінець каната компактно знаходився на барабані.

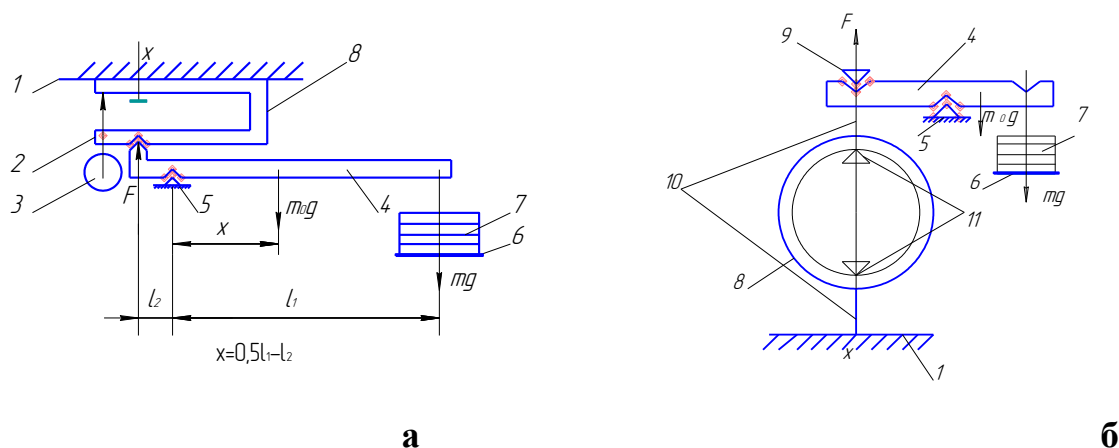


Рисунок 2.4 – Тарувальні пристрої

2.3. Експериментальні дослідження

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ.

1. Тарування планки-месдозы :

- зібрати тарувальний пристрій (рис. 2.4, а);
- “обнулити” індикатор;
- встановлюючи на планшайбу 6 (по наростанню) вантажі 7 (m_i),

записувати показання індикатора в табл. 2.1;

- розібрати тарувальний пристрій;

- з урахуванням маси вантажів m_i і співвідношення пліч l_1 та l_2

важеля обчислити силу F і побудувати тарувальний графік $F=f(k)$ на міліметровій шкалі.

2. Тарування кільцевої месдозы:

- зібрати тарувальний пристрій (рис. 2.4. б);

- “обнулити” індикатор;

- встановлюючи на планшайбу 6 (по наростанню) вантажі 7 (m_i),

записувати показання індикатора в табл. 2.2;

- розібрати тарувальний пристрій;

- з урахуванням маси вантажів m_i і співвідношення пліч важеля l_1

та l_2 розрахувати силу F_1 і побудувати тарувальний графік $F_1=f(k_1)$ на міліметровій шкалі.

3. На барабані в точці 0 (рис. 2.2) встановити планку 4 з індикатором (барабан повернути в зручне положення). Під планкою пропустити обидві гілки каната, залишаючи до стяжної планки 14 близько 50 мм .

4. Обертаючи гайку вузла кріплення каната, притиснути планкою канат до барабана силою F_n (за завданням викладача) з урахуванням тарувального графіка $F=f(k)$ та по показанню індикатора. Індикатор зняти.

5. Повернути барабан так, щоб штир 5 вперся в упор 6.

6. Зібрати **навантажувально-вимірюючий** пристрій (позиції 9...12 за рис. 2.3). Індикатор “обнулити”.

7. Обертати гайку 12 доти, поки канат не почне сковзати по барабану (показання індикатора при цьому не змінюються). Результат записати в таблицю 2.3.

8. Зворотним обертанням гайки 12 зняти навантаження, індикатор “обнулити” і ще два рази повторити дії по пп. 7 та 8.

9. Переставити планку 4 у нове (зазначене викладачем) положення, повторити дії по пп. 4...8.

10. Закріпити поруч другу планку (місце вказує викладач) і повторити дії по пп. 4...8.

11. Привести лабораторну установку у вихідне положення.

2.4. Теоретичні дослідження

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ.

1. За результатами експериментального дослідження (кріплення каната в точці 0) за умовою $F_k = F_n 2f$ розрахувати коефіцієнт тертя ковзання f . За формулами (2.2) обчислити сили у точках 1, 2, 3. Побудувати графік сил залежно від кута α : $F_k = f(\alpha)$.

2. Скласти силові залежності для кріплення каната у заданій точці однією планкою. обчислити силу F_k для цієї точки кріплення каната. Записати в табл. 2.2.

3. Скласти силові залежності для кріплення каната у заданих точках двома планками. Розрахувати силу F_k . Записати в табл. 2.2.

4. Порівняти результати теоретичних та експериментальних досліджень.

2.5. Результати досліджень

Таблиця 2.1. Тарування планки-месдозы

Параметр	Маса вантажів m_i , кг						
Відхилення стрілки індикатора k							
Сила F , Н							

Таблиця 2.2. Тарування кільцевої месдози

Параметр	Маса вантажів m_i , кг						
Відхилення стрілки індикатора k							
Сила F , Н							

Таблиця 2.3. Результати експериментальних досліджень

Вид кріплення	Умова кріплення	Значення параметра, Н					
		Експериментальне					Теоретичне F_k
		1	2	3	k^*	F	
Однієї планкою	У точці 0						
	У заданій точці $\alpha =$						
Двома планками	У заданих точках $\alpha' =$ $\alpha'' =$						

* k - середнє значення.

2.6. Зміст звіту

1. Назва та ціль роботи.
2. Теоретичні положення та формули для розрахунку натягу каната в заданих точках.
3. Лабораторне устаткування, його опис.
4. Порядок виконання.
5. Результати експериментальних і теоретичних досліджень.
6. Графіки тарувальні та $F_k = f(\alpha)$.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.

1. Які сили втримують канат від проковзування в зоні кріплення його на барабані в різних точках?
2. Як визначається приведений коефіцієнт тертя при розрахунку вузла кріплення каната (планка з напівкруглими; трапецевидними канавками)?
3. Що впливає на натяг каната при кріпленні однією і двома планками?
4. Як змінюються зусилля в точках кріплення каната залежно від кута обхвату канатом барабана? Як скласти силові співвідношення.
5. Вимоги правил Держнаглядохоронпраці до вузла кріплення каната на барабані.
6. Як впливає кут обхвату барабана канатом на зусилля в місці кріплення?

Лабораторна робота 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І НАСТАНОВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА ТИПУ ТКГ

Ціль роботи: ознайомитися з конструкцією гальма, його регулюванням і дослідженням гальмового моменту.

3.1. Теоретичні положення.

Безпечна експлуатація підйомно-транспортних машин можлива при надійній роботі гальмових пристроїв, у якості яких найчастіше застосовуються нормально замкнуті гальма із пружинним замиканням і зовнішнім розташуванням колодок щодо поверхні тертя гальмового шківа.

Основний параметр гальма - **гальмовий момент** - визначається за формулою:

$$T_T = 2F_n f D / 2,$$

де: F_n – сила притискування колодки до шківа; f – коефіцієнт тертя між ними;
 D - діаметр шківа.

Замикає гальмо пружина, сила якої F дорівнює:

$$F_3 = [F_n l_2 (l_3 + l_4 \operatorname{tg} \alpha) / l_1 - G_1 L] / (l_5 \eta),$$

де $l_0, l_1 \dots l_5, \alpha$ – параметри гальма (рис. 3.1); G_1 – сила ваги рухливих деталей; η – ККД важільної системи.

Довжина h пружини залежить від гальмового моменту T_T :

h , мм: 203 ± 1,5; 192 ± 1,5; 180 ± 1,5; 169 ± 1,5; 158 ± 1,5

T_T , Н·м: 100 150 200 250 300.

Розмикання гальма відбувається під дією сили, створюваною електрогідравлічним штовхачем.

Для нормальної роботи гальма має значення розмір радіального зазору δ_0 між колодками і гальмовим шківом, тому настановне переміщення верхніх точок стояків 11 та 13:

$$h_0 = 2\delta_0 l_1 / l_2 = 0,5 h_H,$$

де $\delta_0 = 0.8$ мм при діаметрі шківа $D = 200$ мм [2], h_H – номінальне переміщення верхніх точок стояків. Друга половина h_H використовується для компенсації спрацювання фрикційних накладок, деформації деталей і люфту в шарнірах важільної системи.

3.2. Лабораторне устаткування

Гальмо ТКГ (рис. 3.1): на підставі гальма пальцями закріплені стояки 11 та 13 і електрогідравлічний штовхач 1. На стояках осями укріплені чавунні колодки із фрикційними накладками.

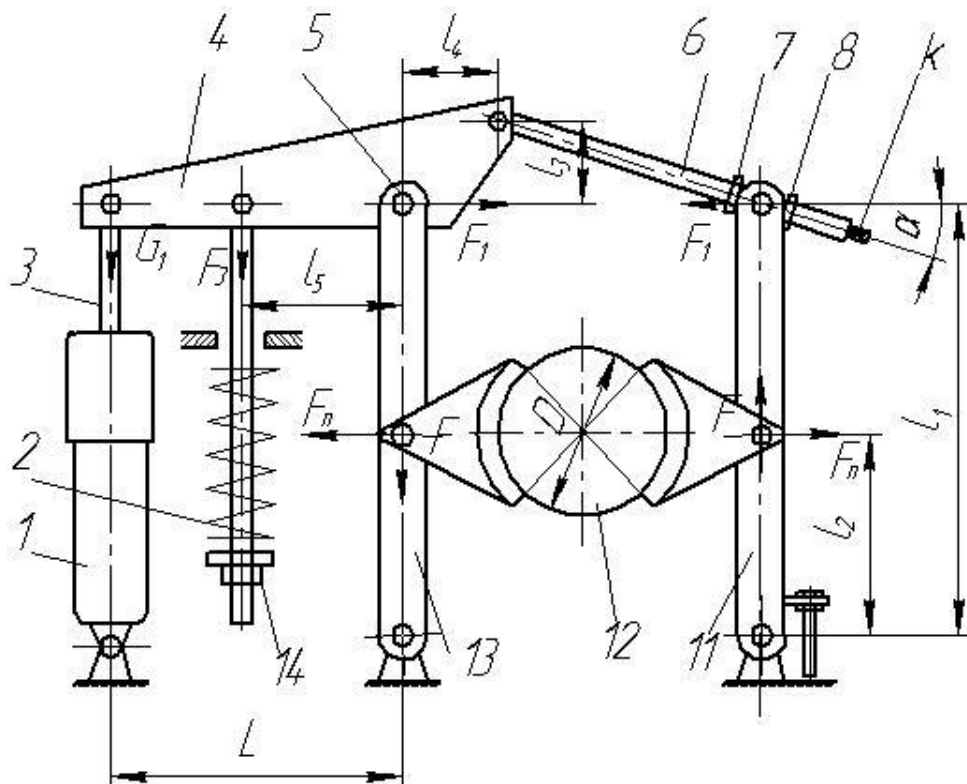


Рисунок 3.1 – Гальмо типу ТКГ

Для втримання колодки в певному положенні між колодкою і стояком на вісь встановлюється пружинна шайба.

Гальмо замикається під дією зусилля пружини 2, що спирається на кронштейн, закріплений на стояку 13. Робоча довжина пружини регулюється настановною гайкою 14.

Регулювальні гайки 7 і 8 на тязі 6 слугують для регулювання ходу штока 3 гідроштовхача. Рівномірний відхід колодок від гальмового шківів 12 регулюється гвинтом 15, який фіксується гайкою 16.

Замикаюча (розмикаюча) сила передається на колодки через важіль 4, шарнірно закріплений на стояку 13 пальцем 5.

Навантажувально-вимірюючий пристрій (рис. 3.2, а): на валу гальма 1 кріпиться важіль 2. На важіль одягається кільце 3 із гвинтом 4 і тягою 8, що з'єднує кільце з месдозою 6, на якій встановлено індикатор 7. На тязі 8 розташована спеціальна гайка 5. Гвинт 4 спирається на важіль 2 через кульку 9.

Тарувальний пристрій (рис. 3.2, б) складається із важеля 11, опори 13, планшайби 12 із вантажами, маса яких m_i .

Комплект інструмента: штангенциркуль, лінійка, щуп і гайкові ключі.

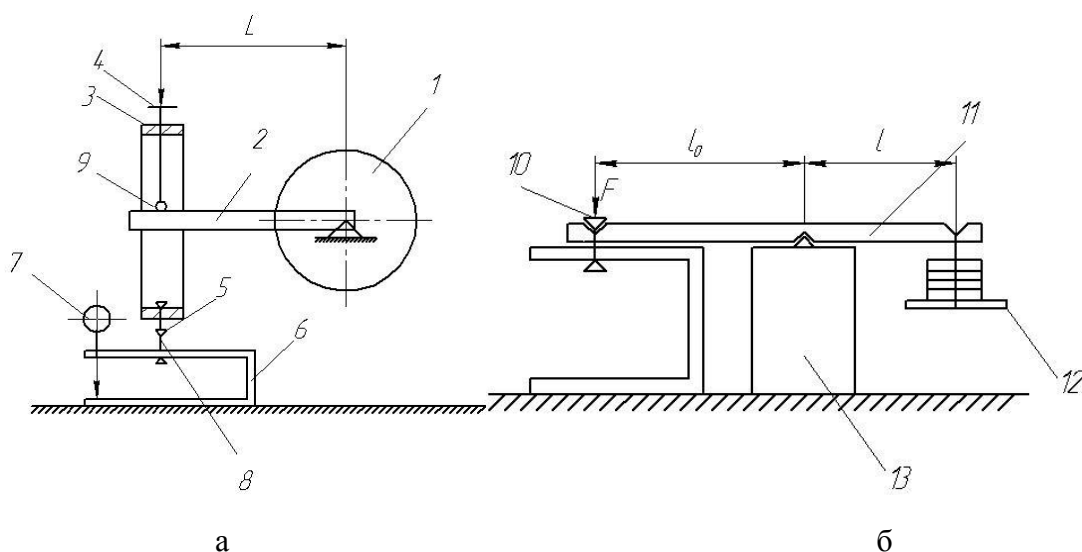


Рисунок 3.2 – Навантажувально-вимірюючий (а) та тарувальний (б) пристрої

3.3. Експериментальна частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. Отримати інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.
2. Усвідомити ціль та методи регулювань гальма.
3. Виміряти та записати параметри гальма в табл. 3.1.

Регулювання зазорів.

4. Перевірити правильне розташування колодок:
 - непаралельність і перекіс поверхонь фрикційних накладок щодо шківів не більше 0,3 на 100 мм ширини колодки;
 - розташування колодок по середині шківів.
5. Встановити нормальний хід штока гідроштовхача, для чого (рис. 3.1):
 - обчислити хід штока 3 по співвідношенню пліч важеля 4 щодо осі 5 і розміру h_0 ;
 - відпустити гайку 7 і, обертаючи гайку 8, повернути важіль 4 у крайнє верхнє положення;
 - з боку гідроштовхача на штоку відміряти його хід і на цей розмір опустити шток 3, обертаючи гайку 8;
 - закінчивши регулювання, гайку 7 притиснути до стояка 11.
6. Вручну підняти важіль 4 та утримувати його в цьому положенні; обертанням гвинта 15 встановити рівні зазори між шківом і колодками, перевіряючи щупом. Положення гвинта зафіксувати гайкою 16.

Дослідження величини гальмового моменту.

7. Зібрати навантажувально-вимірювальний пристрій (рис. 3.2, а).
8. Встановити довжину робочої пружини, що відповідає максимальному моменту гальма $T_{T \max}$.
9. Перевірити горизонтальне положення важеля 2 та "обнулити" індикатор.

10. Обертаючи гвинт 4, поступово переборювати гальмовий момент. При досягненні умови $T_T=FL$ (у цьому випадку показання індикатора при подальшій обертанні гвинта не змінюються) записати результат у табл. 3.3.

11. Послабити гвинт 4 і повторити дії по пп. 9...11 ще два рази.

12. Встановлюючи наступну довжину робочої пружини, повторювати вимірювання по пп. 9...11. Результати записати в табл. 3.3 .

13. Розібрати навантажувальний пристрій.

14. Виконати тарування месдоз, для чого:

- зібрати пристрій для тарування месдоз (рис. 3.2, б);

- “обнулити” індикатор;

- встановлюючи на планшайбу 12 (по наростанню) вантажі m_i , записувати показання індикатора в табл. 3.2.

- розібрати тарувальний пристрій;

- із урахуванням маси вантажів m_i , співвідношення пліч важеля l і l_0 обчислити силу F . Результат записати в табл. 3.2.

15. Побудувати тарувальний графік $F=f(k_0)$ на міліметрівці.

3.4. Теоретична частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. За тарувальним графіком при значеннях $k=k_0$ (табл. 3.2) визначити силу F при кожній довжині l_n робочої пружини та обчислити експериментальний гальмовий момент $T'_T=FL$.

2. На міліметрівці побудувати графіки $T_T=f(l_n)$ та $T'_T=f(l_n)$.

3.5. Результати досліджень

Таблиця 3.1. Параметри гальма, мм

L	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5

Таблиця 3.2. Тарування месдози *

Параметри	Маса вантажів m_i , кг						
Показання індикатора k_0							
Сила F , Н							

* Плечі важеля $l =$ $l_0 =$ мм.

Таблиця 3.2. Результати експериментальних досліджень

Гальмовий момент T_t , Н мм	Довжина пружини, мм	Показання індикатора*		Сила F , Н	Гальмовий момент T'_t , Н мм
		1			
		1			
		2			
		3			
		к			
		1			
		2			
		3			
		к			
		1			
		2			
		3			
		к			
		1			
		2			
		3			
		к			

3.6. Зміст звіту.

1. Ціль роботи.
2. Теоретичні положення.
3. Лабораторне устаткування, його опис.
4. Порядок виконання роботи.
5. Результати експериментальних і теоретичних досліджень. Графіки моментів тарувального, T_t , T'_t .
6. Аналіз результатів роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.

1. Які гальма частіше всього застосовуються у вантажопідійомних машинах і чому?
2. Пояснити устрій гальма і призначення його елементів?
3. Які вимоги пред'являються при монтажі гальма?
4. Пояснити і показати регулювання нормального ходу штока електрогідравлічного штовхача.
5. Пояснити і показати регулювання рівномірного відходу колодок.
6. Пояснити устрій і принцип дії навантажувально-вимірювального пристрою.
7. Пояснити устрій тарувального пристрою.
10. Пояснити роботу гальма.

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РЕГУЛЮВАНЬ КОЛОДКОВОГО ГАЛЬМА ТИПУ ТКТ

Ціль роботи: ознайомитися із конструкцією та роботою гальма, вивчити правила і рекомендації з регулювання гальм; експериментально дослідити гальмовий момент.

4.1. Теоретичні положення.

Гальма в ПТМ забезпечують безпечну роботу механізмів та їхню продуктивність. Призначення гальм - зменшити швидкість або зовсім припинити рух механізму.

Дію кранових гальм засновано на терті між твердими рухомими й нерухомими поверхнями. Звичайно до обертового шківів, закріпленому на якому-небудь валу механізму, притискаються колодки. При цьому виникають нормальні реакції шківів F_n на притискання колодки гальма та сили тертя $F_{тр}$, що створюють **гальмовий** момент:

$$T_T = 2F_{тр}D/2 = F_n fD,$$

де: f – коефіцієнт тертя ковзання між колодкою і гальмовим шківом, D – діаметр гальмового шківів.

Замикає гальмо головна пружина, сила якої F дорівнює:

$$F = F_0 + F_n l / (L\eta),$$

де: F_0 – сила допоміжної пружини; L та l – розміри гальма (рис. 4.1);

η – ККД важільної системи.

Довжина h пружини залежить від гальмового моменту T_T :

h , мм: 112 ± 1.0 108 ± 1.0 103 ± 1.0 98 ± 1.0 93.5 ± 1.0 88.5 ± 1.0

T_T , Н·м: 60 80 100 120 140 160

Для нормальної роботи гальма має значення розмір радіального зазору δ_0 між колодками й гальмовим шківом, тому настановне переміщення верхніх точок стояків 2 та 17:

$$h_0 = 2\delta_0 L/l = 0,5h_H,$$

де $\delta_0 = 0.8$ мм при діаметрі шківа $D = 200$ мм [2], h_H – номінальне переміщення. Друга половина h_H використовується для компенсації спрацювання фрикційних накладок, деформації деталей і люфту в шарнірах важільної системи.

4.2. Лабораторне устаткування

На рис. 4.1. зображена схема гальма типу ТКТ. Замикання гальма здійснюється головною пружиною 10, розташованою між скобою 9 і гайками 11 та 12. Зусилля лівого кінця пружини передається скобою 9 на правий стояк 17 і через праву колодку 16 на гальмовий шків. Зусилля правого кінця головної пружини передається гайками 11 та 12 на шток 4, потім гайками 6 і 7 через гальмовий стояк 2 і колодку 3 на гальмовий шків. Гальмо розмикається електромагнітом, якір якого 14 втягується в котушку 15 при вмиканні живлення. При повороті якір тисне на кінець штока 4 і повертається навколо нього. Стояк 17 під дією ваги електромагніта і повороту якоря відхиляє колодку 16 від гальмового шківа доти, поки регулювальний гвинт 19 не торкнеться підстави 1 гальма. У цей момент подальший поворот якоря навкруг шарніру його кріплення зміщує шток 4 ліворуч і додатково стискає головну пружину 10. Гайки 6 і 7, зміщуючись зі штоком, відходять від стояка 2, що дає можливість допоміжній пружині 8 відхилити стояк і колодку 3 від гальмового шківа.

Віджимна гайка 13 слугує для примусового розгальмовування гальма при регулюванні зазорів.

Навантажувально-вимірюючий пристрій (рис. 4.2, а): на валу гальма 1 кріпиться важіль 2. На важіль одягається кільце 3 із гвинтом 4 і тягою 8, що з'єднує кільце з месдозою 6, на якій встановлений індикатор 7.

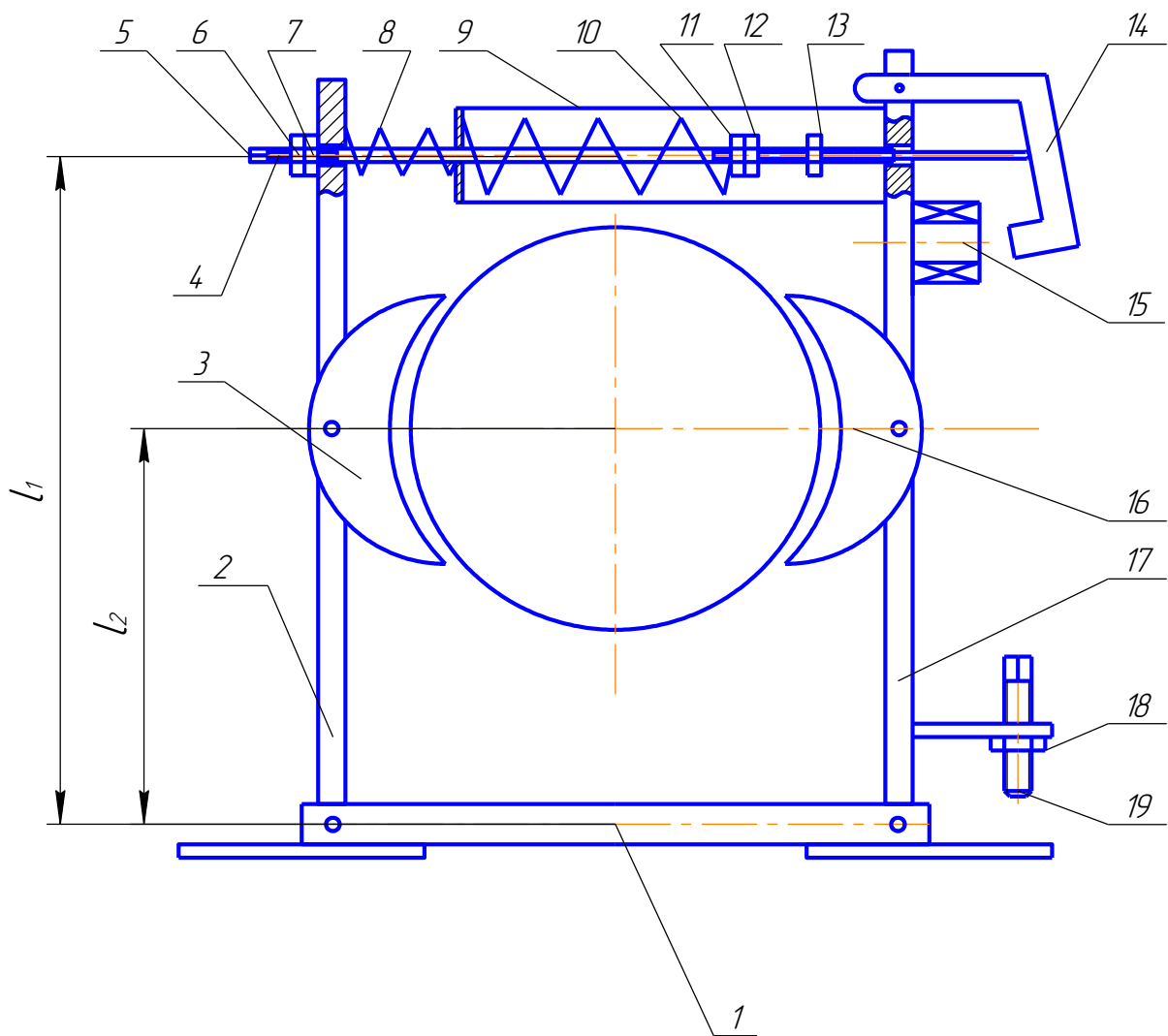


Рисунок 4.1 – Схема гальма типу ТКТ

На тязі 8 розташована спеціальна гайка 5. Гвинт спирається на важіль 2 через кульку 9.

Тарувальний пристрій (рис. 4.2, б) складається з важеля 11, опори 13, планшайби 12 із вантажами, маса яких m_i .

Комплект інструмента: штангенциркуль, лінійка, щуп і гайкові ключі.

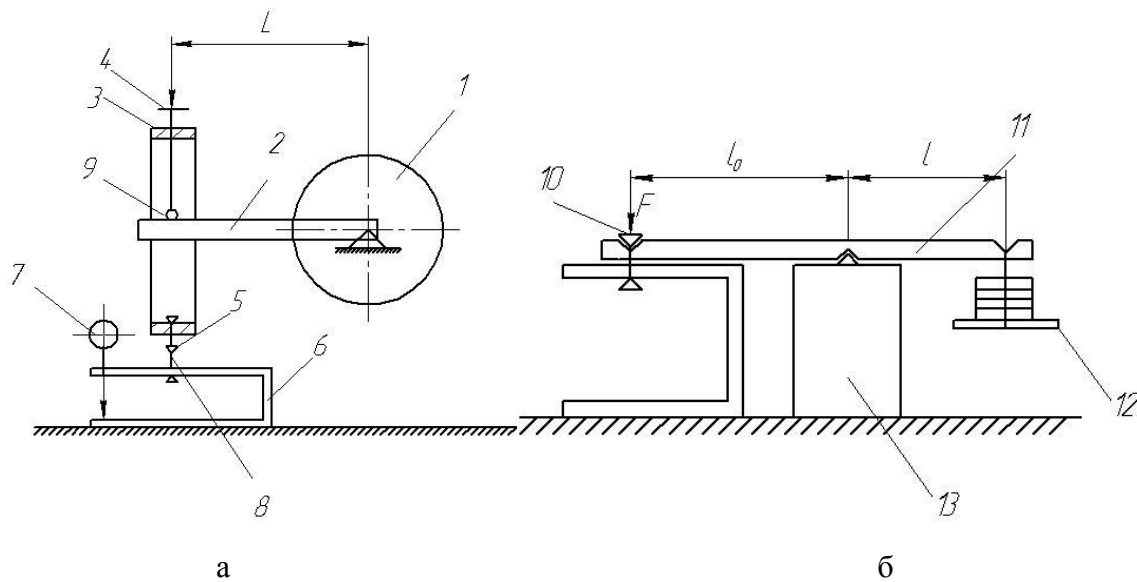


Рисунок 4.2 – Навантажувально-вимірюючий (а) та тарувальний (б) пристрої

4.3. Експериментальна частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. Одержати інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.
2. Усвідомити ціль і методи регулювань гальма.
3. Перевірити правильне розташування колодок:
 - непаралельність і перекіс поверхонь фрикційних накладок щодо шківа не більше 0,3 на 100 мм ширини колодки;
 - розташування колодок по середині шківа.

Регулювання зазорів між колодками і гальмовим шківом.

4. Встановити сумарний зазор, для чого:
 - утримуючи ключем віджимну гайку 13, обернути шток 4 за квадратний хвостовик 5 доти, поки якір магніту 14 не торкнеться котушки 15;

- повертати регулювальний гвинт 19 поки колодка 16 не торкнеться шківів.
- При цьому між колодкою 3 і шківом утвориться **сумарний** радіальний зазор;
- утримуючи ключем гайку 7 (попередньо відвести гайку 6) і обертаючи шток за допомогою хвостовика 5 регулюють необхідний сумарний зазор (за завданням викладача);
 - після регулювання гайку 6 притиснути до гайки 7.
5. **Рівномірний** розподіл сумарного зазору здійснюється регулювальним гвинтом 19, який потім фіксують гайкою 18.
6. Гайку 13 згвинчують по штоку від стояка 17.

Регулювання гальмового моменту.

7. Обертати шток за квадратний хвостовик 5, утримуючи ключем гайку 11 (попередньо відвести гайку 12). Одержавши потрібну довжину пружини, гайки 11 та 12 фіксують.

Дослідження величини гальмового моменту.

8. Зібрати **навантажувально-вимірюючий** пристрій (рис. 4.2, а).
9. Установити довжину робочої пружини, що відповідає максимальному моменту гальма $T_{T \max}$.
10. Перевірити горизонтальне положення важеля 2 та "обнулити" індикатор.
11. Обертаючи гвинт 4, поступово переборювати гальмовий момент. При досягненні умови $T_T = FL$ (в цьому випадку показання індикатора при подальшій обертанні гвинта не змінюються) записати результат у табл. 4.1.
12. Виконати тарування месдоз, для чого:
- зібрати пристрій для тарування (рис. 4.2, б);
 - "обнулити" індикатор;
 - встановлюючи на планшайбу 12 (по наростанню) вантажі m_i , записувати показання індикатора в табл. 4.2;
 - розібрати тарувальний пристрій;

- з урахуванням маси вантажів m_i , співвідношення пліч важеля l та l_0 обчислити силу F , що діє на месдозу 6. Результат записати в табл. 4.2.

13. Послабити гвинт 4 і повторити дії по пп. 9...11 ще два рази.

14. Встановлювати наступну довжину робочої пружини та повторювати виміри по пп. 9...13. Результати записувати в табл. 4.1; обчислити середнє значення k .

15. Розібрати навантажувальний пристрій.

16. Побудувати тарувальний графік $F=f(k_0)$ на міліметровці.

4.4. Теоретична частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. За тарувальним графіком при значеннях $k=k_0$ (табл. 4.1) визначити силу F при кожній довжині l_n робочої пружини і розрахувати експериментальний гальмовий момент $T'_T=FL$.

2. На міліметровці побудувати графіки $T_T=f(l_n)$ та $T'_T=f(l_n)$.

4.5. Результати досліджень

Таблиця 4.1. Тарування месдозы *

Параметри	Маса вантажів m_i , кг						
Показання індикатора k_0							
Сила F , Н							

* Плечі важеля $l=$, $l_0=$ мм.

Таблиця 4.2. Результати експериментальних досліджень

Гальмовий момент T_T , Н мм	Довжина пружини, мм	Показання індикатора		Сила F, Н	Гальмовий момент T'_T , Н мм
		1			
		2			
		3			
		k			
		1			
		2			
		3			
		k			
		1			
		2			
		3			
		k			
		1			
		2			
		3			
		k			

4.6. Зміст звіту.

1. Назва й ціль роботи.
2. Теоретичні положення.
3. Лабораторне устаткування, його опис.
4. Порядок виконання роботи.
5. Результати експериментальних і теоретичних досліджень. Графіки моментів тарувального, T_T , і T'_T .

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.

1. Які гальма частіше усього застосовуються у вантажопідійомних машинах і чому?
2. Пояснити устрій гальма і призначення його елементів?
3. Чим замикаються і розмикаються гальма?
4. Як здійснюється передача зусилля від замикаючого елемента до колодок гальма?
5. Як здійснюється відвід колодок від шківів при розгальмовуванні гальма?
6. Які вимоги пред'являються при монтажі гальма?
7. Пояснити і показати регулювання сумарного відходу колодок.
8. Пояснити і показати регулювання рівномірного відходу колодок.
10. Пояснити устрій і принцип дії навантажувально-вимірювального пристрою.
11. Пояснити устрій тарувального пристрою.

Лабораторна робота № 5

ВИВЧЕННЯ СХЕМ І ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРІЧКОВИХ ГАЛЬМ

Ціль роботи: ознайомитися з конструктивними схемами простого, диференційного й підсумовуючого гальм і зрівняти їхні гальмові моменти (експериментальні й теоретичні).

5.1. Теоретичні положення

Стрічкові гальма прості за конструкцією. У порівнянні з колодковими гальмами вони мають більший гальмовий момент при однаковому діаметрі шківів і замикаючому зусиллю. Застосовуються в будівельних лебідках, екскаваторах, автокранах та в інших ПТМ. **Гальмовий момент T_T** стрічкового гальма створюється силою тертя, що виникає між шківом і стрічкою:

$$T_T = (S_1 - S_2)D/2,$$

де: S_1 – натяг стрічки, що набігає; S_2 – натяг стрічки, що збігає;

D – діаметр шківів.

Ці зусилля пов'язані залежністю Ейлера:

$$S_1 = S_2 \cdot e^{f\alpha},$$

де: $e = 2,718$ – підстава натурального логарифма; f – коефіцієнт тертя між гальмовою стрічкою та шківом; α – кут обхвату гальмового шківів стрічкою.

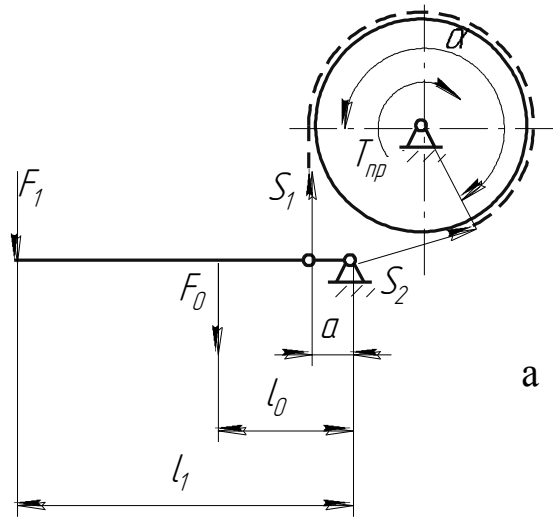
У простому стрічковому гальмі (рис. 5.1, а) на важіль управління впливає тільки одна стрічка (у нашому випадку S_1). За умови рівноваги важеля управління і необхідних перетворень, отримуємо формулу для розрахунку **гальмового** моменту:

$$T_{np} = (F_1 l_1 + F_0 l_0) \frac{D}{2a} e^{f\alpha} \quad (5.1)$$

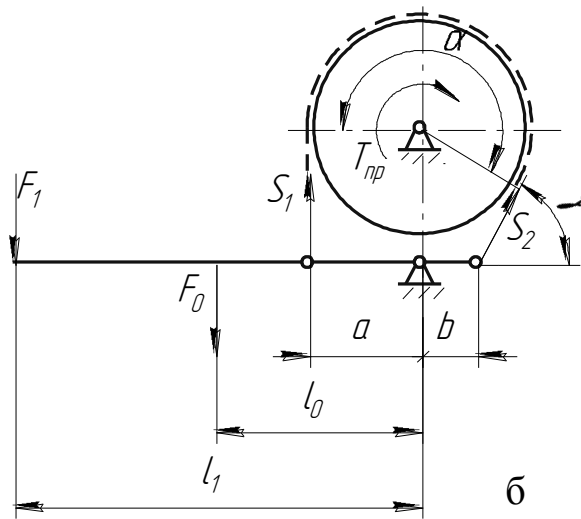
У диференційному стрічковому гальмі (рис. 5.1, б) на важіль управління впливають обидві стрічки. Плечі цих сил за умови керованості гальма при зазначенім на схемі напрямку моменту не рівні між собою. За умови рівноваги важеля та необхідних перетворень:

$$T_{diff} = (F_1 l_1 + F_0 l_0) \frac{D}{2a} \frac{e^{f\alpha} - 1}{a - b \sin \gamma \cdot e^{f\alpha}} \quad (5.2)$$

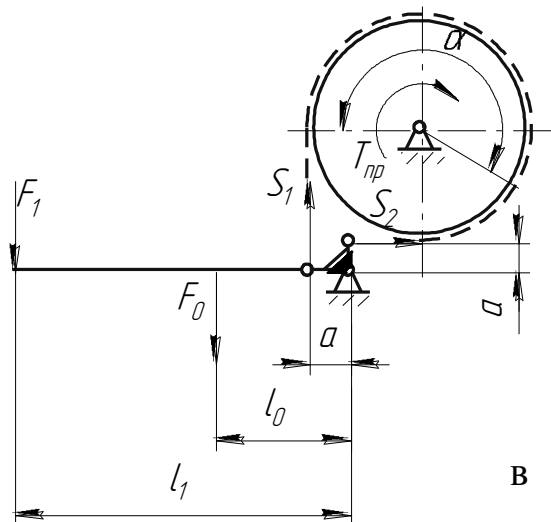
У підсумовуючому гальмі (рис. 5.1, в) також обидві гальмові стрічки впливають на важіль управління. Оскільки це гальмо призначене для реверсивних механізмів, важіль управління виконаний так, що плечі сил S_1 та



а



б



в

Рисунок 5.1 – Схеми стрічкових гальм:

а - простого; б - диференційного; в - підсумовуючого

S_2 рівні між собою. Це забезпечує незалежне значення зусилля F_1 управління від напрямку моменту. За умови рівноваги важеля та необхідних перетворень:

$$T_{\text{сум}} = (F_1 l_1 + F_0 l_0) \frac{D}{2a} \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1} \quad (5.3)$$

5.2. Лабораторне устаткування

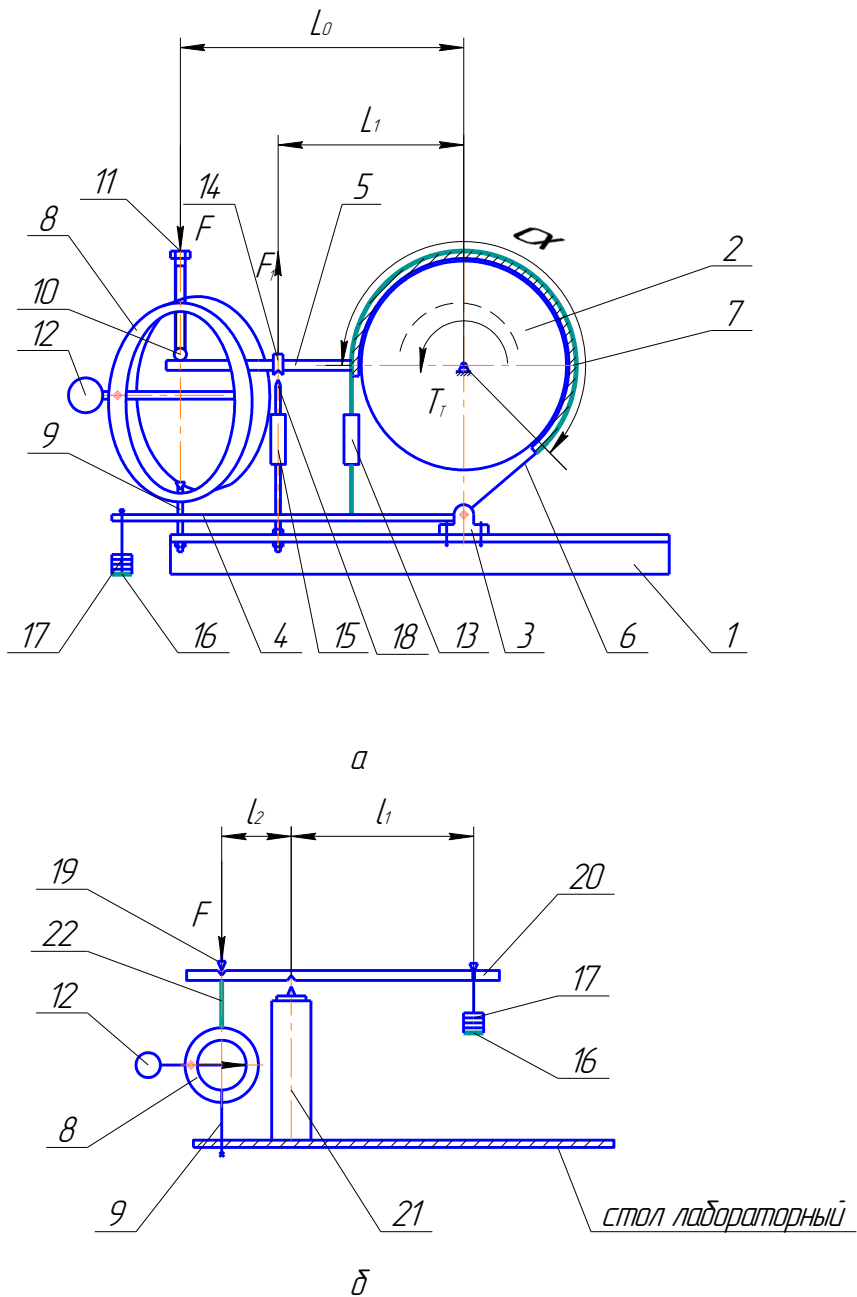


Рисунок 5.2 - Лабораторна установка (а) і стенд для тарування кільцевої месдози (б). На рисунку поз. 3 показана в крайньому задньому положенні.

Гальмова лабораторна установка (рис. 5.2, а) складається з підстави 1, на якій шарнірно встановлений шків 2 гальма та опора 3 важеля 4 . На шківі закріплений навантажувальний важіль 5. Сталева гальмова стрічка 6, на робочій стороні якої приклепана фрикційна накладка 7, охоплює шків у межах кута α . На важелі закріплена планшайба 16 з вантажами 17.

Тарувальний пристрій (рис. 5.2, б) складається з важеля 20, що спирається на опору 21 і спеціальну гайку 19 на тязі 22. На важелі встановлена планшайба 16 з вантажами 17.

Вихідне положення:

- зібрано підсумовуюче гальмо;
- навантажувально-вимірюючий пристрій розібраний.

5.3. Експериментальна частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

Підсумовуюче гальмо (рис. 5.1, в): опора 3 важеля 4 у крайньому передньому положенні, стрічка 6 максимальної довжини .

1. Зібрати гальмо і навантажувально-вимірюючий пристрій. На важелі 4 (рис. 5.2, а) встановити планшайбу 16 і вантаж 17 (величину вказує викладач). Фаркопом 15 роз'єднати стійку 18 і обойму 14. Фаркопом 13 створити попередній натяг стрічки.

2. Виміряти параметри гальма і записати результат у табл. 5.1.

3. Перевірити горизонтальне положення важеля 5, індикатор 12 "обнулити".

4. Обертаючи гвинт 11, поступово переборювати гальмовий момент. При досягненні умови $T_T = FL_0$ (у цьому випадку показання індикатора при подальшому обертанні гвинта не змінюються) записати результат у табл. 5.3.

5. Послабити гвинт 11 і повторити дії по пп. 3...5.

6. При горизонтальному положенні важеля 5 фаркопом 15 з'єднати стійку 18 і обійму 14. Обертаючи фаркоп, поступово переборювати гальмовий момент протилежного напрямку. При досягненні умови $T'_T = F_1 L_1$ (у цьому випадку показання індикатора при подальшій обертанні гвинта не змінюються) записати результат у табл. 5.3.

7. Розібрати навантажувально-вимірюючий пристрій і гальмо.

Просте гальмо (рис. 5.1, а): опора 3 у крайньому задньому положенні; стрічку 6 вкоротити на 30 мм.

8. Виконати дії по пп. 1...7. Результати записати в табл. 5.2.

Диференційне гальмо (рис. 1, б): опора 3 у тім же положенні, довжина стрічки 6 мінімальна.

9. Виконати дії по пп. 1...7. Результати записати в табл. 5.3.

10. Привести лабораторну установку у вихідне положення.

11. Виконати тарування месдозы, для чого:

- зібрати тарувальний пристрій (рис. 5.2, б);
- “обнулити” індикатор;
- встановлюючи на планшайбу 16 (по наростанню) вантажі 17 (мі), записувати показання індикатора в табл. 5.4;
- розібрати тарувальний пристрій;
- з урахуванням маси вантажів m_i , співвідношення пліч важеля l_1

та l_2 обчислити силу F , що діє на месдозу 8.

12. Побудувати на міліметровці тарувальний графік $F=f(k)$.

5.4. Теоретична частина

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ

1. За тарувальним графіком при значеннях $k=k_0$ (табл. 5.2 і 5.3) визначити силу F , що діє на важіль 5 (рис. 5.2) гальма і записати в табл. 5.2 і 5.3.

2. Обчислити експериментальні моменти T_T .
3. Перетворити залежність (5.1) відносно $e^{f\alpha}$ для простого гальма, і визначити потім коефіцієнт тертя f .
4. По залежностях (5.1), (5.2) і (5.3) обчислити гальмові моменти T_T для кількох значень m вантажів на кінці важеля 4. Значення записати в табл. 5.5.
5. Побудувати графіки $T_T = f(m)$ для всіх гальм. На ці графіки нанести значення моментів, отриманих експериментально.

5.5. Результати досліджень

Таблиця 5.1. Параметри гальм*

Гальмо	Геометричні параметри, мм						Кут обхвату α
	a	b	l_0	l_1	D	L	
Просте (рис.1,а)							
Диференційне (рис. 1,б)							
Підсумовуюче (рис.1,в)							

* $\alpha_{(рад)} = 360L / (\pi D)$; L – вимірювана довжина дуги обхвату стрічкою шківа, що відповідає куту α ; D – діаметр шківа.

Таблиця 5.2. Просте стрічкове гальмо

Маса вантажу m , кг	Показання індикатора		Навантажувальна сила F , Н	Момент $T_T = FL_0$	Коефіцієнт тертя f	Момент протилежного напрямку	
						k	T'_T
	1						
	2						
	3						
	k						

Таблиця 5.3. Результати експериментальних досліджень

Гальмо	Напрямок моменту	Маса вантажу m , кг	Показання індикатора		Сила F , Н	Гальмовий момент T_T або T'_T , Н мм	
Диференційне			1				
			2				
			3				
			k				
				1			
				2			
				3			
				k			
Підсумовуюче			1				
			2				
			3				
			k				
				1			
				2			
				3			
				k			

Таблиця 5.4. Тарування месдозы *

Параметри	Маса вантажів m_i , кг						
Показання індикатора k_0							
Сила F , Н							

* Плечі важеля 14 $l_1=$ $l_2=$ мм.

Таблиця 5.5. Розрахункові гальмові моменти, Н мм

Гальмо	Маса вантажів m , кг					
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Просте						
Диференційне						
Підсумовуюче						

5.6. Зміст звіту

1. Назва і ціль роботи.
2. Теоретичні положення.
3. Опис лабораторного устаткування.
4. Порядок виконання експериментальної частини.
5. Порядок виконання теоретичної частини.
6. Графіки тарувальний та $T_T = f(m)$.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Устрій стрічкових гальм.
2. Силові залежності.
3. Показати, як отримані залежності (5.1), (5.2), (5.3)?
4. За якою формулою обчислити гальмовий момент протилежного напрямку?
5. Як визначити коефіцієнт тертя між стрічкою та шківом?
6. Як виконується експериментальна частина?
7. Як виконується тарування вимірювального пристрою?

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа. 1979. -558 с.
2. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. – К.: Вища школа. Головне видавництво, 1983.- 181 с.
3. Гайдамака В.Ф. Грузоподъемные машины. К.: Вища школа. Головне видавництво, 1989. -326 с.
4. Онищенко В.И., Маковский А.М., Черкасов Л.Д. Грузоподъемные машины: Лабораторные работы. – К.: Вища школа., 1978. -120 с.