

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
“МОНТАЖ ТА РЕМОНТ ПТМ”
(для студентів спеціальності 7.090214)

Краматорськ 2004

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Монтаж та ремонт ПТМ» (для студентів спеціальності 7.090214): Укл.: М.Ю.Дорохов,

Ю.В.Полікарпов. – Краматорськ: ДДМА, 2004. - 48 с.

Містять необхідні теоретичні положення, правила з техніки безпеки, перелік устаткування, контрольні питання, вимоги до оформлення звітів. Викладено основи методики монтажу та ремонту елементів механізмів підйомно-транспортних машин за допомогою сучасних засобів.

Укладачі:

М.Ю.Дорохов, асист.
Ю.В.Полікарпов, ст.викл

Відповідальний за випуск

В.Г.Крупко, доц.

З М І С Т

Вступ	4
1 Лабораторна робота 1. Дослідження точності монтажу елементів підкранової колії.....	5
2 Лабораторна робота 2. Монтаж й налагодження приводу ПТМ.....	12
3 Лабораторна робота 3. Дослідження зусиль у монтажному поліспасти при монтажі козлового крана.....	19
4 Лабораторна робота 4. Визначення видів зношування та руйнування ПТМ, розробка методів підвищення їхньої довговічності та надійності.....	23
5 Лабораторна робота 5. Дослідження похибки налагодження електрогідравлічного гальма піднімальної лебідки.....	28
6 Лабораторна робота 6. Визначення основних параметрів нерознімного з'єднання.....	34
7 Лабораторна робота 7. Складання карти кріпильних робіт механізму ПТМ.....	44
Література.....	47

ВСТУП

Мета лабораторного практикуму - ознайомити студентів з основами методики монтажу та ремонту елементів механізмів підйомно-транспортних машин за допомогою сучасних засобів.

У процесі виконання лабораторних робіт студенти закріплюють теоретичні знання й одержують навички самостійної роботи при рішенні конкретних технічних задач з монтажу механізмів та вузлів підйомно-транспортних машин з використанням сучасної техніки.

Перед виконанням роботи студенти знайомляться з Правилами техніки безпеки й одержують інструктаж.

До роботи в лабораторії допускаються особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки. У процесі виконання лабораторних робіт студенти зобов'язані дотримуватися наступних правил:

- не вмикати в електричну мережу прилади без дозволу викладача;
- не спиратися на вимірювальні прилади й устаткування;
- не допускати перетинання силових сполучних проводів;
- після проведення лабораторної роботи усю електроапаратуру знеструмити;
- під час лабораторної роботи не переходити з одного робочого місця на інше без дозволу викладача;
- про усі випадки виявлення несправності в приладах повідомляти викладачеві;
- утримувати робоче місце в чистоті й порядку;
- по закінченні лабораторної роботи прилади, проводи й ін. здати викладачеві або лаборантові.

Індивідуальний звіт повинний містити наступні складені елементи: найменування і мету роботи; основні теоретичні положення з необхідними схемами, рисунками і таблицями; порядок виконання роботи; результати роботи і висновки.

Графіки, схеми установок і сам звіт повинні відповідати вимогам ДСТУ, пропонованим до відповідних документів (до пояснювальних записок).

1 Лабораторна робота 1

Дослідження точності монтажу елементів підкранової колії

Мета роботи: вивчення способів кріплення рейок до підкранових балок; ознайомлення з основними вимогами до монтажу та експлуатації рейкових підкранових колій; дослідження точності монтажу елементів підкранової колії пе-

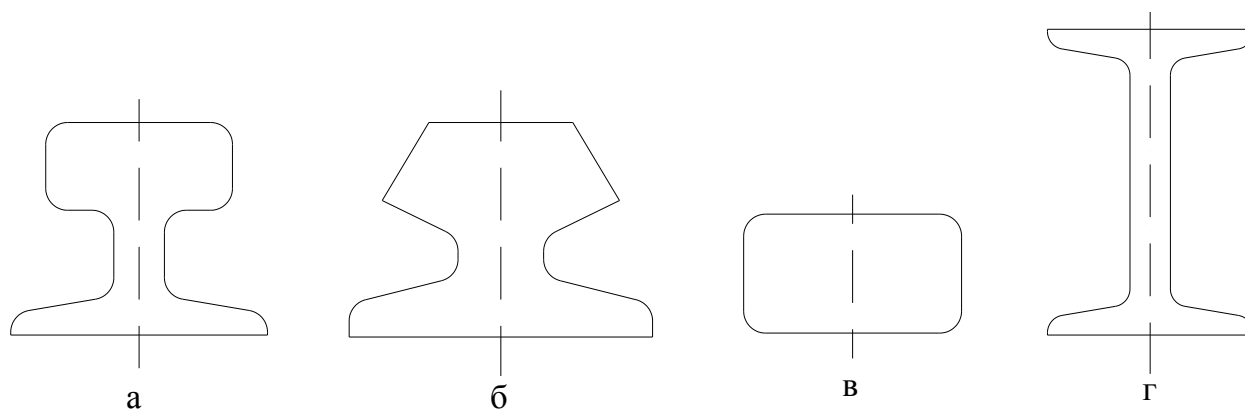
ресувної кран-балки.

1.1 Теоретичні відомості

Рейкова підкранова колія призначена для сприйняття всіх робочих навантажень від крана або вантажного візка і передачі їх на будівельні конструкції, підставу або металоконструкції крана.

У залежності від типу вантажопідйомного крана, кранові шляхи розділяються на надземні, установлені на визначеній висоті над підставою (землею), і наземні, установлені на рівні підстави. У свою чергу, надземні кранові шляхи можуть бути виконані опорними (мостові крани великої вантажопідйомності) і підвісними (кран-балки, пересувні електричні талі).

У якості рейкового опорного шляху застосовують сталеві залізничні рейки для широкої колії типу Р, спеціальні кранові рейки типу КР за ДСТ 4121-76 і сортовий прокат квадратного (прямокутного) або двотаврового профілю (рисунок 1.1).



а – типу Р; б – типу КР; в, г – сортовий прокат

Рисунок 1.1 - Профілі рейок кранового шляху

Рекомендації з вибору кранових рейок у залежності від вантажопідйомності крана та навантаження на ходове колесо наведені в таблиці 1.1.

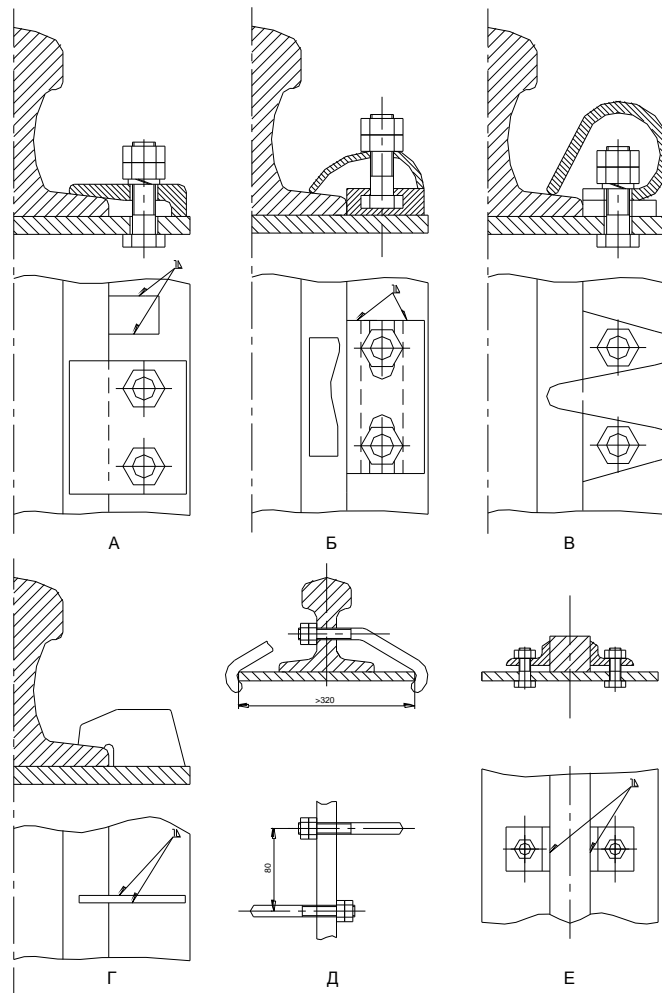
Таблиця 1.1 – Вибір типу кранових рейок

Вантажопідйомність, т	5	10, 16	20	25, 35	50	80
Навантаження на колесо, кН	50	100...160	200	250	350	350
Опукла головка рейки	Р18, Р24	Р38	КР50, Р43	КР70, Р50	КР80, Р50	КР120, Р65
Плоска головка рейки	40	50, 60	60	70, 80	90	100

Кранові та візкові рейки необхідно кріпити таким чином, щоб виключити їх бічний і подовжній зсув при роботі вантажопідйомного крана. Кріплення

рейки може бути рознімним та нерознімним.

Основні засоби кріплення рейок до підкранових балок показані на рисунку 1.2. Перевагу мають опорно-розбірні кріплення, що забезпечують можливість виправлення профілю колії від проектного положення. Отвори в притискних планках виконують овальними або свердлять по місцю.



а, б – притискними планками; в – пружинними скобами; г – приварними скобами; д – гаками з регульованими гайками; е – приварними планками і болтами

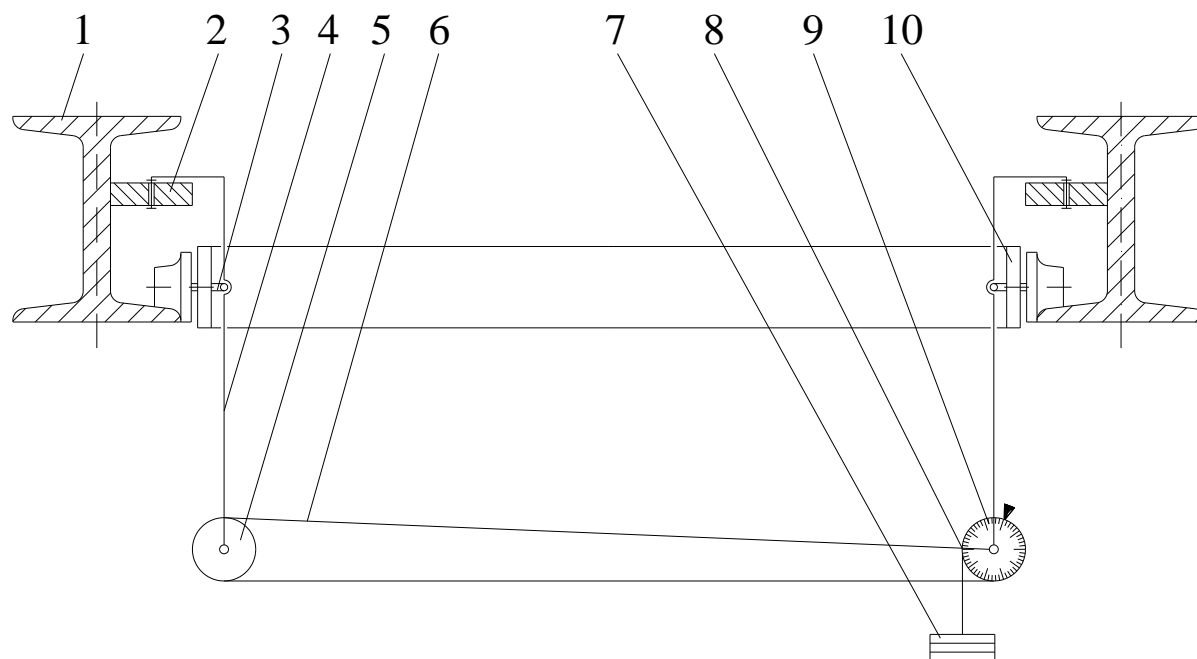
Рисунок 1.2 – Засоби кріплення рейок до підкранових балок

У якості підвісних кранових шляхів застосовують спеціальні рейки або двотаврові балки № 12...30 за ДСТ 8240-72 з гарячекатаної сталі марки ВстЗпс.

Контроль ширини колії підвісних кранових шляхів виконується за допомогою пристосування, показаного на рисунку 1.3.

Наземний крановий шлях розташовується на шпалах або бетонних балках і кріпиться до них шляховими шурупами з притискними планками або костиллями для залізниць.

Приймання кранових шляхів після виконання монтажних робіт роблять за актом, у якому додають результати нівелювання, розміри колії, профілю колії і дані за величиною опору заземленого рейкового шляху.



1 – підкранова колія; 2 – ролик; 3 – скоба; 4 – важіль;
 5 – барабан; 6 – шнур; 7 – вантаж; 8 – барабан зі стрілкою;
 9 – шкала; 10 – міст кран-балки

Рисунок 1.3 – Пристрій для контролю ширини колії

Допуски на розмір колії, прямолінійності та горизонтальності рейкового шляху при його монтажу й експлуатації встановлюються проектною документацією (технічними умовами на монтаж) крана і нормативними документами і вказуються в паспорті крана (таблиці 1.2, 1.3, 1.4, 1.5).

Таблиця 1.2 – Граничні відхилення рейкових шляхів

Відхилення	Тип крана				
	Мосто- вий	Башто- вий	Козло- вий	Порталь- ний	Мосто- вий переванта- жувач
Різниця відзначень голі- вок рейок у поперечно- му перерізі, мм	40	45...60	40	40	50
Різниця відзначень ре- йок на сусідніх колонах	10	40	30	20	30

(для мостових кранів) або на довжині 10 м рейкового шляху, мм					
Звуження (розширення) колії рейкового шляху, мм	15	10	15	15	20
Взаємний зсув торців при стику рейок у плані та за висотою, мм	2	3	2	2	2
Зазори на стиках рейок (при $t=20^{\circ}\text{C}$), мм*	6	6	6	6	6

Примітка.

* При зміні температури на 10°C зазор змінюється на 1,5 мм.

Таблиця 1.3 – Засоби перевірки прямолінійності та площинності

Спосіб перевірки	Область застосування	Точність виміру, мм		
1	2	3		
Лінійкою на просвіт	Поверхні довжиною до 500 мм	0,05		
Лінійкою з щупом		0,02		
Лінійкою із широкою робочою поверхнею: щупом штихмасом на фарбу	Поверхні довжиною до 5000 мм	Клас точності лінійки*		
		I	II	III
		0,04	0,06	0,1
		0,02	0,04	0,1
Перевірочною плитою на фарбу	Поверхні розміром 1000x2000 мм	Клас точності плит		
		I	II	III
		0,01	0,02	0,05
Лінійкою із широкою робочою поверхнею і рівнем	Ділянки поверхні довжиною до 5000 мм	Клас точності лінійки*		
		I	II	III
		0,04	0,08	0,18

Продовження таблиці 1.3

1	2	3		
Рівнем, методом послідовних переміщень	Поверхні будь-якої довжини	Група рівнів		
		I	II	III
		0,03	0,09	0,18
Водяним рівнем	Поверхні довжиною до 20 м	0,05		
Нівеліром	Поверхні будь-якої довжини	1		
Струною	Поверхні довжиною до 10 м	0,05**		

Примітки:

* Відхилення наведені до 1 м довжини.

** При перевірці струною варто враховувати її прогин.

Таблиця 1.4 –Засоби перевірки паралельності

Перевірочний інструмент	Область застосування	Точність виміру, мм
1	2	3
Індикатор на штативі	Поверхні шириною до 200 мм, відстань між базами до 500 мм	0,015...0,02
Штангенрейсмус	Поверхні шириною до 100 мм, відстань між базами до 1000 мм	0,04...0...0,07
Контрольна лінійка, рівень і штихмас	Горизонтальні ділянки площини, на відстані до 3000 мм. Збіг площин при стикуванні	0,02...0...0,05*
Лінійка, рівень	Горизонтальні ділянки площини, на відстані до 3000 мм. Збіг площин при стикуванні	0,005...0,01*
Штихмас	Площини й осі будь-якої довжини, на відстані до 1500 мм	0,02...0,05
Штангенциркуль з відліком за ноніусом 0,02 мм	Площини й осі будь-якої довжини, на відстані до 1500 мм	0,02...0,05

Продовження таблиці 1.4

1	2	3			
Рівень	Горизонтальні площини без контролю відстані між ними (перевірка паралельності)	Група рівнів*			
		1	2	3	4
	Осі будь-якої довжини в горизонтальній площині (перевірка збігу)	0,01	0,02	0,05	0,09
Струна і штихмас	Рівнобіжні вісі або вісь і площина на відстані до 1500 мм	0,05			
		0,05...0,01			
Рівень	Осі будь-якої довжини у вертикальній площині (перевірка	0,05...0,01			

	ка паралельності)	
--	-------------------	--

Примітка.

* Відхилення наведені до 1 м довжини.

1.2 Лабораторне обладнання

- 1 Кран-балка.
- 2 Пристосування для контролю ширини колії.
- 3 Нівелір.
- 4 Струна довжиною 30 м.
- 5 Скоби для кріплення струни – 2 шт.
- 6 Лінійка 300мм – 1 шт.
- 7 Лінійка 1000мм – 12 шт.

1.3 Порядок виконання роботи

- 1 Вивчити засоби кріплення кранових рейок, припустимі відхилення і способи контролю при монтажі.
- 2 Зробити розбивку підкранової колії на окремі ділянки довжиною 2 м і пронумерувати їх.
- 3 Закріпити скоби і натягнути струну на одну з рейок підкранової колії.
- 4 Зробити вимір відхилення від прямолінійності шляху (у плані) у контрольних точках, результати вимірів записати в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати вимірів точності монтажу підкранової колії

Відхилення, мм	Номер контрольної точки												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
від прямолінійності													
за висотою													
ширини колії													

- 5 Налагодити пристрій для контролю відхилення ширини колії згідно з рисунком 1.3.
- 6 Зробити вимір відхилення ширини колії, результати вимірів записати в таблицю 1.5.
- 7 Установити і настроїти нівелір для контролю відхилення підкранової колії за висотою.

8 Зробити вимір відхилення підкранової колії за висотою, результати вимірів записати в таблицю 1.5.

9 Скласти графіки відхилення підкранової колії в плані, від прямолінійності і за шириною колії.

10 Зробити висновки з роботи та заповнити звіт.

1.4 Зміст звіту

1 Найменування і мета роботи.

2 Короткі теоретичні відомості.

3 Схеми кріплення підкранових колій.

4 Схема пристрою для контролю ширини колії.

5 Результати виміру відхилень підкранової колії в плані, від прямолінійності та за шириною колії.

6 Графіки відхилення підкранової колії в плані, від прямолінійності та по ширині колії.

7 Висновки.

1.5 Контрольні питання

1 Типи рейок, які застосовуються в ПТМ для підкранових колій.

2 Способи кріплення підкранових колій.

3 Припустимі відхилення положення підкранових колій.

4 У яких межах змінюється зазор у стику підкранової колії при зміні температури?

5 Способи перевірки паралельності, прямолінійності та площинності підкранових колій.

2 Лабораторна робота 2

Монтаж й налагодження приводу ПТМ

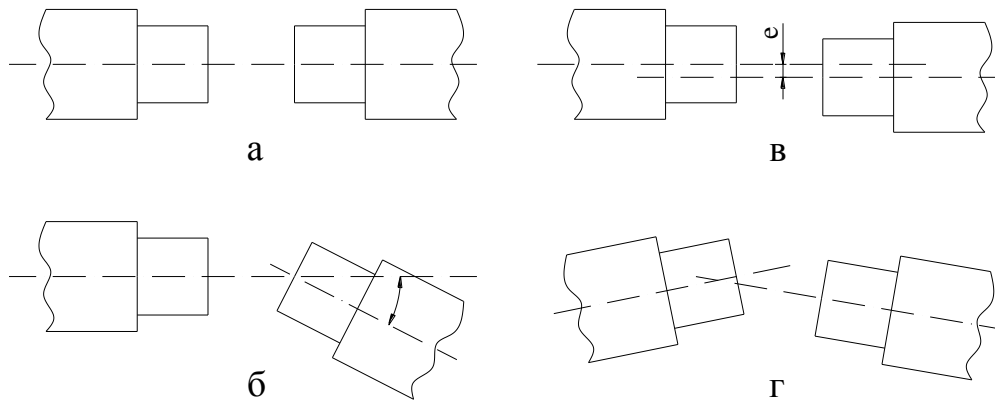
Мета роботи: ознайомлення з вимогами до точності монтажу й налагодження приводу ПТМ; оволодіння практичними навичками зборки та монтажу приводу.

2.1 Теоретична частина

При монтажу приводу особлива увага приділяється співвісності валів, тому що цей фактор визначає наступну безвідмовну довговічну роботу всієї машини. Зсув опор вала та його перекіс можуть призвести до серйозних дефектів при експлуатації: перевантаженню підшипників й перенапрузі валів, вібрації приводу. Крім того, можуть ослабнути і навіть бути зрізані з'єднувальні болти муфти. У зубцюватих муфтах перекіс вала викликає швидке зношування зубів.

Як правило, монтаж валів роблять разом з муфтами, зубчастими колесами, шківками й іншими деталями, що сполучаються.

При монтажі валів можливі відхилення від правильного (заданого) розташування геометричних осей (рисунок 2.1).



а – співвісне; б – перекіс осей; в – радіальний зсув;
г – спільні перекіс і радіальний зсув осей

Рисунок 2.1 – Взаємне розташування валів у просторі та види відхилень

Відхилення від співвісності викликає торцеве биття сполучних муфт (при перекосі осей), а також радіальне биття валів і муфт (при радіальному зміщенні осей). При збільшенні частоти обертання ці биття призводять до неприпустимих вібрацій і перевантажень. Припустимі відхилення в розташуванні (співвісності) валів призначаються в залежності від частоти їхнього обертання (див. таблицю 2.1).

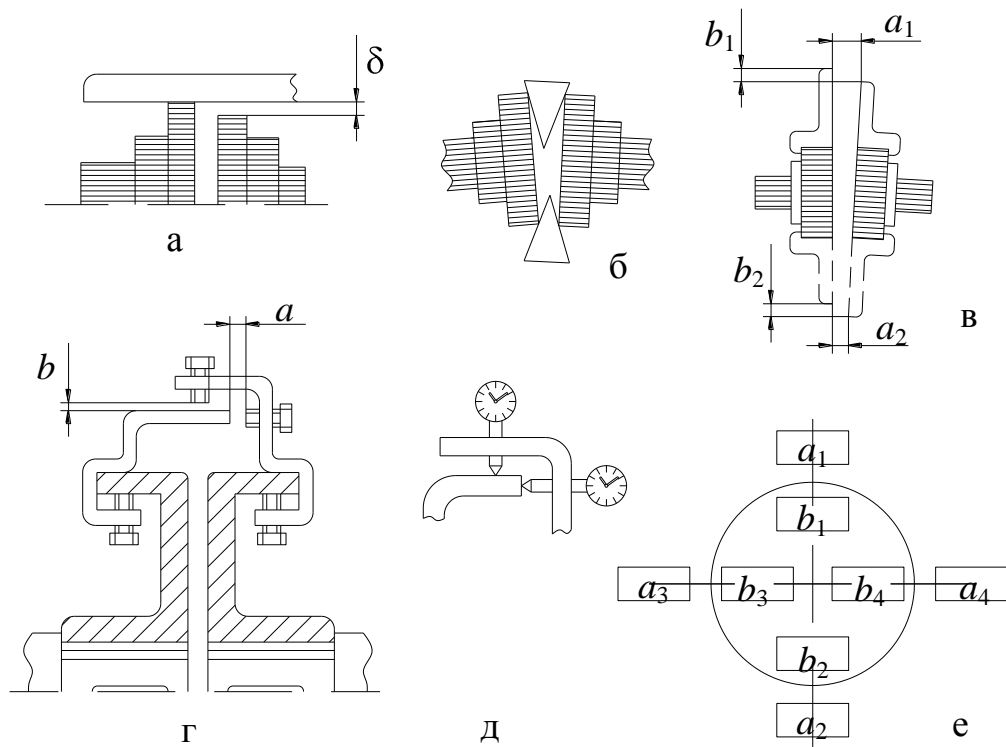
Таблиця 2.1 – Способи перевірки відхилень співвісності валів

Інструмент	Область застосування	Точність перевірки, мм
Теодоліт	Отвори, розташовані на відстані 30...40 м одне від одного	0,1*
Лінійка і щуп	З'єднання валів	0,3...0...0,5
Струна і штихмас	Поверхні загальною довжиною до 10 м, діаметром понад 250 мм	0,05...0...0,1
Струна, штихмас і прямовис	Поверхні загальною довжиною до 10 м, діаметром понад 250 мм	0,08...0...0,12
Пристосування з вимірювальним накопичувачем і щупом	З'єднання валів	0,02...0...0,05
Рейсмус і щуп	Биття деталей, що сполучаються	0,3...0...0,5
Індикатор	Биття деталей, що сполучаються	0,02

Примітка. * Відхилення наведені до 1 м довжини.

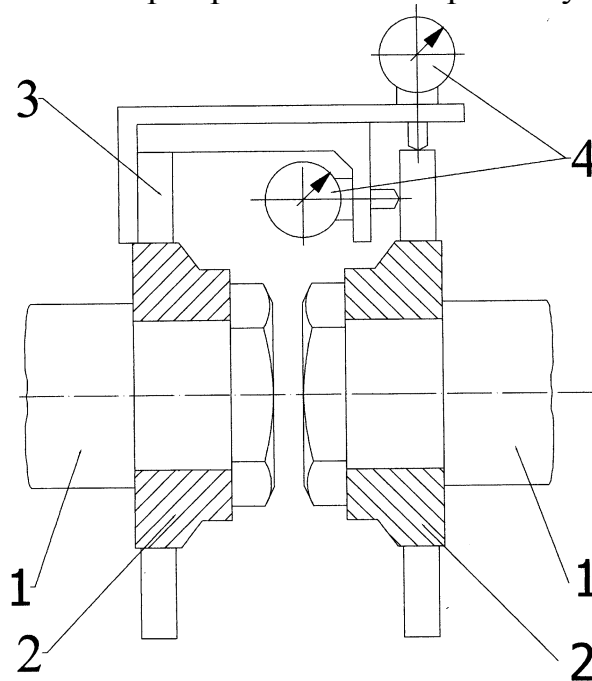
Існують різні способи контролю взаємного розташування валів, основні з яких подані на рисунках 2.2, 2.3 та в таблицях 2.2 і 2.3. Найбільш точні резуль-

тати контролю дають спеціальні скоби в сполученні з мікрометричними інструментами (див. рис. 2.2. г, д, 2.3).



а – лінійкою; б – клинами; в – скобою; г – скобою з регульованими болтами; д – скобою з індикаторами; е – схема реєстрації результатів центрування

Рисунок 2.2 – Способи перевірки взаємного розташування валів і муфт



1 – вали, 2 – пристосування для контролю;
3 – скоба, 4 – індикатори

Рисунок 2.3 – Центрування валів за допомогою індикаторів

Таблиця 2.2 – Допуски на перекіс та рівнобіжний зсув осей при монтажу муфт

Тип муфти	Діаметр, мм	Допуск на перекіс на 1000 мм довжини, мм	Допуск на рівнобіжний зсув, мм
Зубцюваті	Перекіс осі кожної втулки щодо осі обойми, викликуваний у процесі роботи неспіввісністю валів, що з'єднуються муфтами, не більш 0°30'		
Пальцеві	100...300	0,2	0,05
	300...500	0,2	0,1
Пружні	130...200	1	0,1
	200...400	1	0,2
	400...700	1,5	0,3
	700...1350	1,5	0,5
Компенсуючі	100...300	0,8	0,1
	300...600	1,2	0,2

Таблиця 2.3 – Способи перевірки муфт

Об'єкт перевірки	Спосіб перевірки	Примітки
Перед монтажем		
Посадка на вал (на зазор)	Щупом	Пластина товщиною 0,03...0,05мм у зазор не входить
Щільність посадки на вал	Обстукування молотком	Зсув при обстукуванні не допускається
Торцеве та радіальне биття	Індикатором або рейсмусом	Див. табл. 2.5
Діаметри отворів для пальців, валів, розміри для кулачків, відповідність їх у парних напівмуфтах	Штангенциркулем або іншим вимірювальним інструментом	Допуск за робочими кресленнями
Після монтажу		
Зазори між пальцями і поверхнями отворів	Щупом	Зазор між дотичними поверхнями окремих пальців не більш 0,3...0,6мм
Биття окружності виступів зубів втулки зубцюватих муфт	Індикатором або рейсмусом	Допуск 0,04...0,1мм у залежності від діаметра муфти
Центрування валів за	Лінійкою, клиновим	Див. табл. 2.4

напівмуфтами	щупом, скобою та індикатором	
--------------	------------------------------	--

Таблиця 2.4 – Допуски на центрування муфт

Конструкція муфти і характер перевірки	Допуск при вимірі, мм	
	за торцем	за окружністю
Тверді муфти		
Різниця вимірів у горизонтальній площині	0,02	0,03
Різниця вимірів у вертикальній площині	0,05	0,05
Пружні компенсуючі муфти		
Різниця вимірів у горизонтальній площині	0,05	0,66
Різниця вимірів у вертикальній площині	0,05	0,1

Перевірка напівмуфт, особливо напівмуфти з гальмовим шківом, здійснюється для контролю величини торцевого та радіального биття, виконуються з використанням балансировочних пристроїв. Технічні умови на балансування (статичне та динамічне) призначається в залежності від розмірів і швидкості обертання муфти (див. табл. 2.5 і 2.6).

Таблиця 2.5 – Допуски на биття шківів

Характер биття	Діаметр шківа, мм			
	150	300	600	Більш 600
Торцеве	100	150	250	400
Радіальне	50	80	120	250

Таблиця 2.6 – Технічні умови на балансування шківів

Окружна швидкість, м/с	Відношення ширини шківа до його діаметра	Вид балансування
1...6	До 1/3 Від 1/3 до 1	Статичне нормальне
6...15	До 1/3 Від 1/3 до 1	Статичне точне
Більш 15	До 1/3	Статичне точне
	Від 1/3 до 1	Динамічне

Завершальною операцією монтажу співвісних валів і муфт є їхнє центрування – перевірка і регулювання співвісності. Центрування роблять за напівму-

фтами. При цьому передбачається, що напівмуфти встановлені на валах концентрично, а їх торцеві поверхні рівнобіжні. Вали вважають відцентрованими, якщо зазори a і b у чотирьох діаметрально протилежних точках напівмуфт (рис. 2.2, е) будуть відповідно однакові. Результати вимірів в процесі центрування записують на круговій діаграмі.

Якщо виміри зроблені правильно, то повинні дотримуватися рівності

$$a_1 + a_2 = a_3 + a_4; \quad b_1 + b_2 = b_3 + b_4.$$

Розцентровку підраховують як різницю

$$a_e = \frac{a_1 - a_2}{2}; \quad a_z = \frac{a_4 - a_3}{2}; \quad b_e = \frac{b_1 - b_2}{2}; \quad b_z = \frac{b_4 - b_3}{2}.$$

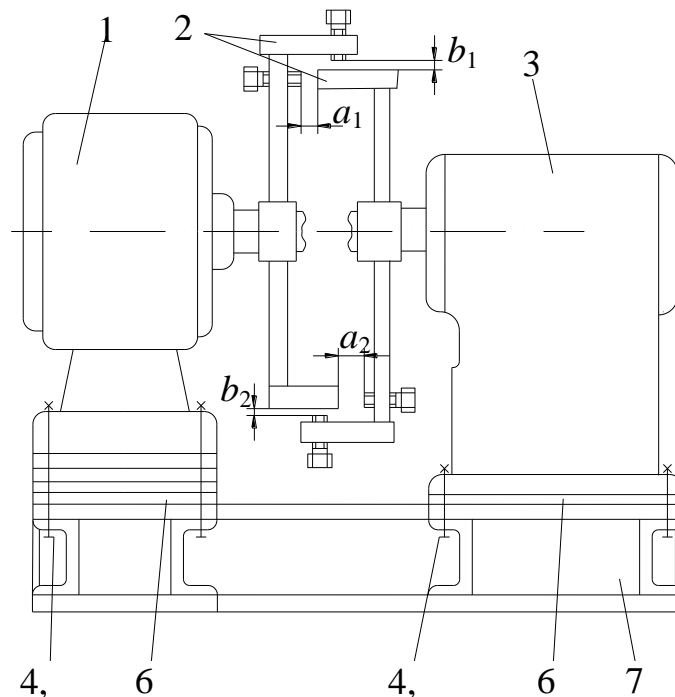
де a_e, b_e – розцентровка за горизонталлю;

a_z, b_z – розцентровка за вертикаллю.

Після коректування положення осей валів, що з'єднуються, знову повторюють виміри зазорів як за діаметром, так і за торцем, домагаючись відхилень у межах установлених норм (див. табл. 2.4).

2.2 Лабораторне обладнання

1 Стенд для контролю взаємного положення валів (рис. 2.4).



1 – електродвигун; 2 – скоба; 3 – редуктор; 4 – болт;
5 – гайка; 6 – монтажні прокладки; 7 – рама

Рисунок 2.4 – Лабораторний стенд для контролю взаємного положення валів

2 Набір ключів.

3 Щуп.

4 Набір прокладок для двигуна та редуктора.

2.3 Порядок виконання роботи

1 Вивчити правила центрування взаємного розташування валів і муфт і вимоги, пропонувані до точності їхнього монтажу.

2 Попередньо закріпити на лабораторному стенді (див. рис. 2.4) електродвигун і редуктор, по можливості сполучивши вісь обертання вала електродвигуна і швидкохідного вала редуктора.

3 Закріпити на валах електродвигуна і редуктора скоби для виміру зазорів в осьовому та радіальному напрямках.

4 Зробити виміри зазорів a і b для чотирьох положень. Результати вимірів записати в кругову діаграму (див. рис. 2.2,е) і в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати вимірів зазорів

Номер досліджу	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	b_3	b_4
1								
2								
3								

5 Зробити аналіз отриманих результатів і розрахувати висоту регульовальних прокладок під електродвигун і редуктор з метою одержання точності монтажу приводу згідно з таблицею 2.4.

6 Якщо в результаті точність монтажу не задовольняє відповідним вимогам, повторити пункти 4 і 5.

7 Зробити висновки з виконаної роботи.

2.4 Зміст звіту

1 Найменування і мета роботи.

2 Короткі теоретичні відомості.

3 Схема засобів контролю співвісності валів.

4 Схема лабораторної установки.

5 Результати виміру зазорів у вигляді кругової діаграми та таблиці 2.7.

6 Висновки.

Контрольні питання

- 1 Види відхилень і способи контролю співвісності валів.
- 2 Як визначити радіальне биття вала?
- 3 Види балансування гальмових шківів.
- 4 Назвіть основні способи контролю взаємного положення валів і муфт.
- 5 Від яких параметрів залежить точність монтажу валів, що з'єднуються?
- 6 Способи контролю горизонтального розташування вала (валів).

3 Лабораторна робота 3

Дослідження зусиль у монтажному поліспасті при монтажі козлового крана

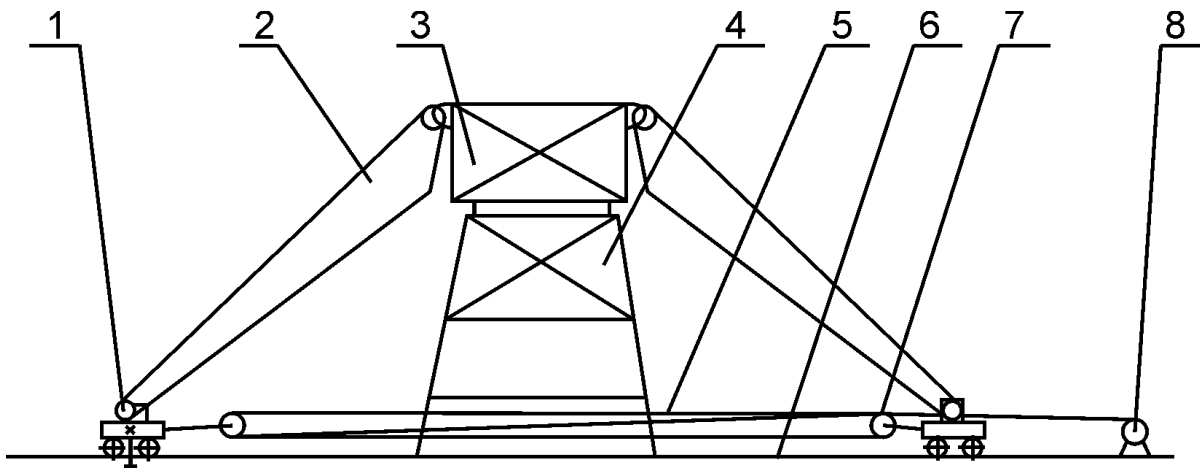
Мета роботи: вивчення способів монтажу козлових кранів; установлення закономірностей зміни зусиль у монтажному поліспасті; дослідження впливу конструкції опор на їх навантаження при самомонтажу козлового крана.

3.1 Теоретичні відомості

У даний час існують наступні засоби монтажу козлових кранів:

- підйом опор і моста з застосуванням піднімальних щогл;
- самопідйом за допомогою механізмів монтувального крана та поліспастів (методом стягування опор);
- зборка крана в проектному положенні з застосуванням підмостків;
- підйом із застосуванням порталних і стрічкових підйомників.

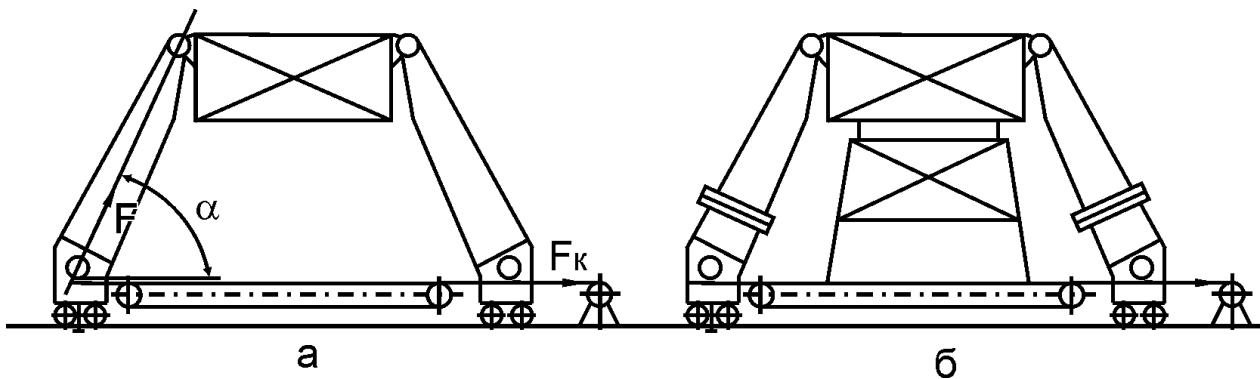
Найбільше поширення одержав метод самопідйому (підйом моста в робоче положення відбувається при стягуванні стійок монтажних опор), типова схема якого подана на рисунку 3.1.



- 1- ходовий візок; 2 – стійка опор; 3 – міст; 4 – шпальні клітки;
 5 – монтажний поліспагт; 6 – кранова рейка; 7 – монтажна обойма;
 8 – піднімальна лебідка

Рисунок 3.1 – Типова схема монтажу козлового крана

Міст крана 3 укладають на шпальні клітки, а до них шарнірно приєднують стояки опор 2 і візка 1, ходові колеса яких установлені на кранові рейки 6. До підстави стояків або ходових візків кріплять монтажні обойми 7. Канати поліспагтів 5 запасовані на барабани піднімальних лебідок 8. При стягуванні поліспагтів підстави стояків зближаються, що викликає підйом моста. Первісний кут нахилу стояків беруть рівним $20...30^\circ$. При меншому куті нахилу стояків різко зростає зусилля в стягуючому поліспагті. Щоб уникнути цього явища, опори високих козлових кранів виконуються рознімними. Спочатку ходові візки й обойми поліспагтів кріплять до фланців верхніх частин опор, потім стягають ці частини, підводять під шпальні клітки, від'єднують візки й обойми і кріплять їх до підстав нижніх частин стояків. Останню стикують з верхніми частинами стояків, після чого опори стягають до підйому моста в проектне положення. Схема такого монтажу козлового крана показана на рисунку 3.2.



а- перший етап; б – другий етап

Рисунок 3.2 – Схема монтажу козлового крана при рознімних опорах

Зусилля, що діє уздовж опори крана, визначається за рисунком 3.2

$$F = \frac{F_k m \eta_{\Pi}}{\cos \alpha},$$

де F – зусилля, що діє уздовж опори, Н;

F_k - зусилля, що виникає в канатах поліспаств, Н;

m – кратність поліспаства;

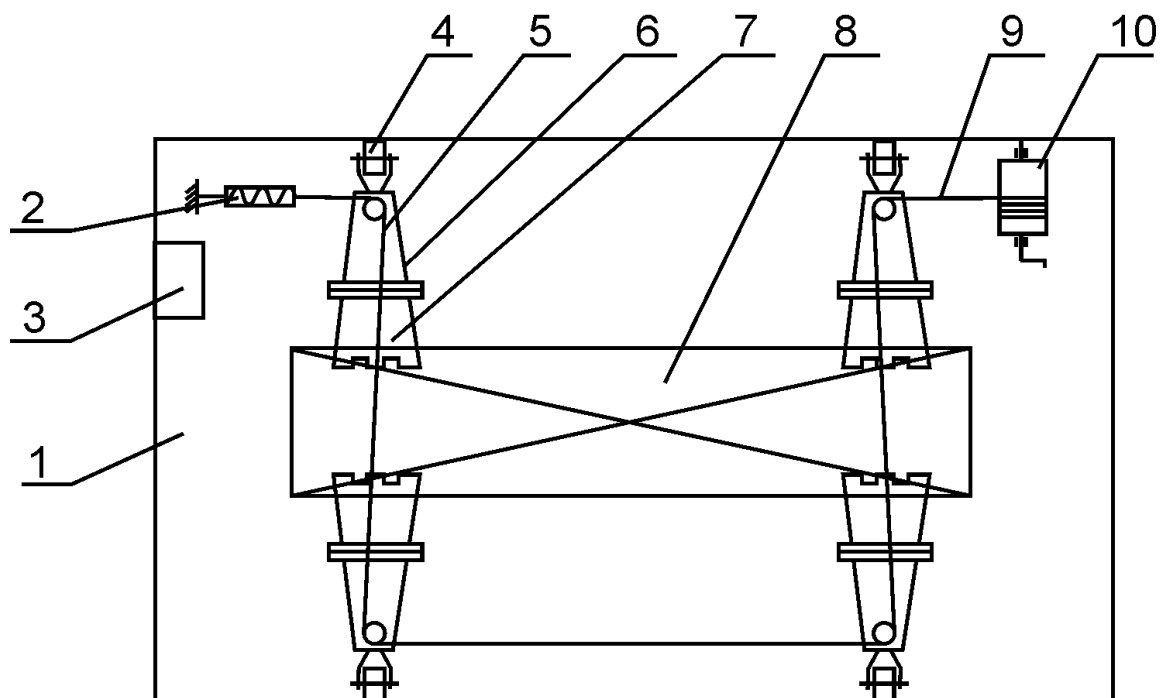
η_{Π} - ККД поліспаства;

α - поточне значення кута нахилу опори крана при його монтажу,

град.

3.2 Лабораторне обладнання

- 1 Модель козлового крана;
- 2 Лабораторний стенд з визначення зусиль у монтажному поліспастві (рисунки 3.3).
- 3 Комплект вимірювальної апаратури;
- 4 Набір ключів;
- 5 Лінійки.



- 1 – підстава; 2 – тензометричний пристрій; 3 – тензодатчик;
- 4 - підкранова колія; 5 – обойма; 6 – нижня стійка опори;
- 7 – верхня стійка опори; 8 – міст крана; 9 – монтажний поліспаств;
- 10 – піднімальна лебідка

Рисунок 3.3 – Схема лабораторної установки для виміру зусиль у монтажному поліспасті

3.3 Порядок виконання роботи

1 На моделі вивчити загальну конструкцію і призначення основних вузлів козлового крана.

2 Ознайомитися з конструкцією лабораторної установки і методом виміру зусиль у монтажному поліспасті (рисунок 3.3).

3 Зібрати монтажну схему для підйому моста крана з використанням верхньої частини опор.

4 Зробити підйом моста до проміжного положення, заміряючи зусилля в монтажному поліспасті через кожні 5° зміни кута нахилу стояків.

Результати записати в таблицю 3.1 (перший етап).

Таблиця 3.1 – Значення зусиль у монтажному поліспасті

Спосіб монтажу		Зусилля в канаті поліспаста, Н											
		Кут нахилу стійок, град											
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
При рознімних стояках	1 етап												
	2 етап												
При нерознімній конструкції опор													

5 Підвести під міст шпальні клітки й опустити на них металоконструкцію крана.

6 Зібрати монтажну схему для підйому моста з використанням верхньої і нижньої частини опори.

7 Зробити підйом моста в проектне положення, заміряючи аналогічно зусилля в монтажному поліспасті. Результати занести в таблицю 3.1 (другий етап).

8 Зібрати монтажну схему підйому моста крана з цільними стояками (на стенді з додатковими вставками).

9 Зробити підйом моста в проектне положення. Результати величини зусиль у канаті занести в таблицю 3.1.

10 Побудувати графік залежності зусилля в канаті від кута нахилу стояків для різних методів монтажу.

11 За формулою (3.1) визначити максимальне зусилля, що діє уздовж опори, при різних конструкція стояків (рознімної і нерознімної).

12 Зробити висновки з роботи.

3.4 Зміст звіту

- 1 Найменування і мета роботи.
- 2 Схеми монтажу козлового крана при складених і цільних опорах.
- 3 Схема лабораторної установки для виміру зусиль у монтажному поліспасті.
- 4 Результати виміру зусиль (див. табл. 3.1).
- 5 Графіки зміни зусиль у монтажному поліспасті.
- 6 Розрахунки зусиль, що діють вздовж опори.
- 7 Висновки.

3.5 Контрольні питання

- 1 Назвіть основні методи монтажу козлових кранів.
- 2 З якою метою застосовуються складені опори козлових кранів?
- 3 Як заміряться зусилля в монтажному поліспасті?
- 4 Як впливає конструкція опор козлового крана на спосіб його монтажу?
- 5 У яких випадках необхідні шпальні клітки при монтажі козлового крана?

4 Лабораторна робота 4

Визначення видів зношування та руйнування ПТМ, розробка методів підвищення їхньої довговічності та надійності

Мета роботи: практичне ознайомлення з видами зношування і руйнування деталей ПТМ, вивчення характерних ознак кожного виду зношування і руйнування; самостійна, на основі лекційного матеріалу, розробка заходів щодо підвищення опору деталей ПТМ кожного виду зносу та руйнування.

4.1 Теоретичні відомості

4.1.1 Характеристика видів зношування деталей ПТМ

Відповідно до сучасної класифікації основними видами зношування деталей підйомно-транспортних машин вважаються:

- абразивне зношування;
- зношування внаслідок пластичного деформування металу робочих поверхонь;
- зношування внаслідок крихкого руйнування металу робочих поверхонь;
- зношування при заїданні.

Абразивне зношування відбувається при сухому та напівсухому терті, при влученні абразивних часток (пісок, пил й ін.) у зону контакту. При цьому тверді абразивні частки або зерна роблять пошкодження на більш м'якій поверхні контактуючої деталі. Це процес може носити різний характер - від шліфування до руйнування. При абразивному зношуванні його продукти самі виводяться з деталей.

Зношування у виді пластичної деформації робочих поверхонь виникає при досить великих контактних напругах, що викликають пластичні деформації металу. При цьому метал витісняється з зони контакту і може утворювати напливи (накати) за межами робочої поверхні або при багаторазовому деформуванні може виводитися у виді окремих ділянок (на відтиснутому металі).

Зношування у виді тендітного руйнування робочих поверхонь виникає внаслідок тендітних або утомних тріщин на робочих поверхнях деталей. При блокуванні окремих ділянок робочих поверхонь відбувається викрашування цих ділянок, на поверхні залишаються вм'ятини («оспоподібний» знос).

Зношування при заїданні виникає внаслідок молекулярної взаємодії (схоплювання) металу двох контактуючих поверхонь. Таке молекулярне схоплювання виникає при досить великих питомих тисках на площадках фактичного контакту та при відсутності масляної плівки між контактуючими площадками. Такі великі питомі тиски найбільше часто виникають при малих (недостатніх) площах місць фактичного контакту, тобто в початковий період роботи.

У результаті схоплювання відбувається перенос окремих обсягів металу з однієї деталі на іншу; на поверхні однієї деталі утворюються грубі вириви, а на іншій – налипання металу контактуючої деталі.

Розглянуті види зношування на реальних деталях можуть зустрічатися як у чистому виді, так і (що зустрічається частіше) у сполученні один з одним. При цьому завжди можна визначити ведучий (основний) вид зношування.

4.1.2 Характеристика видів руйнування деталей ПТМ

Руйнування деталей ПТМ можна розділити на три основних види:

- 1) в'язке руйнування;
- 2) крихке руйнування;
- 3) руйнування утомного характеру.

В'язкому руйнуванню деталі передують пластична деформація, сліди якої

можуть бути помітні на зовнішній поверхні деталі або на самому зламі. Злам у цьому випадку має волокнисту будівлю із слідами зрушення матеріалу. В'язке руйнування спостерігається на деталях з відносно пластичного матеріалу при переході робочих напруг за межу міцності матеріалу. Основними причинами в'язкого руйнування є помилки в розрахунках конструктора та разові перевантаження деталі в процесі експлуатації машини.

При крихкому руйнуванні деталей немає помітних слідів попередньої пластичної деформації, поверхня зламу має кристалічну будівлю. Величина зерна в зламі залежить від термічної обробки матеріалу. При неоднорідному загартуванні по всьому перетині деталі злам за своїм видом також неоднорідний. Так, наприклад, при поверхневому загартуванні деталі злам у зоні поверхневого шару може бути дрібнозернистим, а в серцевині - грубозернистим.

Крихке руйнування починається з появи тріщин, розвиток яких і приводить до руйнування деталі.

Крихке руйнування найчастіше має місце у деталях з матеріалів із відносно малою пластичністю при переході робочих напруг за межу опору розриву матеріалу. Однак за певних умов крихкому руйнуванню можуть бути піддані деталі з відносно пластичних матеріалів при робочих напругах значно нижче межі текучості. Виникненню таких умов сприяють:

- концентрація напруг;
- залишкові напруги після зварювання або термічної обробки;
- місцеве або загальне зниження пластичності металу внаслідок старіння або наклепу;
- динамічне прикладення навантажень;
- низька температура навколишнього середовища.

Утомним руйнуванням називається руйнування металу під дією циклічних напруг. Циклічне навантаження викликає руйнування металу при напругах, не тільки менших за межу міцності, але і менших за межу текучості. Максимальна напруга, що не викликає руйнування деталі при дуже великому числі циклів навантаження, називається межею утоми. При напругах, що перевищують межу утоми, тобто при перевантаженнях, витривалість металу знижується.

Руйнування від утоми носить, як правило, місцевий характер. Утомна тріщина зароджується в мікроскопічному обсязі, названому осередком, і від нього поширюється по всьому перетину деталі. Розвиток тріщини йде доти, поки в перетині, що залишається, не буде перевищена межа міцності та не відбудеться раптова поломка деталі.

Утомні злами мають досить характерний вигляд, що найчастіше дозволяє точно установити причини поломки деталі.

У характерному утомному зламі розрізняють дві зони: перша (зона поступового утомного руйнування) - із дрібнозернистою будівлею, іноді з блискучою поверхнею; друга (зона одноразового руйнування) - з волокнистою або крупнокристалічною будівлею.

Різна будівля зламів зони утомного та зони одноразового руйнування порозумівається тим, що при зміні напруги утомна тріщина періодично стискається, і її поверхні дають один на одного, що призведе до зминання і стирання. Чим більше число контактів, тим більш гладкими будуть поверхні тріщини. Зона одноразового руйнування утвориться швидко й у ній зберігається будівля,

характерна для руйнування даного матеріалу.

Співвідношення площ зон утомного й одноразового руйнування залежить від ступеня циклічного навантаження. При значному перевантаженні зона утомного руйнування в порівнянні з зоною одноразового руйнування невелика.

4.1.3 Методи зниження зношування і підвищення міцнісної надійності деталей ПТМ

1 Конструктивні методи

Термін служби деталей ПТМ, а також їх міцнісна надійність можуть бути підвищені шляхом відповідної зміни конструкції вузла або деталі, а також шляхом заміни матеріалу.

При цьому прагнуть домогтися наступного:

- зниження концентрацій напруги;
- зниження загального рівня робочих напруг;
- перекладу сухого та напівсухого тертя на рідинне або тертя катання;
- зменшення питомих тисків у зонах контакту деталей.

2 Технологічні методи

Підвищенню надійності та довговічності деталей ПТМ сприяють наступні основні технологічні фактори:

- одержання заготовель куванням, штампуванням або прокаткою замість лиття;
- поліпшення чистоти поверхні;
- відповідна термічна обробка;
- поверхневе зміцнення наклепом або накаткою.

3 Експлуатаційні методи.

Під експлуатаційними методами підвищення надійності та довговічності деталей ПТМ розуміють організаційні технічні заходи, що виключають порушення норм експлуатації і змащення, а також відповідне технічне обслуговування і нагляд.

4.2 Лабораторне обладнання

1 Набір натуральних зразків деталей підйомно-транспортних машин з різними видами зносу й руйнування.

2 Набір фотографій деталей підйомно-транспортних машин з різними видами зносу й руйнування.

3 Штангенциркуль.

4.3 Порядок виконання роботи

1 Робота виконується індивідуально.

2 Перед початком роботи ретельно вивчити дійсну інструкцію.

3 Зробити огляд на вибір не менш чотирьох зношених та чотирьох зруйнованих зразків і фотографій деталей. Визначити умови роботи кожної деталі в машині, вид зносу та руйнування, заповнити графи 1, 2, 3, 4 таблиць 4.1 і 4.2.

4 Записати в графи 5, 6, 7 таблиць 4.1 і 4.2 методи підвищення опору деталей даному виду зношування і руйнування.

Таблиця 4.1 - Види зношування деталей ПТМ і методи підвищення їхньої довговічності та надійності

Номер деталі	Наменування деталі	Призначення	Вид зносу	Можливі методи зниження зношування		
				Конструктивні	Технологічні	Експлуатаційні
1	2	3	4	5	6	7

Таблиця 4.2 - Види руйнування деталей ПТМ і методи підвищення їхньої міцності та надійності

Номер деталі	Найменування деталі	Умови руйнування	Вид руйнування	Можливі методи підвищення міцності та надійності		
				Конструктивні	Технологічні	Експлуатаційні
1	2	3	4	5	6	7

4.4 Зміст звіту

1 Короткі теоретичні відомості.

2 Заповнені таблиці 4.1 та 4.2.

3 Висновки про найбільш характерні види руйнування і зношування.

Контрольні питання

- 1 Класифікація видів зношування деталей ПТМ.
- 2 Види руйнувань деталей ПТМ.
- 3 Як впливають концентратори напруг на міцність деталей машин?
- 4 Методи збільшення терміну служби деталей ПТМ.

5 Лабораторна робота 5

Дослідження похибки налагодження електрогідравлічного гальма піднімальної лебідки

Мета роботи: ознайомлення з конструкцією і порядком налагодження гальма із електрогідравлічним штовхачем; визначення величини осадки замикаючої пружини за заданим гальмовим моментом; дослідження величини похибки при налагодженні гальма.

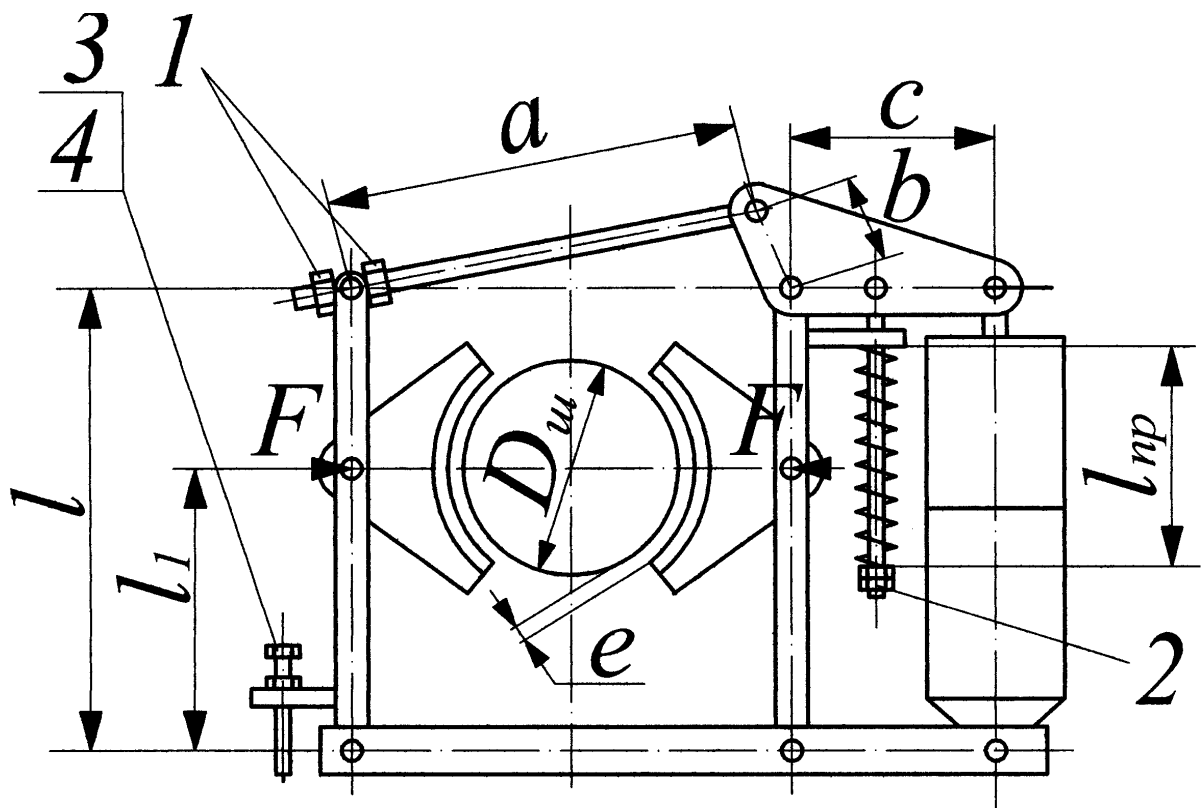
5.1 Теоретичні відомості

Найбільше поширення в кранових механізмах одержали колодкові гальма із електрогідравлічним штовхачем (рисунок 5.1).

Необхідний гальмовий момент створюється за рахунок сил тертя між накладкою та шківом

$$M_T = f \cdot F \cdot D_{ш},$$

- де M_T – гальмовий момент, Н·м;
 f – коефіцієнт тертя, $f = 0,38 \dots 0,42$;
 F – нормальний тиск колодки на шків, Н;
 $D_{ш}$ – діаметр гальмового шківа, м.



1 – гайки регулювання зазору; 2 – гайки регулювання гальмового моменту; 3, 4 – болт і гайка регулювання рівномірності відходу колодок

Рисунок 5.1 – Розрахункова схема гальма із електрогідравлічним штовхачем

Необхідне зусилля замикаючої пружини без обліку ваги елементів гальма (див. рис. 5.1)

$$F_{np} = F \frac{l \cdot b}{l_1 \cdot c \cdot \cos \alpha \cdot \eta_p} = \frac{M_T \cdot l \cdot b}{f \cdot D_{ш} \cdot l_1 \cdot \cos \alpha \cdot \eta_p},$$

де F_{np} – зусилля в замикаючій пружині, Н;
 b, c, l, l_1 – геометричні розміри елементів гальма, мм;
 $\alpha = \arcsin \frac{b}{a}$ – кут нахилу тяги гальма, град;
 η_p – ККД системи; $\eta_p = 0,9 \dots 0,95$.

Піддатливість (осадка) пружини

$$\lambda = \frac{8F_{np} \cdot D_o^3 \cdot z}{10^6 \cdot G \cdot d^4},$$

де D_o – середній діаметр пружини, м;
 Z – число робочих витків пружини;
 G – модуль пружності при зрушенні (для сталі $G = 8 \cdot 10^4$ МПа);
 d – діаметр дроту пружини, м.

Робоча довжина пружини визначається як різниця між початковою її довжиною та довжиною в навантаженому стані

$$l_{np} = l_n - \lambda,$$

де l_n – довжина пружини в навантаженому стані, м.

5.2 Монтажні вимоги до гальм

Причиною незадовільної роботи гальм звичайно є неправильне їхнє регулювання, знос гальмових шківів або накладок. Звичайно робоча поверхня шківа шліфується і піддається поверхневому загартуванню (НВ 400...450).

Прилягання накладок до гальмового шківа повинно відбуватися на площадці не менш 80% загальної поверхні колодок. Перевіряють це за допомогою паперових смуг, що затискаються колодками. На ділянках нещільного прилягання колодок до шківа паперові смужки будуть легко висмикуватися.

Центр гальмового шківа повинний лежати точно в площині, що проходить через вісь колодок (допускається відхилення не більш 0,3 мм).

Зазор між колодкою і шківом повинний встановлюватися в залежності від величини биття гальмового шківа, прогину гальмового вала та важелів та еластичності фрикційного матеріалу. Значення рекомендованих установлювальних зазорів між колодкою і шківом надані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення установлювального зазору між колодкою гальма та гальмовим шківом

Діаметр шківа $D_{ш}$, мм	100	200	300	400	500	600
Зазор e , мм	0,6	0,8	1,0	1,25	1,25	1,5

Для нормальної роботи гальма потрібно зробити його повне регулювання, тобто установити осадку замикаючої пружини, необхідний і рівний для обох колодок гальма радіальний зазор між накладкою і шківом при розімкнутому гальмі, нормальний хід штока штовхача (він повинний складати приблизно половину загального ходу, тому що в міру зносу накладки хід штока штовхача збі-

льшується). Необхідна робоча довжина пружини регулюється (див.рис. 5.1) за допомогою гайок 2, а величина зазору між шківом і колодкою – гайками 1. Рівномірність відходу колодок гальма регулюється болтом 3, який фіксується контргайкою 4.

5.3 Лабораторне обладнання

- 1 Лабораторна установка (рисунок 5.2).
- 2 Тарувальний пристрій.
- 3 Набір вантажів.
- 4 Штангенциркуль.
- 5 Лінійка ($l = 1$ м).
- 6 Щуп.
- 7 Набір ключів.

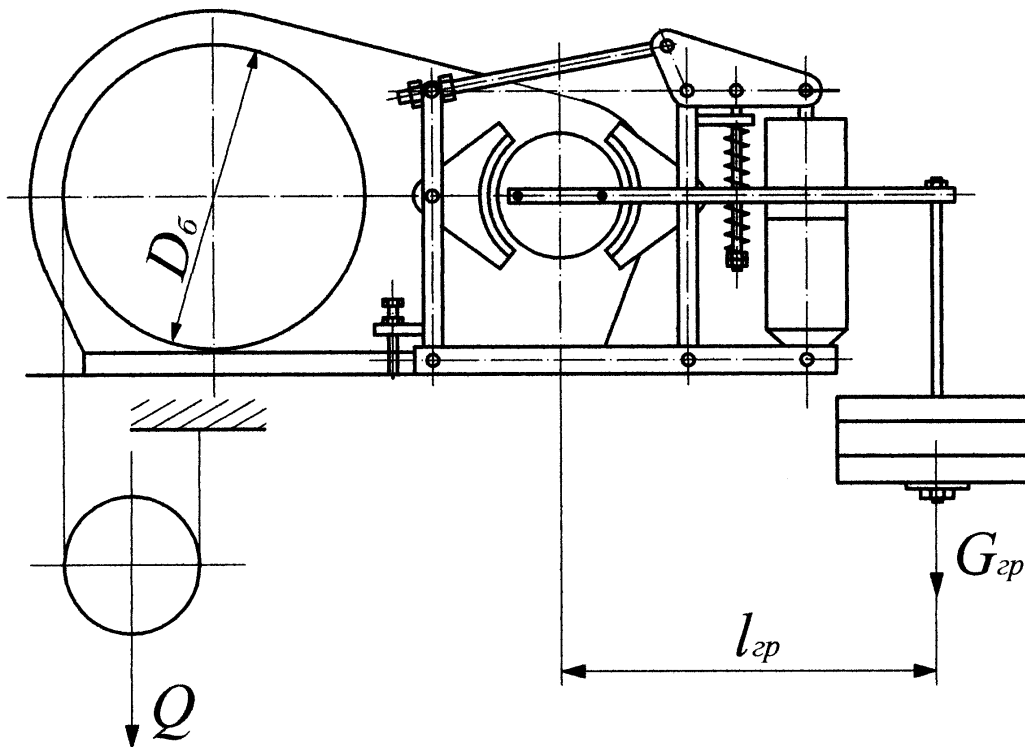


Рисунок 5.2 – Схема лабораторної установки

5.4 Порядок виконання роботи

1 За допомогою лінійки і штангенциркуля зробити виміри основних геометричних параметрів гальма та занести до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Основні геометричні параметри гальма

Довжина важелів, мм					Діаметр гальмового шківa $D_{ш}$, мм	Параметри пружини			Довжина важеля навантажувального пристрою $l_{зр}$, мм
a	b	c	l	l_1		Діаметр, мм		Число робочих витків z	
						дроту d	середній D_0		

2 Установити необхідний зазор між гальмовим шківом і колодками та відрегулювати рівномірність відходу колодок.

3 Навантажуючи тарувальний пристрій мірними вантажами (див. рис. 5.2), визначити величину гальмового моменту та робочу довжину замикаючої пружини. Дані тарировки (не менш п'яти точок) занести до таблиці 5.3.

Замикаючу пружину піджимають доти, поки момент від ваги вантажу не буде утримуватися гальмом.

Таблиця 5.3 – Результати експериментальних досліджень

Маса вантажу $m_{зр}$, кг					
Гальмовий момент M_T , Н·м					
Довжина пружини $l_{пр}$, мм					

4 За даними таблиці 5.3 побудувати графік $M_T = \varphi(l_{пр})$ (рисунок 5.3).

5 Користуючись формулами і даними таблиці 1, за заданим значенням M_T обчислити робочу довжину пружини.

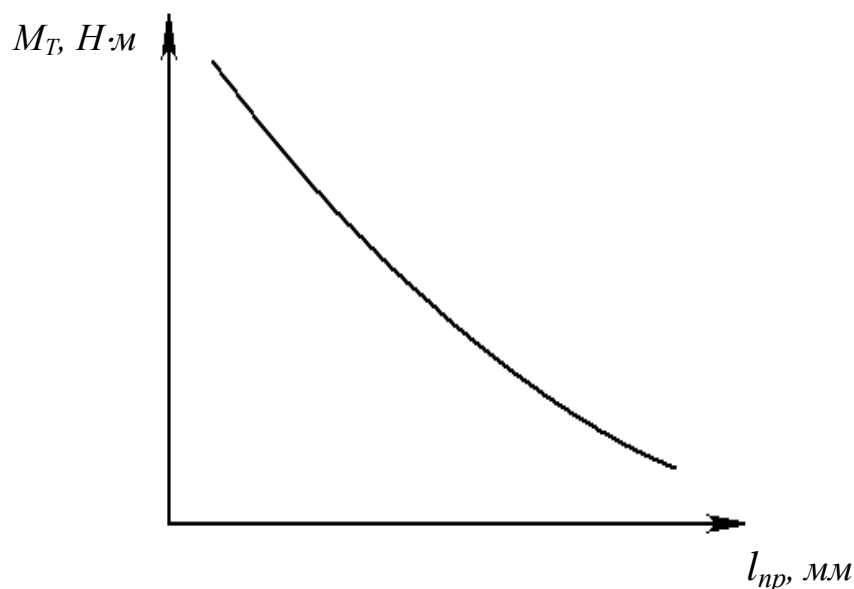


Рисунок 5.3 – Тарувальний графік пружини гальма

6 Користуючись графіком (рис. 5.3), визначити погрішність теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень

$$\Delta = \frac{l_{теор} - l_{експ}}{l_{теор}} \cdot 100\%.$$

7 Зробити висновки з виконаної роботи.

5.5 Зміст звіту

- 1 Найменування і мета роботи.
- 2 Основні залежності для визначення робочої довжини пружини гальма.
- 3 Схеми лабораторної установки і гальма.
- 4 Таблиці вимірів й експериментальних результатів.
- 5 Тарувальний графік пружини гальма.
- 6 Висновки з виконаної роботи.

5.6 Контрольні питання

- 1 Як здійснюється налагодження колодкового гальма?
- 2 Як побудувати тарувальний графік замикаючої пружини гальма?
- 3 Як впливає стан робочої поверхні шківів на роботу гальма?
- 4 Чому гальма встановлюють на швидкохідному валові приводного пристрою?
- 5 Як визначити погрішність налагодження гальма з електрогідравлічним штовхачем?

6 Лабораторна робота 6

Визначення основних параметрів нерознімного з'єднання

Мета роботи: ознайомлення з основними параметрами та методикою вибору посадок з натягом; за заданими параметрами з'єднання з натягом визначити тип та параметри запресовування посадки.

6.1 Теоретичні відомості

У сучасному машинобудуванні для передачі обертового моменту між колесом та валом все частіше використовуються з'єднання з натягом.

При посадках з натягом утворюються навантаження, які розподіляються по поверхні з'єднання за схемою, що зображена на рисунку 6.1.

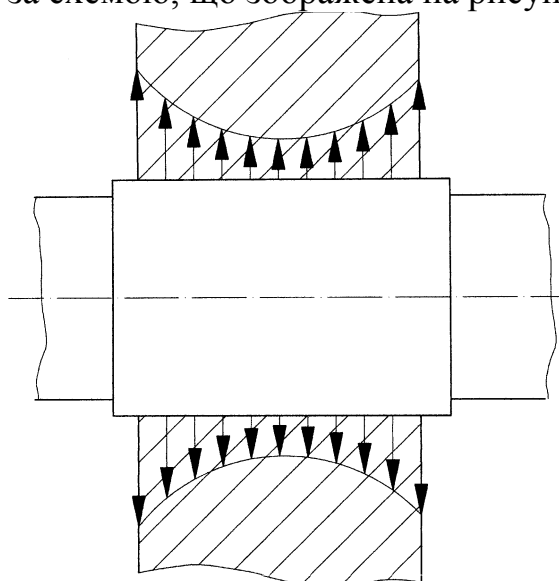


Рисунок 6.1 - Схема розподілу навантажень посадки з натягом

Окружні та радіальні зусилля, що діють з боку колеса на вал, викликають

перерозподіл навантажень (рисунок 6.2).

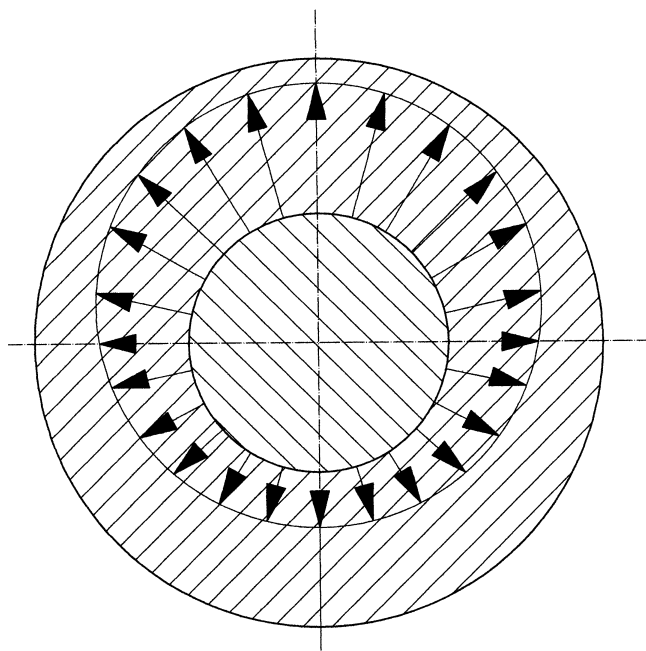


Рисунок 6.2 - Схема розподілу окружних та радіальних зусиль у з'єднанні з натягом

У циліндричних косозубих, конічних зубчастих, черв'ячних передачах та у деяких вузлах ПТМ (наприклад, вузол барабана) вали (вісі) навантажені, крім того, згинаючими моментами від навантажень, що діють на ступицю (за радіусом колеса). Такі моменти викликають перерозподіл навантажень за схемою, яка зображена на рисунку 6.3.

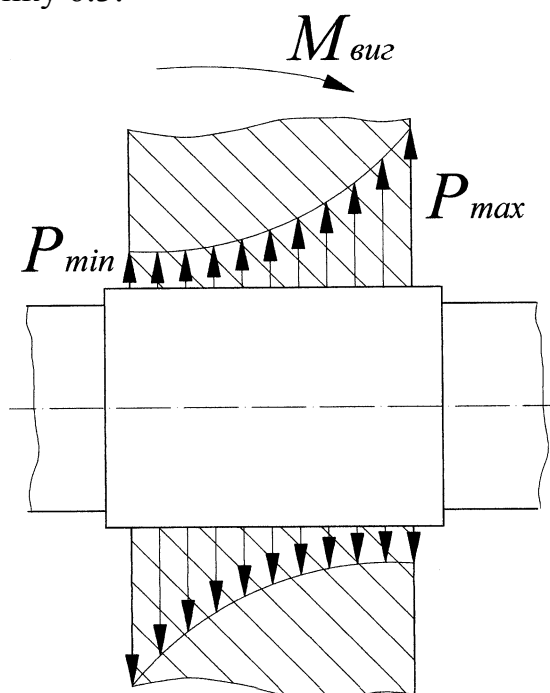


Рисунок 6.3 - Схема перерозподілу навантажень у з'єднанні з натягом від радіальних зусиль

Вали обертаються відносно діючих на них навантажень, наслідком чого є циклічна зміна напружень в кожній точці поверхні контакту за кожним обертом вала. При певних умовах напруги можуть дорівнювати нулю, внаслідок чого відбувається так зване „розкриття стику”.

Циклічний характер зміни навантажень викликає явища втоми поверхневого шару матеріалу з'єднаних деталей, мікроковзання робочих поверхонь, що викликає їх зношування та контактну корозію. У такому випадку натяг в з'єднанні прогресивно зменшується, та у певний момент відбувається провалення колеса відносно вала.

Для запобігання або зменшення контактної корозії треба передбачити необхідний запас зчеплення K (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 - Значення коефіцієнту запасу зчеплення K

Умови роботи зчеплення	Значення K
муфти	3
зірочки ланцюгових передач	3,5
шківні ремінних передач	4
інші випадки	4,5

6.2 Послідовність вибору посадки з натягом

Вихідні дані для розрахунку посадки з натягом:

1 Обертний момент M , кН·м;

2 Геометричні розміри з'єднання

- d - діаметр з'єднання, мм;

- d_1 - діаметр отвору порожнистого валу, мм;

якщо вал суцільний, то $d_1 = 0$;

- d_2 - зовнішній діаметр втулки (ступиці), мм;

- l - довжина з'єднання, мм.

3 Матеріали з'єднаних деталей та шорсткість поверхні.

Вибір посадки з натягом проводиться в наступній послідовності.

1 Розрахунок середнього контактного тиску, Па.

$$p = \frac{2K \cdot M}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f}, \quad (6.1)$$

де K коефіцієнт запасу зчеплення (див. таблицю 6.1);

f - коефіцієнт тертя (див. таблицю 6.2).

Таблиця 6.2 - Значення коефіцієнту тертя f для різних матеріалів

Матеріали	Спосіб збірки	
	Пресуванням	Нагрівом
Сталь - чавун	0,07	0,1
Сталь - бронза	0,05	0,07
Сталь - латунь	0,05	0,07
Чавун - бронза	0,05	0,07
Чавун - латунь	0,05	0,07
Сталь - сталь	0,07	0,14

2 Визначення деформації деталей.

$$\Delta = p \cdot d \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right), \quad (6.2)$$

де C_1, C_2 - пуассонові константи матеріалів охоплюваної та охоплюючої деталей,

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d} \right)}{1 - \left(\frac{d_1}{d} \right)} - \mu_1, \quad C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2} \right)}{1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)} - \mu_2;$$

E_1, E_2 - модулі пружності матеріалів охоплюваної та охоплюючої деталей (див. таблицю 6.3), Па;

μ - константи для матеріалів охоплюваної та охоплюючої деталей (див. таблицю 6.4).

Таблиця 6.3 - Значення модулів пружності E для матеріалів

Матеріал	E , Па
Сталь	$2,1 \cdot 10^{11}$
Чавун	$0,9 \cdot 10^{11}$
Олов'яна бронза	$0,8 \cdot 10^{11}$
Латунь	10^{11}

Таблиця 6.4 - Значення коефіцієнту μ для матеріалів

Матеріал	μ
Сталь	0,3

Чавун	0,25
Бронза	0,35
Латунь	0,35

3 Розрахунок поправки на змінання мікронерівностей.

$$u = 5,5(R_{a1} + R_{a2}), \quad (6.3)$$

де R_{a1}, R_{a2} - середні арифметичні відхилення профілю поверхонь (шорсткість поверхні), мкм.

Значення R_a беруть згідно з робочими кресленнями деталей або за таблицею 6.5.

Таблиця 6.5 - Значення шорсткості поверхні R_a , мкм

Інтервали розмірів, мм	Отвір			Вал		
	Квалітети					
	7	8	9	6, 7	8	9
Від 18 до 50	0,8	1,6	3,2	0,8	0,8	1,6
Від 50 до 120	1,6	1,6	3,2	1,6	3,2	3,2
Від 120 до 500	0,6	3,2	3,2	1,6	3,2	3,2

4 Визначення поправки на температурну деформацію.

При виборі посадки треба враховувати, що при роботі механізму можливе нагрівання його елементів до досить високих температур, що зменшує натяг у з'єднанні.

Поправка на температурну деформацію

$$\Delta t = d \cdot 10^6 \left[(t_2 - 20) \cdot \alpha_2 - (t_1 - 20) \cdot \alpha_1 \right], \quad (6.4)$$

де t_1, t_2 - середня об'ємна температура охоплюваної та охоплюючої деталей, град;

α - температурний коефіцієнт (див. таблицю 6.6).

Таблиця 6.6 - Значення температурного коефіцієнта для матеріалів

Матеріал	α
Сталь	$12 \cdot 10^{-6}$
Чавун	$10 \cdot 10^{-6}$
Бронза	$19 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$19 \cdot 10^{-6}$

5 Розрахунок мінімального натягу, що потрібен для гарантованої передачі обертового моменту.

$$N_{min}^- \geq \Delta + u + \Delta t. \quad (6.5)$$

6 Розрахунок максимального натягу, який допускається міцністю охоплюючої деталі (колеса, ступиці, та ін).

$$N_{max}^- \leq A_{max}^- + u, \quad (6.6)$$

де A_{max}^- - максимальна деформація, що допускається міцністю охоплюючої деталі, мкм,

$$A_{max}^- = \frac{p_{max}^- \cdot \Delta}{p},$$

де p_{max}^- - максимальний тиск, що допускається міцністю охоплюючої деталі, Па,

$$p_{max}^- = 0.5\sigma_{T2} \left[1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^2 \right],$$

де σ_{T2} - межа течкості матеріалу охоплюючої деталі, Па.

7 Вибір посадки з натягом.

Згідно з довідковими таблицями [12] за значеннями N_{min}^- та N_{max}^- вибирають одну із посадок, що задовольняє умовам (6.5) та (6.6).

Мінімальний та максимальний натяги у з'єднанні

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES, \quad (6.7)$$

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI, \quad (6.8)$$

де d_{max} - максимальний діаметр вала, мм;

d_{min} - мінімальний діаметр вала, мм;

D_{max} - максимальний діаметр отвору, мм;

D_{min} - мінімальний діаметр отвору, мм;

es - верхнє відхилення розміру для вала, мкм;

ei - нижнє відхилення розміру для вала, мкм

ES - верхнє відхилення розміру для отвору, мкм

EI - нижнє відхилення розміру для отвору, мкм

8 Для обраної посадки з натягом розраховується зусилля запресовування або температура нагріву (охолодження) деталі.

Зусилля запресовування

$$F_3 = \pi \cdot d \cdot l \cdot p_{max} \cdot f_3, \quad (6.9)$$

де p_{max} - тиск від натягу N_{max} обраної посадки,

$$p_{max} = \frac{(N_{max} - u) \cdot p}{\Delta};$$

f_3 - коефіцієнт тертя при запресовуванні (див. таблицю 6.7).

Таблиця 6.7 - Значення коефіцієнту тертя f_3 при запресовуванні

Матеріали	f_3
Сталь - чавун	0,14
Сталь - бронза	0,10
Сталь - латунь	0,10
Чавун - бронза	0,08
Чавун - латунь	0,08
Сталь - сталь	0,20

Температура нагріву охоплюючої деталі (ступиці)

$$t = 20 + \frac{N_{max} + Z_{зб}}{d \cdot 10^6 \cdot \alpha}, \quad (6.10)$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, для сталей $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$;
 $Z_{зб}$ - збірний зазор (див. таблицю 6.8), мкм.

Таблиця 6.8 - Значення збірного зазору $Z_{зб}$ в залежності від діаметрів з'єднання

Діаметр з'єднання, мм	$Z_{зб}$, мкм
Від 30 до 80	10
Від 80 до 180	15
Від 180 до 400	20

Температуру нагріву треба підбирати так, щоб це не викликало структурних змін в матеріалах деталей, тобто не перевищувало припустимого значення $[t]$.

Для сталей $[t] = 230 \dots 240^\circ \text{C}$, для бронзи $[t] = 150 \dots 200^\circ \text{C}$.

Температура охолодження охоплюємої деталі (вала)

$$t = 20 - \frac{N_{max} + Z_{зб}}{d \cdot 10^6 \cdot \alpha} \quad (6.11)$$

6.3 Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з теоретичними відомостями про посадки з натягом та з порядком їх вибору.

2 Згідно з вихідними даними (див. таблицю 6.9), користуючись п. 6.3, вибрати по таблицям [13] потрібну посадку з натягом для даного типу з'єднання.

Таблиця 6.9 - Вихідні дані для розрахунку з'єднання з натягом

Номер варіанта	Обертний момент M , Н·м	Розміри з'єднання, мм			Матеріал	
		довжина l	діаметр d	Діаметр ступиці d_2	Вал	Ступиця
1	540	60	50	85	Сталь 45	Сталь 40
2	400	55	40	75	Сталь 40	СЧ 15
3	420	60	54	82	Сталь 35	Сталь 20
4	450	65	60	95	Сталь 40	Сталь 25
5	600	80	70	120	Сталь 45	Сталь 20
6	500	75	70	125	Сталь 40	СЧ 18
7	520	70	55	90	Сталь 20	Сталь 20
8	550	60	60	110	Сталь 45	Сталь 40
9	320	55	45	80	Сталь 40	СЧ 15
10	570	100	80	150	Сталь 40	Сталь 35
11	380	50	48	75	Сталь 40	Сталь 35
12	480	65	60	110	Сталь 35	СЧ 15
13	520	70	40	70	Сталь 45	Сталь 40
14	400	75	60	110	Сталь 40	СЧ 15
15	520	65	74	130	Сталь 35	Сталь 20
16	650	85	90	175	Сталь 40	Сталь 25
17	600	100	80	140	Сталь 45	Сталь 20
18	300	75	70	125	Сталь 40	СЧ 18
19	620	70	65	110	Сталь 20	Сталь 20
20	550	60	80	150	Сталь 45	Сталь 40
21	220	55	45	80	Сталь 40	СЧ 15
22	670	100	85	150	Сталь 40	Сталь 35
23	480	80	88	155	Сталь 40	Сталь 35
24	440	96	85	155	Сталь 45	Сталь 40
25	450	65	45	80	Сталь 40	СЧ 15
26	520	60	54	82	Сталь 35	Сталь 20
27	365	65	55	90	Сталь 40	Сталь 25
28	500	80	70	120	Сталь 45	Сталь 20

29	580	75	75	130	Сталь 40	СЧ 18
30	420	70	55	90	Сталь 40	Сталь 20

Точність виготовлення вала та ступиці взяти для всіх варіантів за восьмим квалітетом.

4 Розрахувати середній контактний тиск у з'єднанні.

5 Визначити деформації деталей.

6 Розрахувати поправки на змінання мікронерівностей.

7 Визначити поправку на температурну деформацію.

8 Розрахувати мінімальний натяг, що потрібен для гарантованої передачі обертового моменту.

9 Розрахунок максимального натягу, який допускається міцністю охоплюючої деталі (колеса, ступиці, та ін).

10 Вибрати посадку з натягом.

11 Для обраної посадки з натягом розрахувати зусилля запресовування або температуру нагріву (охолодження) деталі. Обґрунтувати обраний спосіб запресовування посадки.

12 Зробити висновки з виконаної роботи.

6.4 Зміст звіту

1 Найменування і мета роботи.

2 Основні теоретичні відомості про посадки з натягом та галузь їх використання.

3 Розрахунки посадки з натягом згідно з індивідуальним завданням.

4 Висновки з виконаної роботи.

6.5 Контрольні питання

1 Галузь використання посадок з натягом, їх позитивні та негативні характеристики.

2 Схеми розподілу навантажень у посадках з натягом.

3 Які параметри впливають на зменшення натягу у з'єднанні, що треба робити для запобігання повернення колеса відносно вала?

4 Порядок розрахунку посадки з натягом.

7 Лабораторна робота 7

Складання карти кріпильних робіт механізму ПТМ

Мета роботи: ознайомлення з роботами, що виконуються при технічному обслуговуванні ПТМ; складання карти кріпильних робіт для одного із механізмів ПТМ.

7.1 Теоретичні відомості

Якість технічного обслуговування являється одним із головних факторів безаварійної роботи ПТМ, а також впливає на об'єм ремонтних робіт, тривалість перестояю їх у неробочому стані, витрату запасних частин та матеріалів.

Своєчасне та старанне виконання робіт з технічного обслуговування ПТМ дає можливість реально оцінювати технічний стан машини в цілому та правильно розробити план робіт для запобігання аварійних та позапланових зупинок.

Основними роботами, що виконуються при проведенні технічного обслуговування ПТМ, є зовнішній догляд, кріпильні, контрольні-регулювальні, змащувальні та сезонні роботи, а також технічна діагностика машин.

Необхідність виконання кріпильних робіт при технічному обслуговуванні обумовлена тим, що під впливом вібрацій та робочих навантажень відбувається змінання робочих поверхонь різьби, з'являються залишкові деформації у стиках та кріпильних деталях, що викликає зменшення затягування болтових з'єднань та їх самовідгвинчування.

Мета кріпильних робіт - зберегти стабільність попереднього затягування болтового з'єднання. Це досягається шляхом огляду, підтягнення послаблених з'єднань та встановлення нових кріпильних деталей замість втрачених або зламаних у процесі експлуатації. Дуже велике затягування болтового з'єднання негативно впливає на його стан (зривання різьби або виникнення додаткового напруження у з'єднанні). Тому підтягувати треба тільки послаблені з'єднання.

Черговість кріпильних робіт встановлюється з урахуванням відповідальності з'єднань та імовірності їх послаблення в процесі експлуатації. Систематичної перевірки потребують з'єднання, від яких залежить безпечність роботи ПТМ (з'єднання рульових тяг та гальмів), а також з'єднання, що забезпечують

міцність (кріплення двигуна, редуктора, стиків металоконструкції, й ін.) та щільність (місця розніму корпусних деталей, з'єднання паливо -, мастило -, та повітряпідводів).

Кріпильні роботи проводяться систематично за спеціальними технологічними картами, до складу яких входять карта кріпильних робіт (таблиця 7.1) та технологічна схема, де вказуються місця підтягування з'єднань.

Таблиця 7.1 - Вигляд карти кріпильних робіт

Номер точки	Елемент механізму	Діаметр та крок різьби, мм	Розмір під ключ, мм	Періодичність підтягування	Кількість болтів (гайок), шт.
1					
2					
...					
<i>n</i>					

При виконанні кріпильних робіт треба враховувати, що всі болтові з'єднання, на які діють динамічні навантаження, повинні мати запобіжні пристрої від самовідгвинчування.

7.2 Лабораторне обладнання

- 1 Механізм ПТМ (лабораторний стенд, діюча модель або реальний механізм).
- 2 Лінійка.
- 3 Штангенциркуль.

7.3 Порядок виконання роботи

- 1 Ознайомитися з призначення та правилами проведення кріпильних робіт механізмів ПТМ.
- 2 Згідно з індивідуальним завданням розробити схему одного із механізмів ПТМ, вказавши позиціями точки підтягування болтових з'єднань.
- 3 Заповнити карту кріпильних робіт.
- 4 Зробити висновки з виконаної роботи.

7.4 Зміст звіту

- 1 Найменування і мета роботи.
- 2 Основні теоретичні відомості про правила проведення технічного обслуговування ПТМ.
- 3 Кінематична схема механізму (згідно з індивідуальним завданням) з позначенням точок підтягування болтових з'єднань.
- 4 Карта кріпильних робіт для даного механізму ПТМ (див. табл.. 7.1).
- 5 Висновки з виконаної роботи.

7.5 Контрольні питання

- 1 З якою метою проводиться технічне обслуговування ПТМ?
- 2 Основна мета кріпильних робіт.
- 3 Правила складання та зміст карти кріпильних робіт для механізмів ПТМ.
- 4 Від яких параметрів залежить періодичність проведення кріпильних робіт в ПТМ?

Література

- 1 Ивашков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1984. - 335 с.
- 2 Иванченко Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. - К.: Вища школа, 1978. - 576 с.
- 3 Спиваковский А.О. Транспортирующие машины / А.О.Спиваковский, В.К. Дьячков. - М.: Машиностроение, 1983. - 478 с.
- 4 Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. К.: Вища школа, 1988. - 424 с.
- 5 Гайдамака В.Ф. Грузоподъемные машины. - К.: Вища школа, 1989. - 328 с.
- 6 Справочник по кранам: В 2 т. / М.П.Александров, М.М.Гохберг, А.А.Ковин и др.; Под общ. ред. М.М.Гохберга. - Л.: Машиностроение, 1988. - Т.1. - 536 с.
- 7 Справочник по кранам: В 2 т. / М.П.Александров, М.М.Гохберг, А.А.Ковин и др.; Под общ. ред. М.М.Гохберга. - Л.: Машиностроение, 1988. - Т. 2. - 559 с.
- 8 Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов/ М.П.Александров, Л.Н.Колобов, Н.А.Лобов и др. - М.: Машиностроение, 1986.
- 9 Расчеты крановых механизмов и их деталей. - М.: Машиностроение, 1971. - 370 с.
- 10 Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. - М.: Высшая школа, 1979. - 558 с.
- 11 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1975. - 431 с.
- 12 Дунаев П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование/ П.Ф.Дунаев, О.П.Леликов. - М.: Высш.школа, 1984. - 336 с.
- 13 Зенкин А.С. Допуски и посадки в машиностроении: Справочник/ А.С.Зенкин, И.В.Петко. - К.: Техника, 1990. - 320 с.
- 14 Сапожников М.Я. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов/ М.Я.Сапожников, Н.С.Дроздов. - М.: Стройиздат, 1970. - 487с.
- 15 Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів: ДНАОП 0.00-1.03-02: Затв. 20.02.2002 № 409/Держ. департамент з нагляду за охороною праці М-ва праці та соц. політики України. -Х.: Форт, 2002. - 416 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
„МОНТАЖ ТА РЕМОНТ ПТМ”
(для студентів спеціальності 7.090214)

Укладачі: Микола Юрійович Дорохов
Юрій Валентинович Полікарпов

Редактор Ірина Іванівна Дьякова

68/2004

Ризограф. друк.

Тираж 50 прим.

Підп. до друку

Ум. друк. арк.

Зам. №

Формат 60x84/16.

Обл.-вид. арк.

ДЦМА. 84313, м.Краматорськ, вул.Шкадінова, 72