

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ ДВНЗ ДОНЕЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з курсу “Експлуатація та обслуговування
машин”

(для студентів, що навчаються за напрямком підготовки “Інженерна механіка”).

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ ДВНЗ ДОНЕЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з курсу “Експлуатація та обслуговування
машин”

(для студентів, що навчаються за напрямком підготовки “Інженерна механіка”).

Розглянуто на засіданні кафедри
"Електромеханіки і автоматика"
протокол № 8 від 09.02.2011р.

Затверджено на засіданні
учбово-видавничої ради ДонНТУ
протокол № 2 від 21.03.2012р.

Красноармейск - 2012

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Експлуатація та обслуговування машин”/Укладач: Ганза А. І., - Красноармійск, КІІ ДВНЗ ДонНТУ, 2011.

В методичних вказівках приводяться лабораторні роботи, в яких висвітлюються питання, пов'язані з ремонтом, налагодженням та регулюванням деяких видів гірничошахтного обладнання.

Приведені відомості з методики експериментального виконання вказаних робіт

Укладач: Ганза А.І., ст. викл.

Рецензент: доц. каф. ГЗТЛ ДонНТУ, к.т.н. Хіценко М.В.

ЗМІСТ

ВСТУП І ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Тема: Перевірка зачеплення циліндричної зубчастої передачі.....	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. Тема: Центрування валів.....	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 Тема: Дефектація обмоток електродвигуна.....	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. Тема: Дефектація ізоляції кабелів.....	27
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. Тема: Вимірювання втрати перерізу металу канатів.....	33
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. Тема: Ультразвукова дефектоскопі (УД).....	38
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. Тема: Балансування роторів.....	43

ВСТУП Й ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

У процесі практичної діяльності гірничому інженерові-електромеханіку доводиться займатися ремонтом і монтажем усіляких видів гірничошахтного устаткування. Необхідні для цього теоретичні відомості й практичні навички й дає курс "Експлуатація та обслуговування машин", що викладається у восьмому семестрі. Крім лекцій у курсі передбачені лабораторні роботи, основною метою яких є одержання студентами необхідних професійних навичок по практичному виконанню робіт з монтажу й експлуатації машин.

На вступному занятті студенти прослуховують інструктаж з техніки безпеки при роботі в лабораторії. У випадку порушення правил техніки безпеки студент негайно відстороняється від занять.

Лабораторна робота виконується протягом одно- або двогодинного заняття. Студент зобов'язаний самостійно за допомогою методичних вказівок і літератури, що рекомендується, підготуватися до виконання лабораторної роботи. Для самоконтролю варто використати контрольні питання, наведені по кожній лабораторній роботі.

Перед початком заняття викладач опитує студентів з метою виявлення ступеня їхньої підготовленості до виконання даної роботи. Студенти, які не підготувались до заняття, до виконання роботи не допускаються.

Після закінчення роботи студенти повинні пред'явити викладачеві протокольні дані, у випадку затвердження цих даних студенти можуть приступити до оформлення звіту.

До чергового заняття студенти зобов'язані представити викладачеві письмовий звіт по попередній роботі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: Перевірка зачеплення циліндричної зубчастої передачі

Мета: Отримати уявлення про методи та засоби визначення правильності і точності збірки зубчастих коліс і навчитися встановлювати якість зачеплення шляхом вимірювання бокового зазору і плями контакту.

Загальні відомості

Зубчасті передачі наявні практично в усіх складальних одиницях гірничо-шахтного обладнання. Тому правильність збірки та регулювання зубчастого зчеплення суттєво впливає на надійність роботи та ефективність експлуатації машини.

У гірничих машинах застосовуються закриті зубчасті передачі - редуктори, які є вузлом заводської поставки, за якість виготовлення яких несе відповідальність постачальник-виробник.

Зубчасті передачі бувають із регульованим бічним зазором (конічні, а іноді й циліндричні) і з нерегульованим бічним зазором. При закріпленні редуктора на фундаменті або рамі машини може відбутися деформація його корпусу і як наслідок перекіс осей зубчастих коліс. Тому після зборки, а також монтажу виробляється ревізія й регулювання редукторів. При цьому перевіряють чистоту внутрішньої порожнини редуктора й підшипників, правильність зубчастого зачеплення., якостей ущільнюючих елементів. Необхідність перевірки й регулювання зачеплення виникає при ремонті редукторів силами ремонтних служб шахт або об'єднань і при профілактичних оглядах устаткування .

Значить, при перевірці зубчастого зачеплення головними її об'єктами є бічний зазор і пляма контакту. Коли ці показники не виходять за межі допуску, перевірку міжосьової відстані та перевірки циліндричних коліс можна не проводити.

Теоретичні положення

Боковий зазор необхідний для створення нормальних умов змащення, компенсації похибки виготовлення і монтажу, такої деформації передачі. При малих бічних зазорах відбувається заїдання, при великих - удари зубів.

Найбільш поширений спосіб визначення бічного зазору є дослідження свинцевих відбитків. Для цього на 2-3 зуба ведучого колеса одягаються свинцеві смужки шириною 3-5 мм, товщиною 0.5-1 мм (рис. 1.1) і пропускають смужки один раз через полюс зачеплення. Ці деформовані смужки називають свинцевими відбитками і по товщині їх, яку виміряють мікрометром в середній частині зуба, судять про бічний зазорі. На бічній поверхні зубів, де передавалось навантаження відбитки виходять тонше і їх називають робочими, а на протилежній - не робочими.



Рис. 1.1 Розташування свинцевої смужки на зубах колеса

На рис. 2 позначено:

$J_{пр}$ – товщина робочого відбитку;

$J_{пн}$ – товщина неробочого відбитку.

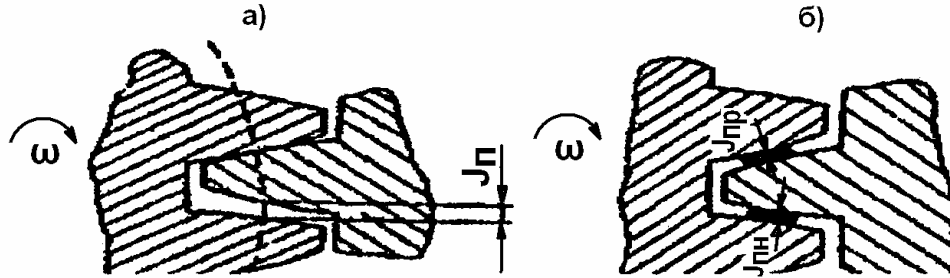


Рис 1 .2 Боковий зазор між зубами

Боковий зазор у зачепленні:

$$J_n = \gamma_{пр} + \gamma_{пн}; \quad \gamma_{н \min} \leq J_n \leq J_{н \max}$$

де $\gamma_{н \min}$ - гарантований бічний зазор;

$J_{н \max}$ - найбільш допустимий бічний зазор.

Для гірничих машин можна вважати допустимим:

$$J_{н \max} = \gamma_{н \min} * 1.5$$

Величини гарантованого бічного зазору $\gamma_{н \min}$ для різних видів сполучень встановлюються згідно ДСТ 1643-81 незалежно від ступеня точності зубчастих передач та їх комбінування та приведені у таблиці 1.1

Таблиця 1.1-

Величина гарантованого бічного зазору, мм

Вид сполучення	Міжосьова відстань, a_ω , мм					
	Від 80 до 125	Від 125 до 180	Від 180 до 250	Від 250 до 315	Від 315 до 400	Від 400 до 500
1	2	3	4	5	6	7
H	0	0	0	0	0	0
E	35	40	46	52	57	63
D	54	63	72	81	89	93
C	87	100	115	130	140	155
B	140	160	185	210	230	250
A	220	250	290	320	360	400

Згідно ДСТ 1643-87 встановлюється відхилення від паралельності вісі f_{xz} - відхилення від проекції робочих осей зубчастих коліс у передачах на площину, в якій лежить одна з осей і точка другої осі в середній частині площини передачі. Визначається у торцевій площині у лінійних одиницях на довжині, яка дорівнює ширині зубчастого вінця або ширині половини шеврону. Під середньою площиною передачі розуміється площина, що проходить через середину робочої ширини зубчастого вінця або, для шевронної передачі, через середину відстані між зовнішніми торцями, що обмежують робочу ширину половини шеврону.

Перекіс осей f_{yz} - відхилення від паралельності проекції робочих осей зубчастих коліс в передачі на площину, яка паралельна одній з осей і перпендикулярна площині, в якій лежить ця вісь і точка перетину другої осі з середньою площиною передачі. Визначається у торцевій площині в лінійних одиницях на довжині, що дорівнює ширині зубчастого вінця або ширині половини шеврону.

Для встановлення непаралельності та перекісу осей необхідно мати два відбитка: біля лівого і правого торця, як зображено на рис. 1.3 а

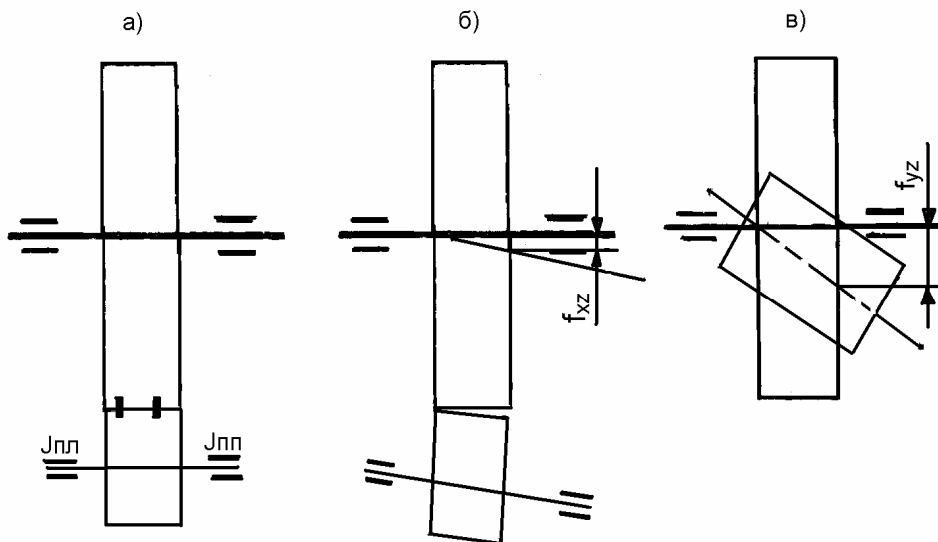


Рис. 1.3. До визначення відхилень від паралельності і перекосу осей

$$J_{пл} = J_{прл} + J_{пнл}$$

$$J_{пн} = J_{прп} + J_{пнп}$$

де $J_{пл}$, $J_{пн}$ - бічний зазор відповідно у лівого і правого торця колеса.

$J_{прл}$, $J_{прп}$ - товщина робочого відбитка відповідно у лівого і правого торця колеса.

$J_{пнл}$, $J_{пнп}$ - товщина неробочого відбитка біля лівого і правого торця колеса.

Непаралельності осей рис. 1.3 б

$$f_{xz} = |J_{пнл} - J_{пнп}| \leq f_x$$

де f_x - допуск паралельності осей.

$$f_{yz} = |J_{грл} - I_{грл}| \leq f_y$$

де f_y - допуск на перенесення осей.

Значення допусків паралельності та на перекіс осей наведені у таблиці 1.2

Таблиця 1.2-

Значення показників f_x та f_y , мкм

Ступінь точності	Показник	Модуль мм	Ширина зубчастого вінця або довжина контактної лінії, мм							
			до 40	від 40 до 100	від 100 до 160	від 160 до 250	від 250 до 400	від 400 до 630	від 630 до 1000	від 1000 до 1250
5	f_x	від 1 до 16	7	10	12	16	18	22	25	30
	f_y		4	5	6,3	8	9	11	12	16
6	f_x	від 1 до 16	9	12	16	20	25	28	32	40
	f_y		4,5	6,3	8	10	12	14	16	20
7	f_x	від 1 до 25	11	16	20	25	28	32	40	50
	f_y		5,6	8	10	12	14	16	20	25
8	f_x	від 1 до 40	18	25	32	40	45	56	-	-
	f_y		9	12	16	20	22	28	-	-
9	f_x	від 1 до 55	28	40	50	63	71	90	-	-
	f_y		14	20	25	30	36	45	-	-
10	f_x	від 1 до 55	45	63	80	100	112	140	-	-
	f_y		22	32	40	50	56	71	-	-

Згідно ДСТУ 1643-81 розрізняють два види плям контакту:

а) миттєва пляма контакту - частина активної бічної поверхні зуба колеса передачі, на якій розташовані сліди його прилягання до зубів шестерні, які покриті барвником, після повороту колеса зібраної передачі на повний оберт при легкому гальмуванні, що забезпечує безперервне контактування зубів обох коліс.

б) сумарна пляма контакту - частина активної поверхні зуба зубчастого колеса, на якому розташовані сліди, прилягання зубів парного зубчастого колеса у зібраній передачі після обертання під навантаженням, яке встановлене конструктивно.

Відносні розміри сумарного сумарної плями контакту визначають у відсотках: по довжині зуба – відношення відстані a між крайніми точками слідів прилягання за винятком розривів c , які перевищують величину модуля в мм, до довжини зуба b , тобто: $\frac{a - c}{b} \times 100\%$; по висоті зуба – відношення середньої

(по всій довжині зуба) висоти слідів прилягання h_m до висоти зуба, що відповідає активній бічній поверхні h_p , тобто $\frac{h_m}{h_p} \times 100\%$ (рис 1.4.а)

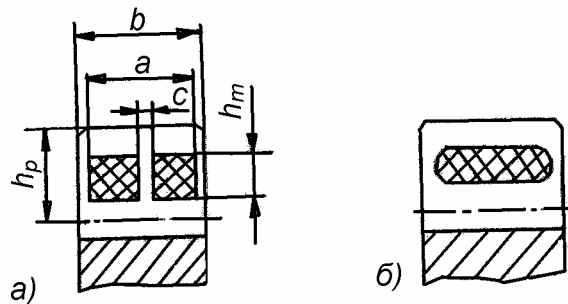


Рис.1.4 До визначення плями контакту

Для визначення щільності зачеплення за плямою контакту зуби шестерні (відомого колеса) покриваються олійною фарбою, розведеною у гасі. Після обертання колеса на останньому залишаються відбитки фарби, за розташуванням й величиною цих відбитків можна судити про пляму контакту. У вірно відрегульованому зачепленні пляма контакту повинна бути розташована у середній частині зуба, та мати форму овалу (рис.1.4 б) та характеризуватися визначеними розмірами, які указані у ДСТ 1643-81 (табл. 1.3)

Таблиця 1.3-

Норми контакту зубів у передачі (сумарна пляма контакту)

Ступінь точності	Відносні розміри сумарної плями контакту у відсотках	
	За висотою зубів (не менш)	За шириною зубів (не менш)
6	50	70
7	45	60
8	40	50
9	30	40
10	25	30

Для гірських машин приймають такі наведені розміри плями контактів:

$$n_{ш} \geq 0,4n_p; a \geq 0,5b$$

По розмірах і розташуванню плям контакту можна оцінювати якість зборки зубчастої передачі. Характерні види перекісу плям контакту наведені на мал. 1.5.

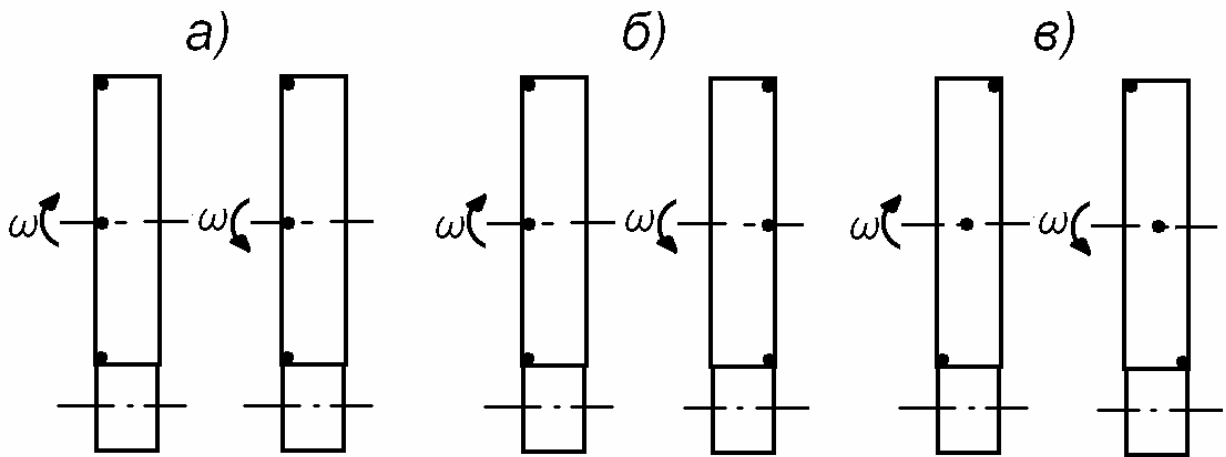


Рис. 1.5 Розташування плям контакту при характерних варіантах неякісної збірки зубчастих передач:

- а) - непаралельність осей;
- б) - перекіс осей;
- в) – торцеве биття зубчастого венця.

У випадку, якщо при вимірі бічного зазору або плями контакту установлено, що в зубчастій передачі є неприпустимі величини міжосьового перекісу, непаралельності або перекосу осей то, використовуючи дані вимірів, можна розрахувати необхідні величини перекісу або відхилення опор.

Стенд, прилади й устаткування

Лабораторна робота виконується на стенді, що представляє собою циліндроконічний триступінчастий редуктор без верхньої кришки.

Для виміру бічного зазору використовуються свинцеві смужки із прикріпленими до них відрізками мідного дроту. Вимір товщини відбитків виробляється мікрометром .

Пляма контакту зубів визначається за допомогою фарби.

Порядок виконання роботи

1. Погодити з викладачем зубчасті передачі для визначення зазорів і плями контакту,
2. Зробити виміри бічного зазору й показати дані вимірів викладачеві .
3. Зробити виміри плями контакту, показати дані вимірів викладачеві й ретельно очистити зуби коліс від фарби

Зміст звіту

1. Назва й ціль роботи.
2. Кінематична схема, редуктора із вказівкою передач, на яких здійснювався вимір зазорів і плями контакту.

3. Результати вимірів і розрахунку зазорів.
4. Результати розрахунків по визначенню непаралельності й перекоосу осей.
5. Результати вимірів і ескіз плями контакту.
6. Висновки про якість зачеплення.

Контрольні питання

1. Яка мета лабораторної роботи ?
2. Навіщо необхідний бічний зазор у зубчастій передачі ?
3. Напишіть вираження для визначення величини непаралельності й перекоосу осей за результатами виміру бічного зазору.
4. Графічно покажіть непаралельність і перекоос осей.
5. Які співвідношення розмірів плями контакту й зуба можна вважати припустимими?
6. Графічно покажіть розташування плям контакту при характерних варіантах неякісної зборки зубчастої передачі.

Список літератури

1. Шилов П.М. Технология производства и ремонт горных машин. – м.: Недра, 1971. - 384 с.
2. ГОСТ 1643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски. Введено 01.1981.
3. Кох П.Й, Производство, монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. - Киев: Вища школа , 1977. - 352 с.
4. Хрисанов М.И., Крылов А.С. Монтаж и наладка подъемно-транспортных машин. - М.: Машгиз , 1961. - 236 с .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: Центрування валів

Мета: вивчити методи перевірки і навчитися виробляти центрування валів.

Загальні відомості

Сполучені між собою машини працюють правильно, якщо пружні лінії їх валів є продовженням одна другої. Перевірку та виправлення співвісності валів обов'язково необхідно проводити у наступних випадках:

- при заміні редуктора чи двигуна, або вкладишів їх підшипників;
- при наявності вібрації підшипників, інтенсивного нагрівання підшипників, підвищеного зносу зубів зубчастих муфт та інших ознак ненормального центрування;
- при значному піддуванні підшви на підземних установках чи просіданні фундаменту.

Перед перевіркою центрування валів всі анкерні болти та болти, що кріплять підшипники цих валів до рам та постаментів, повинні бути затягнуті до відказу.

Оцінювати результати центрування валів можна щупами, лінійкою або індикаторами. Найбільш зручний спосіб центрування валів і застосуванням часових індикаторів.

Конструкція пристосування для центрування валів розбору з'єднувальних муфт показана на рис. 2.1.

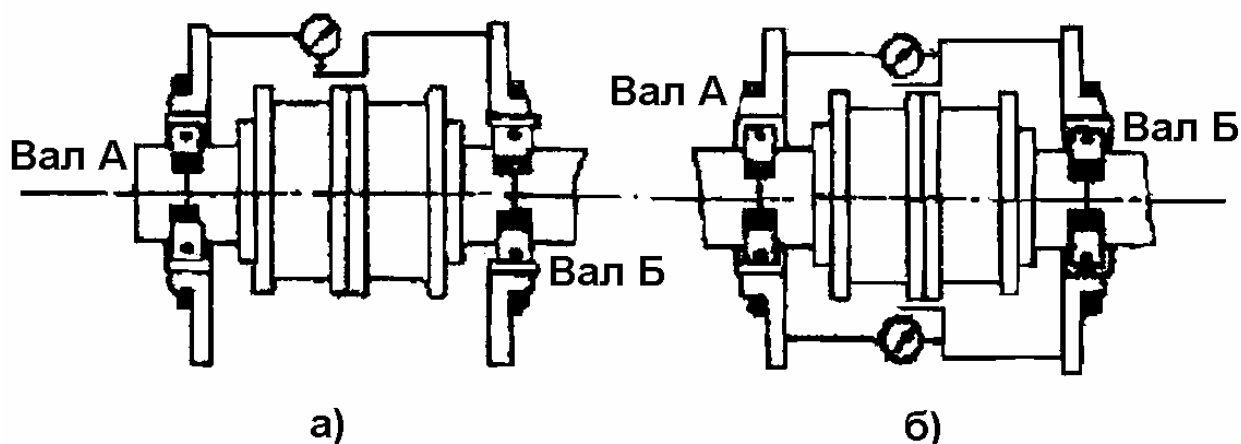


Рис.2.1. Установка центровочною пристосування з індикаторами:

а - при вимірюванні радіальних відхилень.

б - при вимірюванні осьових відхилень.

Це пристосування забезпечує достатню жорсткість кріплення, його можна встановити на валах, що центруються. Воно придатне для центрування валів з муфтами різних конструкцій і розмірів.

Теоретичні положення

Зсув вимірюють в горизонтальній і вертикальній площинах через вісь вала. Результатами вимірювань для зручності обробки записують в кругові діаграми центрування (Рис.2.2). Спочатку центрувальні пристосування встановлюються у вертикальній площині, і проводять вимірювання при такому положення валів. Потім вали спільно повертають і роблять виміри через кожні 90°, тобто при повороті від початкового положення на 90°, 180°, 270°. Після повороту на 360° проводять контрольні виміри. Критерієм правильності вимірювань є дотримання рівності.

$$a_b + a_H = a_{\Pi} + a_{Л};$$

$$b_b + b_H = b_{\Pi} + b_{Л};$$

Тобто сума зазорів по двох взаємно перпендикулярним діаметрам однако-ва.

Для оцінювання результатів центрування валів необхідно провести ряд обчислювань по приведеним нижче формулам. Формули складені для наступних умов центрування: індикатори закріплені на валу А, який прийнято за базу (рис. 2.1).

Результати вимірювань індикаторами записують зі знаком «-», а вивчають зі знаком «+». Результати вимірювань зсувів у горизонтальній площині заносять у кругову діаграму за виглядом від вала А до вала Б.

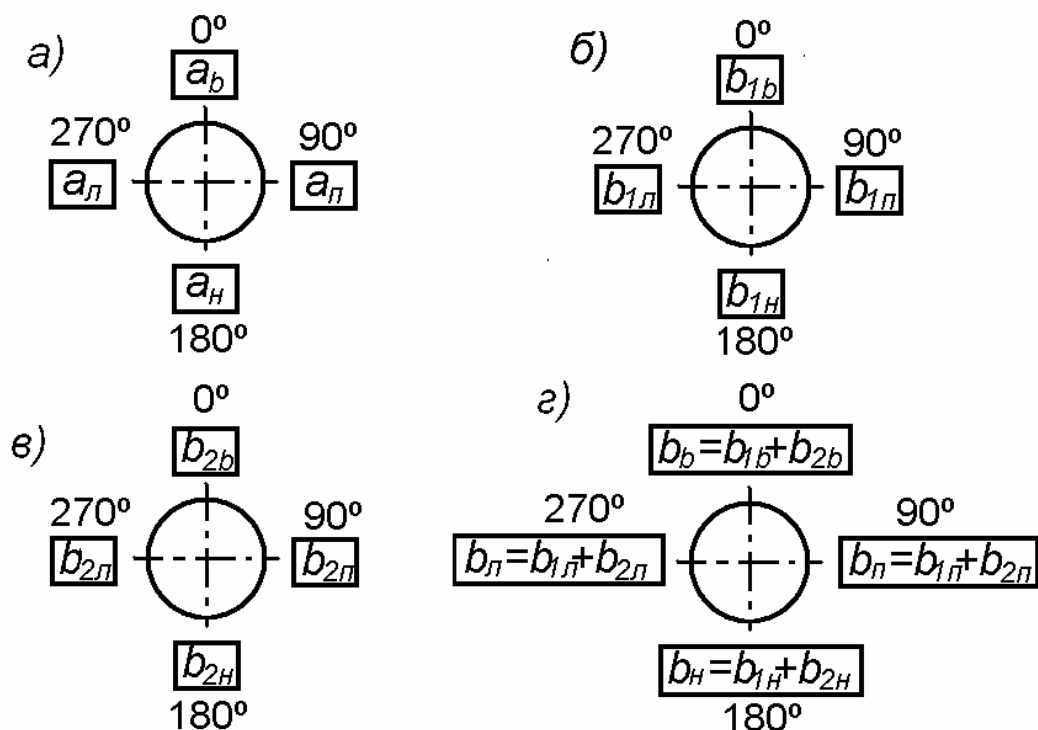


Рис.2.2. Кругова діаграма для запису результатів вимірів при вимірюванні кутових вимірів: а) радіальних; б) кутових на першому пристосуванні, в) кутових на другому пристосуванні, г) кутових сумарних пристосувань.

Радіальний зсув у вертикальній площині підраховують за формулою:

$$h_b = \frac{a_b + a_n}{2}$$

в горизонтальній площині

$$h_2 = \frac{a_n - a_n}{2}$$

Сумарне радіальне зміщення:

$$h = \sqrt{h_b^2 + h_2^2}$$

Тангенс кутів перенесення валу Б відносно валу А підраховують у вертикальній площині за формулою:

$$\operatorname{tg}\beta_b = \frac{b_b - b_n}{2D}$$

У горизонтальній площині:

$$\operatorname{tg}\beta_2 = \frac{b_n + b_n}{2D}$$

Тангенс сумарного кута перекосу:

$$\operatorname{tg}\beta = \sqrt{\operatorname{tg}^2\beta_b + \operatorname{tg}^2\beta_2}$$

де a_b, a_n, a_n, a_n – результати вимірювань радіальних зсувів, відповідно при верхньому, нижньому, правому та лівому положеннях центрального пристосування;

b_b, b_n, b_n, b_n – сумарні результати вимірювань зсуву при верхньому, нижньому, правому та лівому положенні центрального пристосування;

D – діаметр, на якому вимірявся перекус.

Отримані абсолютні величини найбільшого радіального зсуву валів і найбільший тангенс кута перенесення порівнюють з допустимими.

Необхідні вимірювання підшипників валу, що центрується, роблять на підставі вимірів осьових і радіальних зазорів індикаторами.

Величини переміщень і напрямів визначаються за формулами:

а) для першого підшипника (найближчий до муфти):

в вертикальній площині

$$y_1 = n_b + l_1 \operatorname{tg} \beta_b$$

у горизонтальній площині

$$x_1 < n > l_1 \operatorname{tg} \beta_2$$

б) для другого підшипника:

у вертикальній площині

$$y_2 = n_b + l_2 \operatorname{tg} \beta_b$$

у горизонтальній площині

$$x_2 = u_2 + l_2 \operatorname{tg} \beta_2$$

де l_1, l_2 - відстані між площиною роз'єднання муфти, та площинами що проходять через середини першого і другого підшипників, мм.

Позитивні значення y_1, y_2, x_1, x_2 говорять про те, що підшипники вала необхідно обернути вгору та вправо, а негативні - вниз і вліво.

Допустимі зсуви валів.

Зубчасті муфти, що випускають згідно ДСТ 5006-55, допускають за своїми геометричними розмірами перекус осі втулки відносно осі обойми до $0^\circ 30'$. Це означає, що при відсутності радіального зсуву найбільший кут перекошу осей валів може бути:

$$\beta_{\max} = 10 (\operatorname{tg} \beta_{\max} = 0.0175)$$

Можливі максимальні зсуви валів h_{\max} за відсутністю перекошу наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1-

Допустиме радіальне незпівпадіння валів для зубчастих муфт

Номер муф-ти	Радіальний зсув, мм	Номер муф-ти	Радіальний зсув, мм	Номер муф-ти	Радіальний зсув, мм
2	1,1	7	2,6	12	4,8
3	1,2	8	3,1	13	5,2
4	1,7	9	3,2	14	5,7
5	2,0	10	3,6	15	6,7
6	2,2	11	3,9	16	7,0

При наявності фактичного кута перекошу β можливий радіальний зсув валів $h_{\text{вoз}}$ визначають по формулі:

$$h = h \frac{\beta_{\max} - \beta}{\beta_{\max}}$$

Я показує досвід, при максимальних відхиленнях умови роботи муфт значно погіршуються, внаслідок чого збільшуються знос зубів та ущільнень, з'являється вібрація підшипників та муфти.

Рекомендується при центрівці тихохідних валів ($n \leq 100$ об/хв) допускати сумарний перекис валів не більше 2 мм/м ($\text{tg}\beta_{\text{доп}}=0,002$); а радіальний зсув у чотири рази менше значень, приведених у табл. 2.1

При центрівці швидкохідних валів ($n > 100$ об/хв) сумарний перекис валів повинен бути не більше 1 мм/м ($\text{tg}\beta_{\text{доп}} = 0,001$), а радіальні зсуви повинні бути в вісім разів менше значень, приведених у таблиці 2.1

Зсуви, що допускаються, для пружинних муфт приймаються такими ж, як і для зубчастих муфт відповідних розмірів .

Для пружних пальцевих муфт зсуву варто приймати у два рази менше в порівнянні із зубчастими муфтами відповідних розмірів.

Стенд, прилади й устаткування

1. Співвісні машини, з'єднані муфтою.
2. Пристосування для застосування годинникових індикаторів.
3. Годинникові індикатори.

Порядок виконання роботи

1. Замірити радіальні зсуви валів.
2. Замірити аксіальні осьові зазори між напівмуфтами .
3. Результати вимірів занести у формуляр (див.рис.2.2).
4. Зробити розрахунки по формулах.
5. Отримані величини найбільшого радіального зсуву валів і найбільшого кута тангенса перекоосу зрівняти із припустимими.
6. Визначити величини й напрямки переміщень опор вала по формулах.

Зміст звіту

У звіті необхідно привести:

1. Назва й ціль роботи.
2. Схему установки.
3. Формуляр розрахунку
4. Розрахунки найбільшого радіального зсуву валів і найбільшого тангенса кута переносу.
5. Розрахунок величини переміщення опор.
6. Виводи по роботі.
- 7.

Контрольні питання

1. Коли необхідно контролювати центрування валів?
2. Якими методами вимірюють зсуви валів?
3. Із чим рівняється максимальний радіальний зсув валів і найбільший тангенс кута перекосу?
4. Як усувається ненормальне центрування валів?

Список літератури

1. Руководство по ревизии , наладке и испытанию шахтных гъекных установок . - М.: Недра, 1970 .- 512 с.
2. Шахтные вентиляторы (монтаж, наладка и эксплуатация). Колиш Ш.И. , Луцык И.А , Курченко Е.М. и др. – Харьков: Техніка, 1972 .- 292 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: Дефектація обмоток електродвигуна

Мета: вивчити методи визначення пошкоджень в обмотках статора, навчитися визначати окремі види пошкоджень і маркування виводів трьохфазних обмоток.

Загальні відомості

Сучасні масштаби й темпи розвитку гірничодобувної промисловості в умовах науково-технічної революції неможливі без подальшого впровадження й поширення електропривода . Зростаюча потреба в електричних машинах може бути задоволена тільки при чітко організованому ремонті діючого парку електричних машин. Варто також мати на увазі, що при ремонті можливо поліпшити показники й змінити параметри електричних машин відповідно до вимог конкретних установок. Досвід експлуатації електричних машин свідчить про те, що найбільш уразливою частиною їх є обмотки, на частку яких доводиться понад 70% віх трудовитрат з ремонту . Виявлення характеру й місця дефектів в електричній обмотці є найпоширенішим видом роботи .

З літературних джерел і практики відомо багато найрізноманітніших способів виявлення дефектів в обмотках машин. Досить досконалыми й досить універсальними пристроями для перевірок обмоток електричних машин є апарати СМ-1 і ЕЛ-1 . Ними користуються для виявлення виткових замикань і обривів в обмотках електричних машин, знаходження паза з короткозамкненими витками. Крім того,, перевірку наявності короткозамкнених витків можна з успіхом здійснювати за допомогою іспитового електромагніта й сталевий пластинки . Обриви й поганий контакт в обмотках, їхнє замикання на корпус виявляється за допомогою мегомметра (найпоширенішим є мегомметр М 1101). Окремі види ушкоджень можна виявити методом амперметра й вольтметра.

Теоретичні положення

Ушкодження у обмотках електричних машин, способи й засоби їх визначення

1 Короткі замикання

Можливі наступні замикання: між витками однієї котушки, котушками або котушковим групами однієї фази, між котушками різних фаз. Основною ознакою, по якому можна знайти замикання у обмотках перемінного струму, є нагрів короткозамкненого контуру. Для виявлення слід обмацати обмотку після її відключення від мережі.

Фазу, що має замикання, можна знайти за споживаному струму з мережі. При з'єднанні обмотки зіркою (рис. 3.1, а) в фазі, що має замикання, струм амперметра А3 буде більше, ніж в інших фазах. При включенні в трикутник (рис. 3.1, б) струми в двох фазах мережі, до яких приєднана дефективна фаза будуть більше, ніж у третій фазі (амперметр А2).

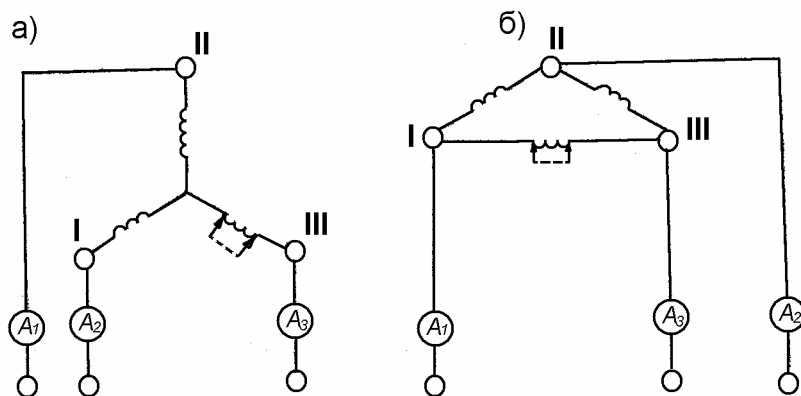


Рис. 3.1 До встановлення замикання фаз

Фазу, що має замикання, можна також визначити за її опором постійному струму, вимірюваного містком або за методом амперметра і вольтметра. Менший опір матиме фаза з замиканням.

Якщо ж немає можливості роз'єднати фази, то роблять виміри трьох міжфазних опорів. У випадку з'єднання фаз зіркою (мал. 3.1, а) найбільшу величину опору буде мати міжфазовий опір, обмірюваний на кінцях фаз, що не мають замикань. Два інших опори будуть рівні між собою й будуть менше першого. У випадку з'єднання фаз трикутником (мал. 3.1, б) найменший опір буде при вимірі на кінцях фази, що має замикання. Два інших виміри дадуть більшу величину опору, причому обое вони будуть однаковими.

Котушкові групи або котушки, що мають замикання, можуть бути знайдені при живленні змінним струмом всієї обмотки або тільки дефектної фази, по нагріванню або по величині спадання напруги на їхніх кінцях. Котушкові групи або котушки, що мають замикання, будуть сильніше нагріті й мати менше спадання напруги (при вимірі напруги зручно користуватися гострими щупами, які проколюють ізоляцію). У цьому випадку, як і вище, дефектні котушки можна знайти по величині опору постійному струму.

Визначити дефектацію обмотки або секцію можна за допомогою апаратів СМ-1, СМ-2, ЕЛ-1.

Контроль здійснюється порівнянням двох однакових обмоток. Зазначені апарати мають електронно-променеву трубку 4 з екраном 2 (рис 3.2) і пристосування для виявлення паза з короткозамкненими витками. Початки порівнюваних котушок 5 і 6 приєднуються до затискачів апарата 1 і 3. "Вых, имп," кінці до затискача 7. "Сигн. явл." Хвиля імпульсної напруги посиляється із затискачів 1 і 3 на котушки через синхронний перемикач то в одному, то в іншому напрямку. На екрані спостерігаються криві напруги, що по черзі падає то на одну, то на другу обмотку. Форма кривих визначається індуктивним і ємнісним опором ко-

тушок. Якщо в обох котушок опори однакові, то криві накладаються одна на одну, на екрані можна бачити одну криву. При наявності дефектів в обмотці на екрані з'являються дві криві.

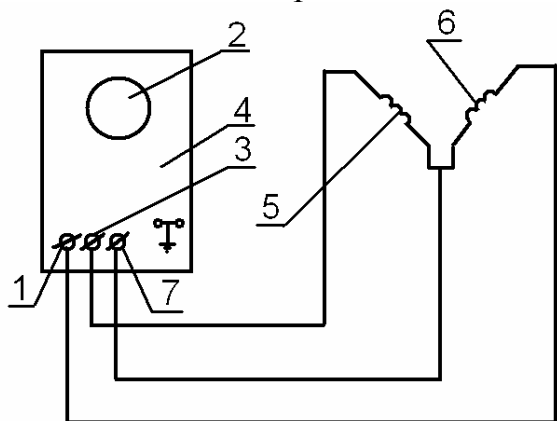


Рис. 3.2 Схема іспитів обмоток на апаратах СМ та ЕЛ

Для виявлення пазів, у яких знаходяться короткозамкнені витки обмотки, використовується спеціальне пристосування, що складається із двох скріплених між собою П-образних електромагнітів обмотками на 100 і 2000 витків. Котушку нерухомого електромагніта (100 витків) приєднують до затискачів "Вых. имп." апарата, а котушку рухливого електромагніта (2000 витків) - до затискачів "Сигн. явл.", при цьому середня ручка повинна, бути поставлена в крайнє ліве положення "Робота із пристосуванням". При перестановці обох електромагнітів пристосування з паза на паз по розточенню статора на екрані електронно-променевої трубки будуть спостерігатися:

- пряма або крива лінія з малими амплітудами, що буде свідчити про відсутність у пазу короткозамкнених витків;

- дві криві лінії з більшими амплітудами, вивернутими по відношенню друг до друга, що вказує на наявність у пазу короткозамкнених витків.

По цих кривих і знаходять паз із короткозамкненими витками обмотки статора.

Установити наявність в обмотці статора короткозамкнених витків можна за допомогою іспитового електромагніта й сталевій пластинки (мал. 3.2). Електромагніт П-образної форми, з колінками, пристосованими для прикладання до внутрішнього розточення статора, живиться напругою 127 і 220 В промислової частоти.

Електромагніт від руки щільно притискається до магнітного остову статора. При цьому магнітний потік магніту замикається через залізо випробуваного об'єкта, так, що система перетворюється в трансформатор, у якому обмотка іспитового електромагніта відіграє роль первинної обмотки, а обмотка статора, розташована між колінками магніту - роль вторинної обмотки, у якій індукуються ЕДС. Якщо в охоплених магнітним потоком секціях обмотки короткозамкнених витків немає, то в них струму не буде. Якщо ж у якому-небудь пазу виявиться короткозамкнена секція, то по ній потече великий струм, навколо ж створюється сильний магнітний потік, під впливом якого пластинка притягнеться до зубців паза. Обійшовши електромагнітом і пластинкою всі пази статора або якоря, можна точно встановити місцезнаходження короткозамкненої секції.

2. Замикання обмоток на корпус.

Дефектну секцію можна знайти:

методом «прожигання»,

методом розподілення на частини за допомогою мегомметра;

за допомогою випробувального електромагніту;

методом постійного струму;

магнітною стрілкою.

У всіх випадках фази обмотки, замкнену на корпус, необхідно визначити мегомметром після роз'єднання або розпайки фаз.

Суть методу "прожигання" складається а тим, що один кінець фази приєднують до полюса мережі, а другий полюс – до корпусу через запобіжник. Пройдення струму через місце замикання на корпус викличе появу диму. Напряга поступово підвищується до повного пробоя.

Розподіл на частини полягає в тому, що мегомметром визначають фазу, що має замикання на корпус, ділять її навпіл розпаюванням міжкотушкових з'єднань, а потім знову мегомметром визначають частину обмотки, що має з'єднання з корпусом. Подібний розподіл продовжують доти, поки не буде знайдені дефектна котушкова група або котушка .

Визначення паза, де відбувся пробій головної ізоляції на корпус, за допомогою випробувального електромагніта й сталеві пластинки (рис. 3.3), здійснюється в наступній послідовності:

– з'єднується один з кінців дефектної фази з корпусом і утвориться, таким чином, короткозамкнений контур через корпус;

– приставляється електромагніт до внутрішнього розточення статора ближче до виводу, що приєднаний до корпусу, тоді в замкнутому контурі буде індуктуватися струм, і навколо тих пазів, де лежать секції замкнутого контуру, замкнуть магнітні поля;

– притискаючи по черзі сталеву пластинку до тих пазів, де лежать секції даної фази, виявляємо до яких пазів пластинка притягається, а де пластинка перестане притягатися, тобто виявляємо границю протікання індуктованого струму в обмотці даної фази. Ця границя й вказує дефектну секцію. Замість іспитового електромагніта можна застосувати акумуляторну батарею, через яку з'єднати з корпусом той же вивід обмотки, у замкнутому контурі потече струм, але вже не в результаті індукції, а від батареї . Сталева пластинка покаже дефектну секцію.

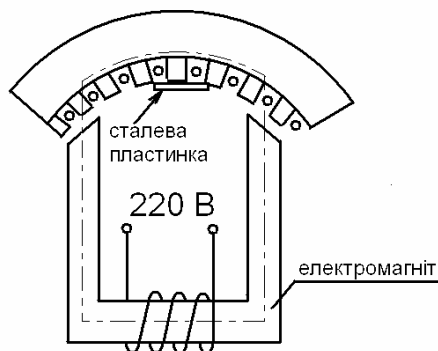


Рис. 3.3 Схема пошуку короткозамкненої секції обмотки статора за допомогою випробувального електромагніта та сталеві пластинки

Суть методу постійного струму (рис 3.4) в тому, що обидва кінці фази, яка має замикання на корпус, з'єднує між собою та до них приєднують один з затискачів від мережі постійного струму. Інший затискач джерела струму приєднують до корпусу. У ланцюг включається реостат.

Напрямки струмів у двох частинах обмотки, яка розмежена точками замикання, будуть протилежні. Якщо почергово торкатися двома дротами, приєднаними до мілівольтметра, кінців кожної котушкової групи, то стрілка прибору буде весь час відхилятися в одному напрямку, до тих пір, поки кінці прибору не пройдуть кінців котушкової групи, яка замкнена на корпус. В останньому випадку відхилення стрілки зміниться на зворотнє. На кінцях дефектної групи напрямок відхилення стрілки прибору буде залежити від того, до якого кінця ближче знаходиться місце замикання на корпус. Величина падіння напруги на кінцях котушечної групи, яка замкнена на корпус, буде менше, ніж у інших котушок, якщо замикання на корпус не знаходиться поблизу кінців цієї котушки. Для знаходження дефектної котушки поступають аналогічно.

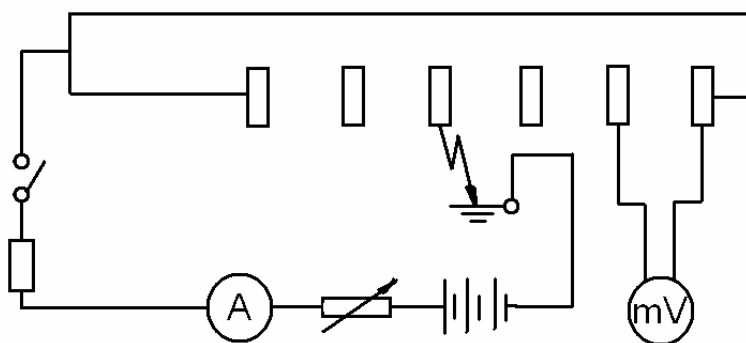


Рис. 3.4 Схема для визначення з'єднання обмотки з корпусом методом постійного струму

Місце замикання за допомогою магнітної стрілки можна визначити, переміщаючи її уздовж пазу. Як тільки стрілка пройде біля місця замикання, вона поміняє свій напрямок відхилення на протилежне.

3. Обриви обмоток

Факт обриву обмотки виявляється при «прозвонюванні» її ланцюга, якщо обмотка трифазна, то дефектна фаза виявляється шляхом прозвонювання, або кожної фази окремо (для випадку з'єднання фаз трикутником) або шляхом прозвонювання попарно всіх фаз (для випадку з'єднання фаз зіркою).

Дефектну реакцію можна також визначити за допомогою мегомметра та голки.

У машинах переміщення струму моторні обмотки позначають буквою З початок фаз – С1, С2, С3; кінці фаз - С4, С5, С6. Висновок «О» - висновок від нульової точки. Якщо при підключенні двома одна з фаз обмотки «перегорнуто», тобто кінець і початок фази поміняється місцями, то при виключенні двох погано розгортаються, видає сильний гул. Струми у всіх трьох фазах різні і перевищують номінальне значення.

Маркування висновків трифазних обмоток найпростіше перевірити за допомогою амперметра і вольтметра постійного струму. За допомогою мегомметра або контрольної лампи визначаються висновки фаз і довільно маркують, беручи одну з фаз за першу. На ній навішують бирки -1.4; на другій фазі - -2.5; на третій - 3.6.

Джерело постійного струму підключають і висновком першої обмотки: на додачу до початку фази, мінус до кінця. До висновків двох фаз по черзі вольтметр постійного струму. Якщо при замиканні ланцюга стрілка вольтметра відхиляється вправо, то початок фази приєднують до затискача мінус вольтметра.

Дефектну секцію усередині фази можна виявити шляхом поступового розбирання переходів між котушками й секціями, як і у випадку замикання на корпус, з тією лише різницею, що після кожного розбирання виробляється "прозвонювання" не на корпус, а на цілісність ланцюга усередині обмотки.

Дефектну секцію можна також визначити за допомогою мегомметра й голки. Один затискач мегомметра приєднується до початку дефектної фази, а до другого виводу приєднується провідник з голкою на кінці. Цією голкою проколюється ізоляція на переходах між секціями. Починаючи від початку випробуваної фази й щоразу виробляється перевірка цілісності ланцюга з міді обмотки. Дефектна секція виявиться по першому переході, у якому зник ланцюг.

4. Визначення виводів трифазних обмоток

Виводи обмоток електричних машин позначають відповідно до ДЕРЖС-ТАНДАРТ 183-74.

У машинах перемінного струму статорні обмотки позначають буквою С. Початку фаз С1, С2, С3. Кінці фаз - С4, С5, С6. Вивід "0" - вивід від нульової точки.

Виводи роторів, позначають буквою Р: Р1 - початок першої; Р2 - початок другої; Р3 - початок третьої фази. Нульова точка позначається 0.

Якщо при підключенні двигуна одна з фаз обмотки "перевернена", тобто кінець і початок фази помінялися місцями, то при включенні двигун погано розвертається, видає сильний гул, струми у всіх трьох фазах різні й перевищують номінальне значення.

Маркування виводів трифазних обмоток найпростіше перевірити за допомогою акумулятора й вольтметра постійного струму (мал.3.5). За допомогою мегомметра або контрольної лампи визначають виводи фаз - довільно маркують, приймаючи одну з фаз за першу. На ній навішують тимчасові бирки 1,4; на другій фазі - 2,5 ; на третій - 3,6 .

Джерело постійного струму підключають до виводів першої фази (мал. 3.5,а): плюс до початку фази, мінус до кінця. До виводів двох фаз по черзі приєднують вольтметр постійного струму. Якщо при замиканні ланцюга стрілка вольтметра відхиляється вправо, то початок фази приєднаний до затискача; "мінус" вольтметра.

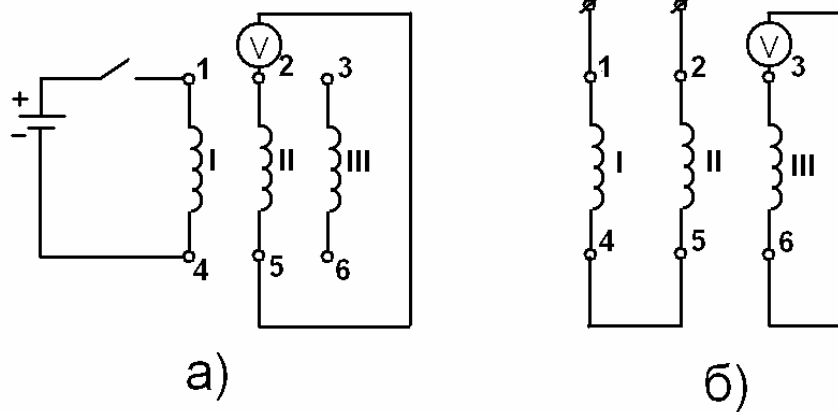


Рис. 3.5 До маркування виводів трьохфазних обмоток

Маркування також можна перевірити за допомогою мережі змінного струму зниженої напруги. При цьому після визначення своїх виводів дві довільні фази з'єднують послідовно й підключають до мережі (мал. 3.5,б) До третьої фази підключають вольтметр змінного струму або лампу. Шляхом перемикання виводів другої фази до кінця першої підбирають таке з'єднання, коли напруга в третій фазі відсутня, тобто; з'єднані кінці фаз. Приєднуючи до першої фази третю, а вольтметр до другого, аналогічним образом маркують третю фазу.

Стенд, прилади й устаткування

Дефектовці піддається обмотка статора машини змінного струму.

Для виконання роботи видаються випробувальний електромагніт, пластинка, мегомметр, акумулятор, вольтметри, сигнальні лампочки.

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача або у лаборанта мегомметр, іспитовий електромагніт.
2. За допомогою іспитового електромагніта на зазначеній викладачем машині виявити фазу, у якій є міжвіткове замикання й пази, у яких перебувають короткозамкнені витки. Запросити викладача й показати йому дефектну фазу й паз.
3. Визначити фазу і паз, де є замикання на корпус.
4. Відшукати фазу з обривом.
5. На зазначеному викладачем статорі визначити виводи обмоток.

Зміст звіту

1. Опис і необхідні ескізи по визначенню паза з короткозамкненим витком.
2. Опис і необхідні ескізи до визначення пробою на корпус.
3. Опис визначення фази.

4. Опис та необхідні ескізи до визначення виводів трифазних обмоток.

Контрольні питання

1. Перелічите основні дефекти обмоток електричних машин
2. Перелічите методи визначення коротких замикань в обмотках
3. Який принцип дії апаратів типу СМ і ЕЛ? Які види ушкоджень обмоток електричних машин можна виявити за допомогою цих апаратів?
4. Які дефекти обмотки можна виявити за допомогою іспитового електромагніта й сталеві пластинки?
5. Принцип методики виявлення дефектів за допомогою іспитового електромагніта.
6. Чи можна разом з іспитовим електромагнітом застосовувати мідну пластинку для відшукування міжвіткового замикання?
7. Як позначається статорні й роторні обмотки?
8. У чому суть методу визначення виводів обмоток за допомогою акумулятора й вольтметра?
9. На якому принципі заснований метод визначення виводів обмоток за допомогою мережі змінного струму?

Список літератури

1. Перельмутер Н.М. Электромонтер - обмотчик и изолировщик по ремонту электрических машин . - М.: Высш. школа , 1980 .-220с
2. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин .- Л.: Энергия , 1975 .- 296 с.
3. Кокорев А.С. Электрослесарь по ремонту электрических машин В.: Высшая школа , 1979 .- 224 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема: Дефектація ізоляції кабелів

Мета роботи: Вивчення методів визначення характеру і місця ушкодження силових кабелів.

Загальні відомості

Надзвичайне різноманіття прокладення силових кабелів в умовах виробництва та великі коливання перехідного опору місця пробою ізоляції викликали до життя велику кількість методів дефектації, тобто визначення міста дефекту по довжині кабелю.

Усі методи можна розбити на 3 групи:

1) метод електричних мостів; 2) метод індукції; 3) метод відбиття імпульсів.

Теоретичні положення

Мостові методи засновані на тому, що вимірюючи опір ланцюга струму до місця дефектів і потім, знаючи матеріал і переріз кабелю, на основі формули Ома можна перерахувати цей опір на довжину кабелю. Такі мости є різновидами моста Уїтстона, схеми їх відомі під назвою петлі Муррея, та петлі Варлея, за допомогою яких визначається місце короткого замикання між жилами та пробою ізоляції між жилою та свинцевою оболонкою. Мости дають задовільні результати за умовою, що перехідний опір буде перерахований в довжину жили, що визначає велику неточність метода у цьому випадку.

Для визначення місця обриву жили кабелю використовується ємнісний міст Соті та на основі отриманої в результаті обміреної ємності розраховують відстань до місця дефекту.

Промисловістю випускається кабельний міст типу КМ, за допомогою якого можна проводити всі перераховані вимірювання, тобто міст можна переключати на петлю Муррея, і на петлю Варлея та на ємнісний міст Соті.

Індукційний метод відрізняється більш точним результатом. Принцип цього методу полягає в тому, що при живленні ланцюга аварійної жили і справної струмом високої частоти, навколо кабелю до місця дефекту створюється витік магнітного потоку. Пройшовши по трасі кабелю з приймальною котушкою, ми можемо, будь-яким способом виміряти наявність індукційного ЕДС з використанням візуальної або оптичної індукції.

Цим методом можна визначити глибину залягання кабелю, його трасу, а також місця заземлення, замикання і обриву жил кабелів. Промисловістю випускає для нормальних умов апарат ФЛ-3, КІ-4П, а для шахт – типу ПІК-3.

Імпульсний метод заснований на тому ж принципі, що і робота локатора для визначення відстані до літака в повітрі, кораблів у морі, і т.д., тобто відбиття імпульсу від неоднорідностей, що зустрічаються на його шляху.

На електронно-променевої трубі фіксується імпульс відправленого сигналу в жилу кабелю, і імпульс відбитого до променевої трубки сигналу. Очевидно, відстань між обома імпульсами в трубі в якомусь масштабі відображає подвійну відстань від початку кабелю до дефекту, від якого відбився імпульс. Встановлено, що швидкість розповсюдження електричного імпульсу по жилі броньованого кабелю складає $160 \pm 1,6$ км/с. На основі цього принципу випускається комбінований прибор типу ІКЛ-5 для дефектації кабельних та повітряних ліній. Якщо кабель прокладений на великій глибині або довжина кабелю чи повітряної лінії дуже велика, то застосування ІКЛ є єдиним способом визначення місця пошкодження.

Стенд, прилади й устаткування

1. Міст постійного току-типу УМВ.
2. Комплект КІ-4 П.
3. Відрізок кабелю 5...10 м для дефектації його мостом.
4. Мегомметр для визначення ушкодженої жили.

Порядок виконання роботи

1. У кабелі створюється штучне ушкодження між жилами, обрив жили або пробій ізоляції між однією жилою й свинцевою оболонкою (виконується викладачем).

2. За допомогою мегомметра необхідно визначити характер ушкодження й виявити дефектні жили, що можливо шляхом "прозвонювання" всіх жил кабелю між собою й на бронь або свинцеву оболонку.

3. Ознайомитися з конструкцією й схемою мосту постійного струму УМВ, що дозволяє робити кабельні виміри за схемою Варлея й за схемою Муррея.

4. Усвідомити, у яких випадках і до яких клем підключаються ушкоджені жили кабелю, яка напруга батареї необхідно в кожному випадку. Схема й опис роботи із приладом наведені на внутрішній стороні його кришки.

5. Визначення місця замикання жили кабелю на землю (або на іншу жилу).

5.1. Приєднати кабель до мосту за схемою Муррея (рис 4.1), для чого: а) батарею приєднати до затискачів "Б"; б) землю приєднати до затискача "З"; в) кінці жил кабелю приєднаєте до затискачів "Х"; г) з'єднати між собою на протилежному кінці ушкоджену й справну жилу; д) рукоятку перемикача поставити в положення "ПМ"; е) ручку курбелі плечей відносин поставити в одне з положень М 1000, М 100 або М 10 залежно від опору вимірюваної ділянки (у нашому випадку положення М 100).

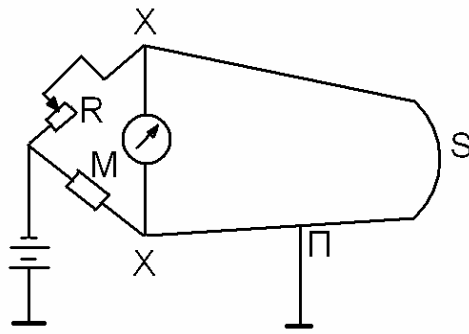


Рис.4.1 Схема Муррея: S - місце з'єднання на віддаленому кінці кабелю; П - місце пошкодження кабелю; R - опору порівняльного плеча; M - опір плечей відношень

5.2. Включити ключ гальванометра в положення "Грубо" і за допомогою ручок порівняльного плеча зрівноважити міст, після чого відключити ключ "Грубо" та натиснути ключ "Точно" і остаточно зрівноважити міст.

5.3. Опір до місця ушкодження кабелю визначається за формулою:

$$r_x = \frac{Mr}{M + R},$$

де r - повний опір кабелю (петля XSPX), Ом;

R – опір порівняльного плеча при врівноваженості схеми Муррея, Ом;

M – відрахунки по кривій плечей відношень:

M 1000, M 100, M 10, рівні відповідно 1000Ом, 100Ом, 10Ом.

Якщо опір r_x та r розділити на питомий опір та площу перерізу жил кабелю, то для визначення відстані від моста до місця ушкодження можна отримати формулу:

$$L_x = \frac{M}{M + R} \cdot 2L,$$

де L - довжина всієї ділянки дефектного кабелю, м.

5.4. Поміняти місцями кінці кабелю, що приєднані до моста й снова провести вимірювання згідно п 5.2. При цьому отримаємо нову відстань між мостом і місцем ушкодження жили кабелю за формулою:

$$L_y = \frac{M_1}{M_1 + R_1} \cdot 2L$$

де M_1 та R_1 – нові данні другого вимірювання.

5.5. Сума L_x та L_y повинна дорівнювати подвійній довжині всього кабелю, тобто:

$$L_x + L_y = 2L$$

Якщо ця сума помітно відрізняється від подвійної довжини всього кабелю, то це значить, що вимір зроблений неправильно й що варто перевірити надійність контактів у схемі й повторити вимірювання.

6. Ознайомитися із пристроєм і застосуванням приладу КІ-4П, що призначений для визначення місця ушкодження, траси й глибини залягання кабелів з неметалевою або металевою оболонками в умовах високих рівнів промислових перешкод.

6.1. У комплект КІ-4П входять; генератор, приймальний пристрій і шукач.

Живлення генератора здійснюється від зовнішніх джерел: мережі змінного струму напругою 220 У, джерела постійного струму напругою 12 В.

Живлення приймального пристрою здійснюється від внутрішнього джерела постійного струму напругою 9 В, що складається із двох батарей типу "3336 У" .

6.2. Принцип дії.

Принцип дії комплекту заснований на визначенні змін напруженості електромагнітного поля, створюваного перемінним струмом, що протікає через кабель від спеціального генератора, підключеного до однієї з його жил і землі або до оболонки й землі. Наявність ушкодження в кабелі супроводжується зменшенням напруженості електромагнітного поля за місцем ушкодження. Напруженість поля також зменшується при відхиленні убік від траси кабелю або при зміні глибини його залягання. Тому при переміщенні уздовж траси кабелю, настроєної на частоту сигналу феррїтової антени, величина ЕДС у ній буде залежати від глибини залягання кабелю, наявності ушкодження, а також від ступеня відхилення антени від траси кабелю, напруга сигналу від антени підсилюється підсилювачем і подається на стрілочний індикатор для об'єктивного контролю й вимірів, а також на телефонний капсуль для суб'єктивної оцінки рівня сигналу

7. Підготовка до роботи КІ-4П

7.1. При живленні від електромережі підключити генератор до блоку живлення БП і заземлити корпусну клему. Для включення живлення нажати кнопку "СЕТЬ", при цьому повинна горіти неонові лампочка на лицьовій панелі генератора.

7.2. Для контролю напруги живлення генератора варто нажати кнопку "КОНТР.ПИТ". При нарузі, достатній для нормальної роботи генератора, стрілка індикатора повинна перебувати в межах червоного сектора шкали.

7.3. З'єднати шнуром гнізда генератора "КОНТР.ПР.-КА" і гнізда для підключення шукача КІ-4П, розміщених на бічній стінці прийомного пристрою. Нажати другу кнопку перемикача "УСИЛЕНИЕ" і кнопку "ТРАССА" прийомного пристрою КІ-4ПП і потенціометром "ЧАСТОТА" домогтися максимального відхилення стрілки індикатора КІ-4ПП. Потенціометром "КАЛІБР " установити стрілку індикатора на відмітку "▼". При цьому в електромагнітному телефоні повинен прослуховуватися з достатньою гучністю тональний переривчастий сигнал (частотою 975 Гц).

8. Визначення місця ушкодження кабелю.

8.1. Підключити комплекс КІ-4П к кабелю відповідно до мал. 4.2. Провести узгодження виводу генератора з вихідним опором кабелю. Для цього, натискаючи кнопку перемикача "5,20...2000", домогтися максимального відхилення стрілки індикатора.

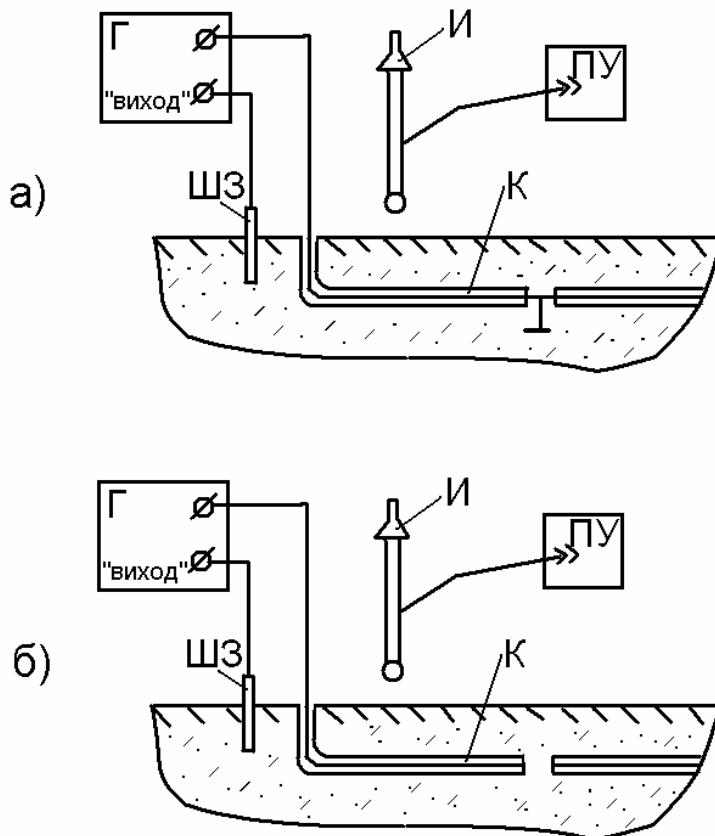


Рис 4.2 Визначення місця ушкодження кабелю прибором КІ-4П: повного заземлення (а) та обриву (б).

Г – генератор КІ-4ПГ; ПУ – приймальний пристрій КІ-4ПІ; И – шукач КІ-4ПІ; ШЗ – штир заземлення;

При перевантаженні індикатора необхідно потенціометром "КОНТР. СО-ГЛАСОВ" установити стрілку індикатора в червоному секторі його шкали. Після узгодження, притримуючи натиснутою обрану кнопку, нажати й зафіксувати кнопку "РОБОТА".

8.2. Необхідно відійти на відстань не менш 10 м від місця підключення генератора, розташувати антену шукача перпендикулярно напрямку залягання кабелю на відстані 5-10 см від поверхні. Нажати кнопку "ТРАСА" на КІ-4ПІ. Включити прийомний пристрій і збільшити його чутливість перемикачем "УСИЛЕНИЕ" доти, поки в електромагнітному телефоні не будуть прослуховуватися сигнали від генератора. Потім чутливість прийомного пристрою відрегулювати так, щоб стрілка його індикатора перебувала в середній частині шкали .

Орієнтуючи магнітну антену в горизонтальній площині, домогтися максимуму показань. При перевантаженні індикатора необхідно встановити його стрілку регулятором "КАЛИБР " на відмітку "▼".

Переміщаючись уздовж траси, необхідно зберігати той напрямок переміщення, при якому сигнал в електромагнітному телефоні й відхилення стрілки індикатора будуть максимальними. Максимум гучності буде відповідати розташуванню прийомної антени безпосередньо над кабелем.

Місце заземлення або обрив визначається по значному зменшенню показань стрілочного індикатора й зниженню гучності акустичного сигналу.

Зміст звіту

У звіті необхідно вказати наступне:

1. Назва й ціль роботи.
2. Можливі способи дефектації кабелів.
3. Визначення місця заземлення жили за допомогою мосту постійного струму за схемою Муррея, розрахункові формули, схему підключення.
4. Визначення місця ушкодження кабелю за допомогою приладу КІ-4П, схему його підключення.
5. Виводи по роботі.

Контрольні питання

1. Якими методами можна визначити місце ушкодження кабелю?
2. Дайте коротку характеристику методів визначення місця ушкодження силових кабелів.
3. Як виглядає схема Муррея.
4. Від чого залежить точність виміру при використанні методу електричних мостів?

Список літератури

1. М.В. Хомяков Профилактические испытания высоковольтного оборудования. - М.: ГЭИ, 1957.
2. Инструкция МЭС СССР по эксплуатации кабельных линий. -М.: ГЭИ, 1959

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: Вимірювання втрати перерізу металу канатів.

Мета роботи: ознайомлення зі способами виміру втрати перерізу за допомогою апарату ПСК-3 та отримання практичних навичок роботи з ним.

Загальні відомості

У загальному комплексі технологічного процесу важлива роль належить шахтному підйому, який забезпечує видачу на поверхню корисну копалину, спуск та підймання людей, матеріалів та обладнання. Канати, що з'єднує підйомні сосуди з органами навивки, є найвідповіднішою частиною підйомної установки. Від якості виготовлення канатів та правильної їх експлуатації залежить безперебійна та безаварійна робота шатного підйому.

Згідно ПБ перша перевірка провадиться через шість місяців з дня навішування канату. Потім щомісячно, а після появи відносної витрати перерізу близько 15% - кожні 2 тижня. Канат вважається непридатним для подальшої експлуатації, якщо вимірювач показав наявність, на будь-якій його ділянці втрату перетину 17,5%. Визначення відносної втрати перерізу металу сталевих канатів з органічним сердечником від корозії і механічного зносу безпосередньо на підйомній установці в процесі їх експлуатації можна здійснювати за допомогою апарату ИИСК-3.

Опис конструкції вимірювача

Технічна характеристика

Вимірювач стійко працює в інтервалі температур від -10° до $+45^{\circ}\text{C}$, відносній вологості повітря не більш 80% та висоті над рівнем моря до 1000 м.

Основні параметри

Виконання:

- апарату вимірювання – захищене;
- датчика індуктивного – відкрите.

Абсолютна вимірювання погрішність вимірювання, % - 2;

маса, кг:

- апарату вимірювання 9;
- датчика індуктивного – 16.

Діапазон діаметрів сталевих канатів:

- від 25 до 35 мм;
- від 35 до 45 мм;
- від 45 до 62 мм.

Напруга живлення, В – 220.

Допустима зміна напруги живлення – від 0,85 до 1,1 номінального значення.

Допустиме відхилення частоти мережі – від 49,75 до 50,25.

Габаритні розміри, мм:

- апарату вимірювання АІ-3 – 295x220-225;
- датчика індуктивного ДІ-3 – 270x160x300.

В залежності від діаметрів сталевих канатів вимірювач виготовляється трьох типорозмірів:

- П 98А – для діаметрів від 25 до 35 мм;
- П 98Б – для діаметрів від 35 до 45 мм;
- П 98В – для діаметрів від 45 до 62 мм.

Принцип дії

В основу виміру втрати перерізу металу сталевого канату покладено індуктивний метод, тобто вимір індуктивності датчика в залежності від перерізу каната.

У плече вимірювального моста послідовно з індуктивним датчиком вмикається магазин ємностей тобто створюється послідовний резонансний контур. В плесо еталонного моста ввімкнено послідовний резонансний контур, який складається з дроселя та конденсатора. Послідовно з контуром вмикається активний опір, необхідний для вирівнювання добротності вимірювального та еталонного мостів. Еталонний міст балансується на заводі, а вимірювальний – безпосередньо під час вимірювань на незношеній дільниці канату.

При проходженні через індуктивний датчик каната зі зменшеним перерізом відбувається розбаланс вимірювального моста, напруга розбалансу через підсилювач надходить на міліамперметр, електронне сигнальне реле та на вихід апарату вимірювання для підключення до самописця.

Опис конструкції

Вимірювач представляє собою апарат, що складається з таких виробів:

- апарату вимірювань АІ-3;
- датчика індуктивного ДІ-3;
- скриньки пакувального П98ЯЩ.

Апарат вимірювання. На передній панелі розташовані:

- сигнальна лампа контролю напруги на вимірювач;
- ручка установки чутливості підсилювача "Чувтвित.";
- ручки магазину ємностей, що включаються у вимірювальний міст "С";
- тумблер "Калибровка";
- потенціометр установки порога спрацьовування сигналізації – "Сигнал";
- ручка балансування мосту "Баланс";
- сигнальна лампа небезпечної втрати перерізу;
- індикатор втрати перерізу (міліамперметр).

На задній частині апарату вимірювання розміщені:

- роз'єм для підключення індуктивного датчика;
- запобіжник ;
- гніздо для підключення самописця;

- роз'єм для підключення напруги мережі.

Індуктивний датчик складається із двох котушок, розташованих на сердечниках із трансформаторної сталі. Сердечники закінчуються сталевими башмаками. Обидві половини датчика скріплюються за допомогою затискачів і притискаються до каната пружинами. Котушки встановлені так, що при послідовному з'єднанні їхні магнітні потоки замикаються через канат в одному напрямку. Індуктивність послідовно з'єднаних котушок за інших рівних умов залежить від поперечного перерізу металу каната. Датчик кріпиться за допомогою тросика, що просмикується через ролик підвісу.

Монтаж

Монтаж вимірювача полягає в установці датчика на канаті, підключенні провoda від датчика до апарата, підключенні апарата вимірювання до мережі 220 В и самописця до апарата вимірювання.

Датчик повинен встановлюватися від сталевих мас на відстані не менш 700 мм. Для збірки датчика на канаті необхідно розімкнути ручку й розвести важелі убік на 90°. Після цього виробляється зборка обох половин таким чином, щоб напрямні однієї половини ввійшли в отвори інший, а контактні клеми на котушках були з однієї сторони. Потім важелі повертаються у вхідне положення й замикаються ручкою. Клеми котушок, позначені буквою "П", з'єднуються перемичкою, до двох інших клем приєднується провід від апарата вимірювання.

Тумблер і ручки встановлюються в наступні положення:

- тумблер "СЕТЬ" - у нижнє;
- ручку "Чувствительность" - у положення 1-2;
- ручки декадних магазинів ємностей - у положення 0-1.

Підготовка приладу до роботи, настроювання й перевірка

Апарат вимірювання встановити на рівній поверхні. Підключити до нього провід приєднання індуктивного датчика. Установити перемичку на клеми "П" датчика. Провід живлення включити в мережу. Ручку "Чувствительность" установити в нульове положення. Тумблер "СЕТЬ" перевести у верхнє положення, при цьому повинна засвітитися сигнальна лампочка. Прогріти апарат протягом 5 хвилин

Ручку "Чувствит." повернути за напрямком годинникової стрілки, поки стрілка приладу встановиться в середній частині шкали. Ручками магазину ємностей і ручкою "Баланс моста" домогтися мінімального відхилення стрілки вказівного приладу від нульової відмітки шкали. Ручкою "Чувствит." знову перевести стрілку вимірювального приладу в другу половину шкали. Ручками магазину ємностей і "Баланс моста" знову домогтися мінімального відхилення стрілки від нульової відмітки. Вищевказане повторювати доти, поки при установці ручки "Чувствит." до упору не буде отримане мінімальне відхилення стрілки.

Ручку "Чувствит." установити на нульову відмітку, тумблер "Калібрування" перевести в положення, що відповідає діаметру вимірюваного каната й, не

відпускаючи його, ручкою "Чувствит." стрілку вказівного приладу встановити на червону відмітку шкали. При відпусканні тумблера "Калибровка" стрілка вказівного приладу повинна встановитися в межах сектора нульової відмітки. Вимірювач готовий до роботи.

Перевірка лампи "Сигнал" здійснюється в такий спосіб. Ручкою "Баланс моста" установити стрілку на червону відмітку. При цьому лампа "Сигнал" повинна засвітитися, а при незначному відводі стрілки ручкою "Чувствит." уліво від червоної риси й при натиснутій ручці тумблера в положення "Сигнал" лампа повинна гаснути. Якщо цього не відбувається, то за допомогою потенціометра "Сигнал" установити поріг спрацьовування реле.

Методика застосування приладу в промислових умовах

1. Вимір втрати перерізу канатів на барабанних підйомних машинах

З каната видалити всі кінці обірваних дротів, шматки затверділого змащувального матеріалу. Індуктивний датчик збирається у витків тертя й закріплюється за допомогою тросика, при цьому підйомна посудина повинна перебувати в крайнім нижньому положенні. Виконується настроювання вимірювача. Вимірювання втрати перерізу виробляється при швидкості руху каната до 1,5 м/с при підйомі посудини в крайнє верхнє положення. На канаті відзначається місце, до якого була зроблена перевірка. Вимірник переноситься на нульову площадку й при перекритому стволі проводиться збірка датчика. Перевіряється частина канату, що залишилася.

2. Вимірювання втрати перерізу металу канатів на машинах зі шківками тертя

Датчик встановлюється на еталонному відрізку каната довжиною 5,5 м, залишеному при навішенні й установленому в будинку підйомної установки на спеціальному стенді, що забезпечує його натяг зусиллям не менш 5 кН. Виконується настроювання вимірювача. Потім датчик переноситься на канат, при незмінному положенні ручок апарата й виконуються виміри.

Стенд, прилади й устаткування

Стенд являє собою металеву конструкцію, що складається з горизонтальної плити й вертикальних стійок, на яких закріплений канат. Конструкція вузлів кріплення дозволяє застосовувати канати різних діаметрів. Вимірювані канати мають різний ступінь зношування по довжині. Для вимірювання втрати перерізу каната по його довжині використовується апарат ПСК-3.

Порядок виконання роботи

1. Виконується збірка датчика індуктивного на канаті в зазначеному викладачем місці.

2. Виконується настроювання вимірювача.

3. У зазначеному викладачем місці вимірюється відносна втрата перерізу металу каната,

4. Після затвердження викладачем даних вимірювань схема розбирається, вимірювач приводиться у вихідне положення.

Зміст звіту

1. Назва й ціль роботи.
2. Опис конструкції апарата
3. Порядок підготовки приладу до роботи
4. Опис застосування апарата в шахтних умовах.
5. Схема стенда.
6. Порядок виконання роботи.
7. Результати вимірювань втрати перерізу каната і їхній аналіз.

Контрольні питання

1. Призначення апарата ПСК -3.
2. Склад апарата ПСК-3.
3. Принцип дії апарата ПСК-3.
4. Порядок підготовки приладу до роботи.
5. Методика застосування ПСК-3 для вимірювання втрати перерізу канатів на барабанних підйомних машинах.
6. Що покладено в основу вимірювання втрати перерізу металу сталевго каната?
7. Яким тумблером можна виключити сигнальну лампу?
8. Як замикаються через канат магнітні потоки котушок індуктивного датчика?
9. Яка мінімальне відстань індуктивного датчика від сталевих мас?
10. При яким значенні втрати перерізу каната він вважається непридатним до експлуатації?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: Ультразвукова дефектоскопія (УД).

Мета роботи: ознайомлення зі способами контролю прихованих дефектів у деталях. Вивчення принципу дії, пристрою дефектоскопа ДУК66ПМ і засвоєння методики його застосування.

Загальні відомості

У процесі виготовлення й експлуатації в деталях і вузлах машин можуть утворюватися різні дефекти типу тріщин, раковин і т.п. Ці дефекти можуть привести до серйозних аварій машин, припиненню технологічних процесів. Оскільки приховані дефекти не можна виявити зовнішнім оглядом, то в процесі експлуатації гірничошахтного обладнання потрібна дефектоскопія відповідальних деталей.

Необхідність дефектоскопії виникає також і при ремонті, оскільки для правильної оцінки придатності деталі до повторного використання недостатньо тільки збереження її геометричних розмірів. Аналіз поломок гірничих машин показує, що в багатьох випадках вони відбуваються внаслідок повторного використання деталей, що мали втомні тріщини, надриви та інші дефекти.

Теоретичні положення

Методи дефектоскопії

Для виявлення в деталях прихованих дефектів відомо застосування декількох методів.

Ультразвуковий метод дефектоскопії заснований на тому, що високочастотні звукові хвилі в однорідних твердих тілах, особливо в металах, розповсюджуються направлено та без істотного затухання, а на межі метал-повітря майже повністю відбиваються. Ультразвуком можна виявити дефекти на відстань від декількох мм до 10 м.

Магнітоакустичний метод заснований на слабкому намагнічуванні виробу. Якщо в деталі є дефекти, то вплив магнітного поля по довжині деталі буде неоднаковим. Тому при переміщенні біля деталі котушки приймального контуру буде змінюватися ЕДС, що можна сприймати на слух за допомогою навушників.

Рентгенівський метод заснований на поглинанні рентгенівських променів різними хімічними елементами різною мірою зокрема повітрям, вони поглинаються значно менше ніж металом. Тому рентгенівські промені, пройшовши через деталь, яка містить раковини, виявляться нерівномірними. На ділянці раковини екран буде світитися більш яскраво. Метод вимагає значних напруг і дає лише приблизні вказівки про дефекти у виробі.

Відомо два методи гамма - дефектності: фотографічний і іонізаційний. Перший метод більш розповсюджено. Використовуються ізотопи радіоактивних елементів. Дефектоскоп працює за принципом рентгенівської дефектоскопії. Апарат закріплено на штативі з можливістю рухатися у будь-якому напрямку та керується дистанційно. В апараті розташовано свицевий контейнер з радіоактивним препаратом. Суттєвим недоліком метода є складність обладнання та безпека.

При люмінесцентній дефектоскопії деталі занурюють у розчин масла з гасом, потім промивають у воді чи бензині, просушують під вентилятором, обпилюють білою пудрою та оглядають під ультрафіолетовими променями (наприклад, від кварцової лампи). Деталі набувають темно-фіолетового коліру, а дефектні місця, завдяки розчину масла з гасом, який витягається магnezієвою пудрою на поверхню, ярко світяться.

Проба гасом ґрунтується на здатності його проникати у найдрібніші тріщини. Тому у місці, яке визиває підозру, деталь ретельно очищується від бруду та рясно змащується гасом, витримується 10-20 хв., після чого поверхня виробу витирається насухо та на неї наноситься тонкий шар крейди, розведеної у спирті. Останній швидко випаровується та на поверхні, що вкрита шаром крейди можна побачити всю тріщину.

Дефектоскопія приладом ДУК-66ПМ.

Призначення та технічні данні дефектоскопу

Дефектоскоп ультразвуковий імпульсний призначений для виявлення внутрішніх дефектів (розшарувань, тріщин, раковин, та інших.). Для їх визначення у зварювальних швах, заготовлях і готових виробих з металів і деяких пластмас, а також для визначення товщини виробу при односторонньому доступі до них.

ТЕХНІЧНІ ДАНІ

Максимальна глибина (для сталі Ст 45) – не менше 2500 мм.

Максимальна межа визначення відстані за допомогою глибиновимірювального пристрою – не менш 1140 мм.

Межа допустимої погрішності вимірювання товщини виробів (сталь Ст. 45) не більш $\pm (0,03N_x + 2\text{мм})$, починаючи з 20 мм (N_x – величина, що визначається у мм).

Робочі частоти контролю: 0,6; 1,25; 2,5; 5,0; 10,0 МГц.

Чутливість дефектоскопу при роботі з головками пошуковими забезпечує виявлення відбивача у відповідності з таблицею 6.1.

Час встановлення робочого режиму дефектоскопу – не більш 15 хв з моменту вмикання.

Живлення дефектоскопу – 220/127В \pm 10%, 50 Гц.

Габарити 260x170x435 мм.

Маса 9,5 кг

Таблиця 6.1-

Діаметр та глибина залягання отворів, що виявляються за допомогою пошукових головок

Тип головки	Ближній видбивач		Дальній видбивач	
	Діаметр отвору, мм	Глибина залягання, мм	Діаметр отвору, мм	Глибина залягання, мм
Головка пошукова 0,6МГц	8,0	50	8,0	50
Головка пошукова 1,25МГц	3,2	15	3,2	180
Головка пошукова 5МГц	1,2	8	1,2	70
Головка пошукова 2,5МГц	1,6	15	1,6	180
Головка пошукова 10МГц	1,2	5	1,2	20

Устрій та принцип роботи

Робота дефектоскопа заснована на властивості ультразвукових коливань (УЗК) відбиваються від внутрішніх дефектів у матеріалі.

Структурна схема дефектоскопа представлена на рис. 6.1

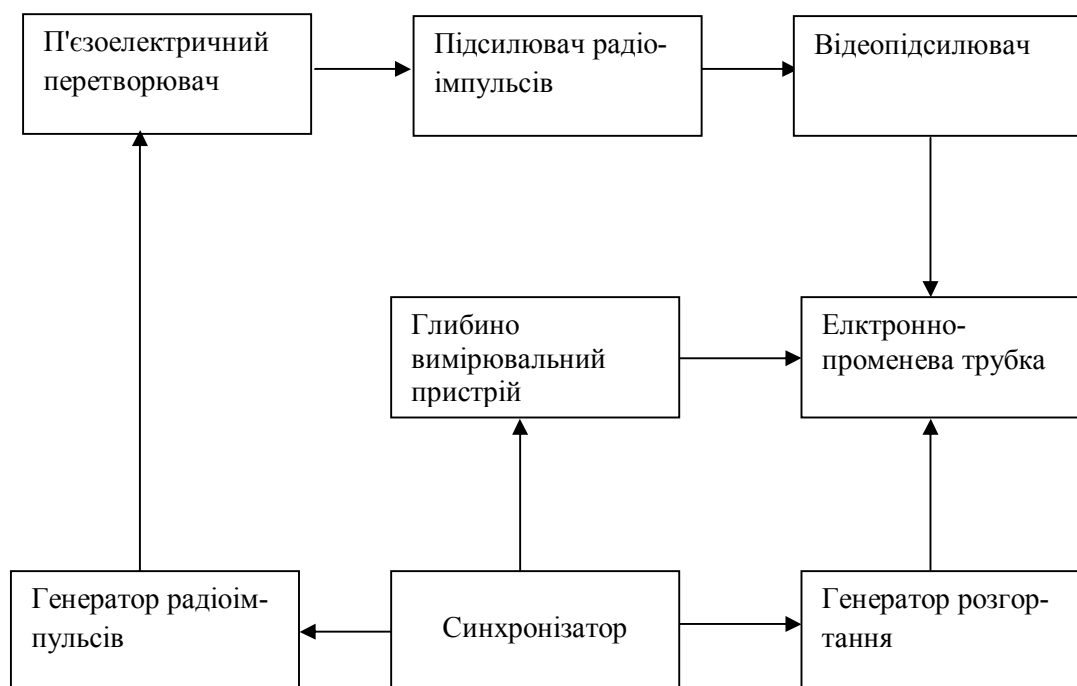


Рис. 6.1 Структурна схема дефектоскопу

Генератор радіоімпульсів виробляє короткий радіоімпульс, який подається на п'єзоелемент головки пошукової. У голівці відбувається перетворення елект-

роколивань в механічні ультразвукові. Імпульс УЗК, відбитий від протилежної поверхні виробу або від дефекту приймається головкою пошуковою, що працює в режимі прийому та перетворюється в електричні коливання, які підсилюються і підсилювачем радіоімпульсів та відеопідсилювачем. Потім сигнал подається на пластини електронно-променевої трубки. Одночасно з генератором радіоімпульсів відбувається запуск генератора розгортки, який забезпечує розгорткування луча у горизонтальній площині. Схемою глибинимірювального пристрою виробляється прямокутний імпульс, по положенню якого на лінії розгорткування визначаються координати дефекту. Конструктивно дефектоскоп виконано у вигляді переносного приладу.

Підготовка до проведення дефектоскопії виробу

При підготовці до дефектоскопії вибираються:

- частота УЗК;
- тип головки;
- схема переміщення головки й напрямок уведення УЗК у виріб;
- чутливість дефектоскопа й спосіб розшифровки показань .

Частота УЗК вибирається залежно від розмірів контрольованого виробу, коефіцієнта загасання УЗК у матеріалі й рівня структурних перешкод. При контролі сталевих кутих і катаних виробів середніх розмірів доцільне застосування головок пошукових на частоту 2,5 МГц , при товщині більше 1 м - 0,6; 1,25 МГц. Вироби товщиною 10-20 мм доцільно контролювати на частотах 5; 10 МГц.

У тому випадку, коли очікувані дефекти розташовані в площині, паралельній поверхні уведення УЗК, варто застосовувати прямі головки пошукові. Якщо ж очікувані дефекти розташовані в площині, не паралельній поверхні уведення УЗК , варто застосовувати головки похилі. Напрямок уведення УЗК варто приймати таким чином, щоб імпульси УЗК падали на площину дефекту під кутом, близьким до прямого . Для виявлення дефектів, розташованих на невеликій глибині (1 - 150 мм) і орієнтованих паралельно поверхні уведення УЗК, застосовує роздільно-зміщені головки, у яких випромінювання й прийом луна-сигналу виробляється п'єзоперетворювачами.

Установку чутливості доцільно робити по контрольному зразку зі штучними дефектами. Контрольний зразок виготовляється з матеріалу, за складом й структурою аналогічний матеріалу контрольованого виробу.

Порядок виконання роботи

1. Підготувати дефектоскоп до роботи. Показати викладачеві.
2. Використовуючи пряму пошуковцю головку 2,5 МГц, за допомогою ручок керування одержати на екрані електронно-променевої трубки дефектоскопа луни-імпульси від штучних дефектів, розташованих у прозорому контроль-

ному зразку. Масштаб зображення на екрані встановити таким , щоб сигнал від протилежної сторони деталі містився наприкінці лінії розгорнення.

3. За допомогою дефектоскопа проконтролювати сталеву деталь. Визначити кількість, розміри й координати дефекту. Перевірити точність роботи глибинувимірювального пристрою по луні-сигналі, відбитому від протилежної стінки деталі.

Зміст звіту

1. Основні технічні дані дефектоскопа ДУК - 66ПМ та принцип його роботи.

2. Ескізи еталонного зразка з пошуковою головкою й зображення на екрані електронопроменевої трубки з розшифровкою лун-імпульсів.

3. Ескіз контрольного зразка із зазначеними пунктирними лініями, дефектами. Їхні розміри й координати

4. Визначити погрішність вимірювання товщини деталі в порівнянні з паспортними даними дефектоскопа.

Контрольні питання

1. Основні способи виявлення прихованих дефектів у деталях машин.

2. Пристрій, структурна схема й принцип роботи дефектоскопа.

3. Які функції виконує п'єзоелектричний перетворювач?

4. Принцип вибору частоти УЗК, залежно від товщини контрольованого виробу.

5. Яку пошукову головку варто застосувати, якщо очікуваний дефект лежить у площині, не паралельній поверхні уведення УЗК?

6. Який кут влучення імпульсів УЗК на площину дефекту варто вважати оптимальним?

Список літератури

1. Шилов П.М. Технология производства и ремонт горных машин:-М.: Недра, 1971.-384с

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Тема: Балансування роторів

Мета роботи: вивчити методи статичного і динамічного балансування роторів, навчитися практично, усувати небаланс роторів гірничих машин.

Загальні відомості

Однією з причин вібрації є невірноваженість роторів (на шахтних вентиляторах – робочих коліс).

Причини невірноваженості: неправильний розподіл матеріалу по колу колеса або ротора внаслідок наявності раковин, дефекти зборки, ексцентричне розточування втулок робочих коліс або ексцентриситет валів роторів та ін.

Збільшення вібрацій вище припустимих норм призводить до швидкого зносу окремих деталей машин, розхитуванню та руйнуванню фундаменту, порушенню центрування та ін.

Теоретичні положення

Характерною особливістю ротору, що обертається (під дією сил інерції) є відставання напрямку вібрації від напрямку відцентрової сили, що викликає це обертання. Величина цього обертання залежить від швидкості обертання ротору.

Якщо швидкість обертання низька, то напрямок амплітуди вібрації майже співпадає з напрямком відцентрової сили. Із збільшенням швидкості обертання зростає кут φ , на який відстає напрямок амплітуди вібрації A від напрямку сили F (рис. 7.1 а). Цей кут називають зсувом фаз вібрації та відцентрової сили. Якщо швидкість обертання досягає критичної, тобто частота коливання сили співпадає з частотою коливань ротору, то кут φ дорівнює 90° (рис. 7.1 б). При цьому амплітуда вібрації різко збільшується, так як ротор працює в резонансній зоні.

При подальшому збільшенні швидкості обертання критичний кут φ також збільшується та при швидкості, яка перевищує критичну, наближається до 180° (рис. 7.1 в), а амплітуда вібрації зменшується. Очевидно, що постійний зсув фаз має місце тільки у коливань, що здійснюються з однаковою частотою.

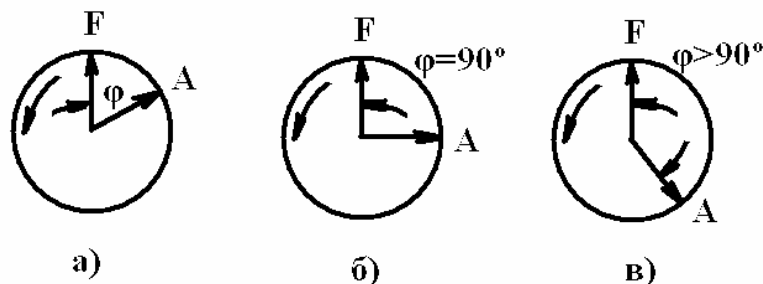


Рис. 7.1 Фази вібрацій

Розрізняють два види неврівноваженості - статична і динамічна. Статична - коли центр ваги зміщений на певну відстань від осі обертання. Динамічний - при обертанні ротора при наявності пари однакових відцентрових сил.

Динамічне балансування відрізняється від статичної тим, що визначається величини і місця встановлення врівноважених вантажів.

Статична неврівноваженість проявляється не тільки під час обертання машини, а також і в стані покою тим, що центр ваги ротора створює статичний момент, що змушує центр ваги ротора зайняти найнижче положення. Ця неврівноваженість може бути виявлена статичною перевіркою, внаслідок чого й називається статичною.

Динамічна неврівноваженість проявляється тільки під час обертання ротора у вигляді наявності пари однакових відцентрових сил. Створювані цими силами статичні моменти рівні між собою й спрямовані у взаємно протилежні сторони. Тому в статичному стані вони взаємно врівноважують одна одну й виявлені бути не можуть, але під час обертання створюють шкідливі навантаження на підшипники, що викликають вібрацію, величина якої збільшується пропорційно відстані між площинами розташування неврівноважених мас. Така неврівноваженість називається динамічною.

На практиці найчастіше зустрічається спільна - статична й динамічна неврівноваженість.

Динамічне балансування відрізняється від статичного тим, що визначення величини й місця установки вантажів, що врівноважують, виробляється в динамічному стані ротора. Динамічне балансування, як правило, більше точне й усуває неврівноваженість будь-якого виду. Для приклада розглянемо циліндричний ротор (мал. 7.2), який має неврівноважену масу G_{H1} розташовану на відстані a від однієї торцевої площини ротора, і неврівноважену масу G_{H2} , розташовану на відстані b від іншого торця. Під час обертання ці неврівноважені маси створюють неврівноважені відцентрові сили A і B .

Сила A може бути замінена двома силами A_1 і A_2 , прикладеними в торцевих площинах ротора, причому:

$$A_1 = \frac{l-a}{l}; A_2 = \frac{a}{l}; A_1 + A_2 = A$$

Напрямок векторів сил A_1 і A_2 те ж, що й вектора A . Відповідно сила B розкладається на дві прикладені в торцевих площинах сили B_1 і B_2 :

$$B_1 = \frac{b}{l}; B_2 = \frac{l-b}{l}; B_1 + B_2 = B$$

Напрямок векторів цих сил аналогічно попередньому.

У результаті розкладання отримуємо дві різні сили A_1 і B_1 у площині першого торця ротора й A_2 і B_2 у площині іншого торця.

Складаючи попарно ці сили одержуємо:

$$A_1 + B_1 = C_1; A_2 + B_2 = C_2$$

Таким чином, дві неврівноважені відцентрові сили А и В можна розглядати, як дві еквівалентні їм сили C_1 і C_2 , прикладені в торцевих площинах ротора.

Очевидно, що якби розглянутий ротор мав не дві, а скільки завгодно неврівноважених відцентрових сил, то шляхом аналогічного послідовного розкладання й додавання можна було б привести до двох результуючих сил, прикладеним у торцевих площинах ротора. Завданням динамічного балансування є визначення величини й напрямку цих двох результуючих сил, а також визначення вантажів, що створюють відцентрові сили, що врівноважують, рівні по величині результуючий й протилежно спрямовані.

Майже всі застосовувані методи динамічного балансування засновані на припущенні, що амплітуди вібрації підшипника пропорційні силам, що визивають ці вібрації і що зрушення фаз між напрямком максимального відхилення й напрямком сили, не змінюється при постійній частоті вібрації, тобто при постійній швидкості обертання.

Стенд , прилади й устаткування

1. Ротор електродвигуна, що має в торцевих площинах диски з різьбовими отворами по периферії й смугу із крейдової емульсії , нанесену на поверхню по окружності ротора.

2. Стенд для динамічного балансування ротора. Схема стенда приведена на мал. 7.3. На рамі розміщені опори 1 і 2. Опора 1 закріплена шарнірно й може переміщатися в площині перпендикулярної осі ротора. У вертикальному положенні опора 1 утримується пружинами 3. Опора 2 розташована вертикально й може обертатися навколо власної осі. Ротор 4 укладається на опори 1 і 2 і вільно обертається на підшипниках 5. Ротор приводиться в обертання фрикційним роликком 6, що приводиться у рух ланцюговою передачею від електродвигуна 7. Вібрації опори 1, викликані неврівноваженістю ротора, візуально можна спостерігати по покажчику амплітуди коливань 8. Для нанесення міток на роторі є чертилка 9, розташована в площині коливання ротора.

3. Болти з різьбленням відповідним отворами дисків ротора різної маси, що виконують роль мас, що врівноважують.

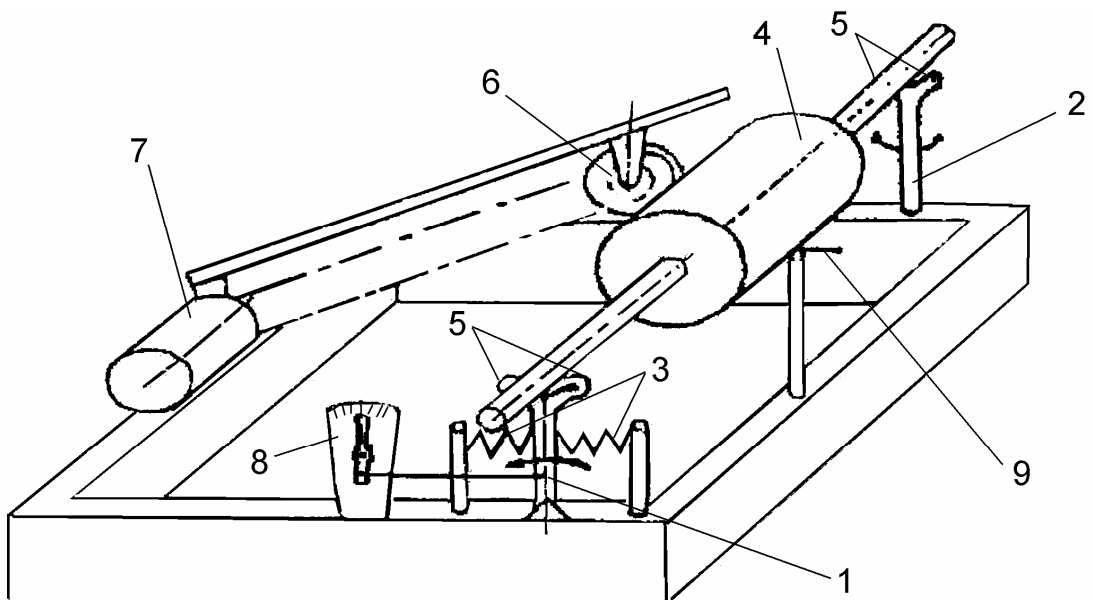


Рис. 7.2 Стенд для балансування ротору

Порядок виконання роботи

1. Ввімкнути двигун стенда.
2. Фрикційним роликком привести в обертання ротор до закритичної швидкості (зарезонансний режим).
3. Спостерігати за показаннями покажчика амплітуди при зменшенні швидкості обертання ротора. При зниженні швидкості до критичної буде помітно різке зростання амплітуди (резонанс).
4. Повторити досвід. У момент резонансу підвести чертилку до ротора для нанесення міток на крейдовій смузі.
5. По мітках на смузі знайти середину міток. Цьому положенню буде відповідати напрямок вектора, максимальних амплітуд при резонансі. Таким чином, на 90° уперед на ходу руху ротора буде перебувати неврівноважена маса.
6. В отвір торцевого диска на 90° позаду по ходу обертання ротора, угвинтити болт. І перевірити амплітуду при резонансі. Підбором необхідної маси болта домогтися зниження амплітуди вібрацій до мінімуму.

Зміст звіту

1. Назва й ціль роботи.
2. Схема установки.
3. Перелічити методи динамічного балансування.
4. Опис порядку вибору місця установки маси, що врівноважує, і її величини.
5. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Причини виникнення вібрацій, у чому їх небезпека.
2. Які існують види неврівноваженості?
3. У чому полягає суть статичного балансування?
4. У чому полягає суть динамічного балансування?
5. Від чого залежить величина кута зрушення фаз вібрації й сили, що їх визиває?
6. Які існують методи динамічного балансування роторів?

Список літератури

Шахтные вентиляторы (монтаж, наладка и эксплуатация)/Калиш Ш.И.,
Цуцьк И.Т., Гурченко Е.М., Меламед И.О., Гофман А.С. - Киев.: Техника.
1972.- 292с.

Підписано до друку 12.09.2012р. . Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 2,87
Друк лазерний. Замовлення № 54/12. Тираж 50 прим.

Надруковано в Видавничому центрі КП ДВНЗ „ДонНТУ”