

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Одеська політехніка»
Інститут промислових технологій, дизайну та менеджменту
Кафедра технології машинобудування

Методичні вказівки до лабораторних робіт
з дисципліни
«Динаміка та моделювання механічних систем»

Одеса – 2021

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Динаміка та моделювання механічних систем» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 131 Прикладна механіка денної та заочної форми навчання / Укладачі Г.В. Баланюк, О.А. Оргіян – Одеса: Національний університет «Одеська політехніка», 2021 – 19 с.

*Затверджено на засіданні кафедри технології машинобудування
Протокол № 1 від 30.08.2021*

Зміст

<i>Лабораторна робота № 1</i>	4
Визначення анізотропії жорсткості підсистеми шпindelь-борштанга	4
<i>Лабораторна робота № 2</i>	6
Експериментальне та розрахункове визначення піддатливості системи шпindelь-борштанга.	6
<i>Лабораторна робота №3</i>	9
Обробка віброграм затухаючі коливання	9
<i>Лабораторна робота №4</i>	12
Визначення складових полігармонійних коливань	12
<i>Лабораторна робота № 5</i>	14
Зміни коефіцієнта тензочутливості дрiтних датчиків	14
<i>Лабораторна робота №6</i>	17
Калібрування динаметричного датчика переміщень	17
<i>Література</i>	19

Лабораторна робота № 1

Визначення анізотропії жорсткості підсистеми шпindelь-борштанга

Шпindelьні головки обробно-розточувальних верстатів являються високоточними елементами динамічної системи. Шпindelьні вали встановлюють на дуплексних підшипниках кочення; биття валів становить від 1 до 2 мкм, що забезпечує велику точність та продуктивність тонкого розточування. Наявність підшипників кочення, особливості приводу спеціальних верстатів, а також конструктивних особливостей консольних борштанг приводять до утворення нерівномірної жорсткості по куту повороту шпindelя.

Мета роботи – визначення перемінності жорсткості по куту повороту шпindelя та будування графіка епюру радіальної подачі.

Методика виконання лабораторної роботи.

Обладнання: шпindelьна головка, встановлена на ОПВ, розточувальна оправка, верстат з мікронним індикатором, ручний динамометр. Динамометр попередньо протарірован за параметрами – навантаження-переміщення. Використовуються такі прилади для повороту шпindelя на 360° з шагом 30°.

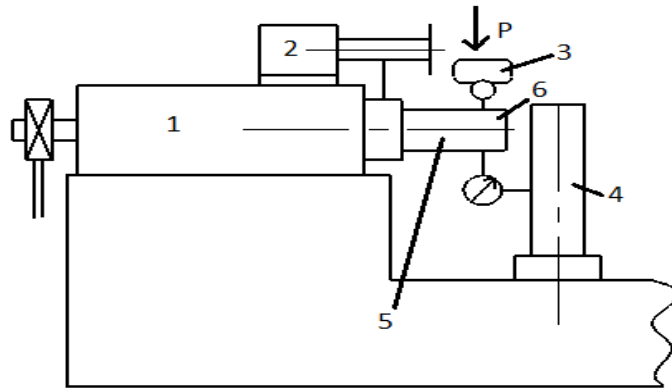


Рисунок 1.1. Експериментальний стенд

1. Встановити розточувальну оправку (5) на фланці шпindelьної головки (1) (рис. 1.1)
2. Повертання шпindelьної головки розточувальної головки та докладаючи навантаження в напрямку осі різця, вимірюємо згинні переміщення в тому ж напрямку.
3. По результатам вимірів при повертанні шпindelя через кочення 30° вимірюємо переміщення. Результати виміру заносимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

Сила, Н	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Переміщення, мкм	У ₀	У ₁	У ₂	У ₃	У ₄	У ₅	У ₆	У ₇	У ₈	У ₉	У ₁₀	У ₁₁	У ₁₂
Кут, °	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360

Результати вимірювань

Побудувати кутову епюру радіальної піддатливості (рис. 1.2).

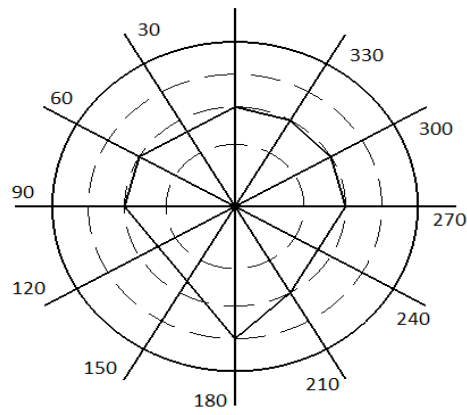


Рисунок 1.2. Кутова еюра радіальної піддатливості (напрямок навантаження та вимірних переміщень повороту разом з вісю різця)

Зробіть висновок про епюру радіальної піддатливості:

$$K_{min} = ; K_{min} = ;$$

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення силі пружності.
2. Що позначає поняття «жорсткості» ПС?
3. Що таке «піддатливість» ПС?
4. Що виражає поняття «анізотропії» жорсткості?
5. Чого для механічних систем використовують поняття «перемінність жорсткості»?
6. Причиною яких коливань являються перемінність жорсткості?

Лабораторна робота № 2

Експериментальне та розрахункове визначення піддатливості системи шпиндель-борштанга.

Для перевірки вибраних параметрів борштанги (діаметра і довжини) необхідно провести розрахунок піддатливості системи шпиндель-борштанга. Піддатливість обробно-розрахункової головки, проведена до різця, визначається по номограмі $i\omega_r = f(l_\delta)$ (номограму приведено в лабораторній роботі)

Піддатливість системи шпиндель-борштанга

$$\omega = \omega_\delta + \omega_r$$

Мета роботи – порівняння значень піддатливості системи при розрахунку и по результатам експерименту.

Порядок виконання

Обладнання для експерименту: динамометр з тарировкой по значенням сила-переміщення, вимірювальна стійка з індикатором (мкм), набір борштанг постійного діаметру і двохступеневих.

1. При значеннях піддатливості системи шпиндель-борштанга:

Понад 2,0 ... 4,0 мкм/кг для обробки сталі;

Понад 3,0 ... 6,5 мкм/кг для обробки чавуна.

Понад 4,0 ... 8,0 мкм/кг для обробки кольорових металів та сплавів, можливо без вібраційна обробка, проте точності та якісні параметри оброблених поверхонь має більш низькі значення у відмінності від значень, приведених в карті рис.2.1 (таб. 2.1).

2. При значенні піддатливості більших ніж вказані вище без вібраційна обробка неможлива. В цьому випадку необхідно змінити конструкцію борштанги, або використати більш жорстку обробно-розрахункову головку чи змінити технологічну схему обробки.

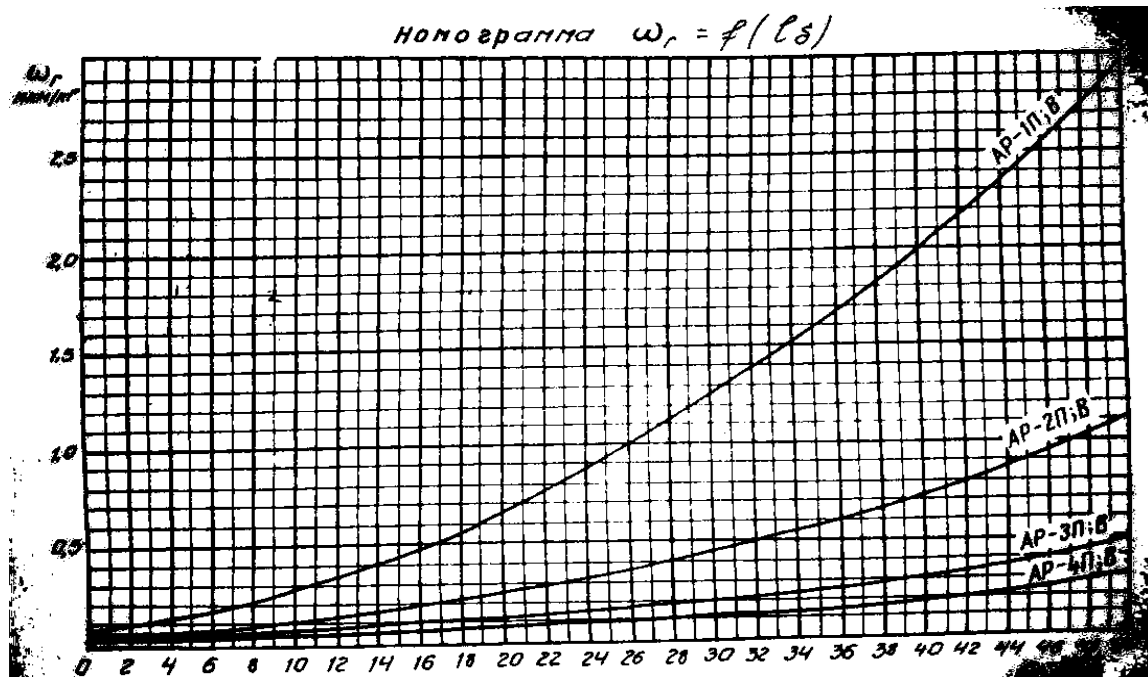
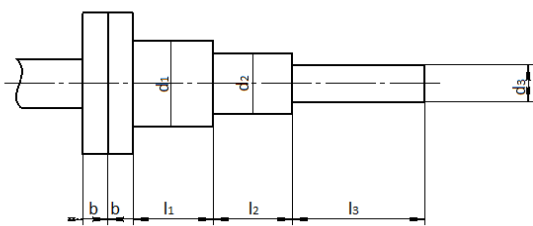


Рисунок 2.1 Номограма

Розрахунок піддатливості борштанги виконати відповідно з даними (таб. 2.1).

Таблиця 2.1

Дані для виконання роботи

			<p>Початкові дані: d_1, d_2, d_3- діаметри ступенів борштанги, см; l_1, l_2, l_3- довжина ступенів борштанги, см; $E = 2.1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$- модуль пружності</p>
Найменування параметрів	Значення	Одиниці вимірювання	Розрахункові формули
1	2	3	4
Сумарна довжина борштанги	l_δ	см	$l_\delta = l_1 + l_2 + l_3 + 2b$
Момент інерції перерізу борштанги	I	см ⁴	$I_1 = \frac{\pi d_1^4}{64}; I_2 = \frac{\pi d_2^4}{64}; I_3 = \frac{\pi d_3^4}{64}$
1	2	3	4
Коефіцієнт приведення	K	—	$K_2 = \frac{I_1}{I_2}; K_3 = \frac{I_1}{I_3}$
Піддатливість борштанги	ω_δ	мкм/кг	$\omega_\delta = \frac{10^4}{3EI_1} [(l_1 + l_2 + l_3)^3 + (K_2 - 1)(l_2 + l_3)^3 + (K_3 - K_2)l_3^3]$
Піддатливість обробно-розточувальної головки: УАР-1П УАР-2П УАР-3П УАР-4П	ω_r	мкм/кг	$\omega_{r1} = 0.156 + 0.024l_\delta + 0.00308l_\delta^2$ $\omega_{r2} = 0.1406 + 0.0101l_\delta + 0.00114l_\delta^2$ $\omega_{r3} = 0.1148 + 0.00372l_\delta + 0.000475l_\delta^2$ $\omega_{r4} = 0.100 + 0.0018l_\delta + 0.00019l_\delta^2$
Сумарна піддатливість системи шпindelь-борштанга	ω	мкм/кг	$\omega = \omega_\delta + \omega_r$

Експериментальне значення піддатливості :

- 1) Закріпити борштангу на фланці шпинделя;
- 2) Встановити вимірювальну стійку з індикатором в площині різця на кінці консолі;
- 3) Докласти зусилля за допомоги наометра в тій же площині та виміряти переміщення за допомоги індикатора.

$$\omega_\delta = \frac{y}{P}, \frac{\text{мкм}}{\text{кг}};$$

Результат записати в таблицю

Переміщення y	Y_1	Y_2	Y_3	$Y_{cp} =$
Сила P	5 кг	10 кг	15 кг	$P_{cp} =$
Піддатливість мкм/кг	$\omega_{\delta 1}$	$\omega_{\delta 2}$	$\omega_{\delta 3}$	$\omega_{cp} =$

Порівняти значення піддатливості і визначити їх відмінності в %;

Запитання для самоперевірки

1. Яка деформація виникає при дії радіальної сили на борштангу?
2. Яка піддатливість системи забезпечує без вібраційну обробку? Для сталі, для чавуна?
3. Які конструкційні рішення збільшують радіальну жорсткість борштанг?

Обробка віброграм затухаючі коливання*Вступ*

Затухаючі коливання збуджують в механічних системах з метою визначення власних частот і характеристик демпфірування (декременту коливань). Збудження коливань може здійснюватися імпульсним (удар) або ступінчастим обуренням, а також спеціальними вібраторами.

Коливання об'єкта реєструються механічними, оптичними або електричними методами. Віброграм згасаючих коливань (Рис. 3.1) записують разом зі стандартним сигналом отриманого часу.

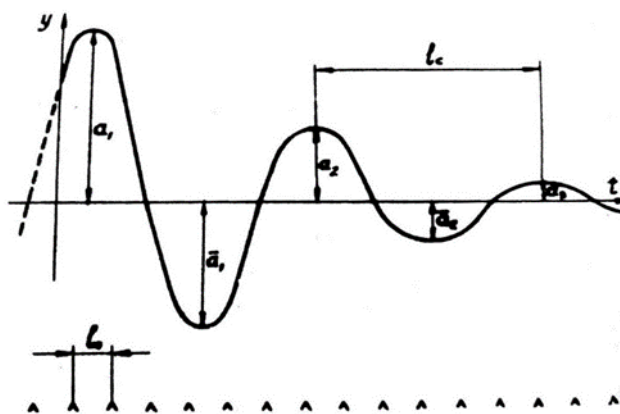


Рисунок 3.1. Віброграма затухаючих коливань

Для визначення періоду затухаючих коливань T_1 досить порівняти відрізки l_c і l_0 і знати період коливань відмітчика T_0 :

$$T_1 = \frac{l_c}{l_0} \cdot T_0 \quad (3.1)$$

На віброграм часто відсутня «нульова лінія», відповідна рівноважного стану коливатися об'єкта. Для визначення відхилень від положення рівноваги a_i потрібно перш за все правильно нанести цю лінію. Тоді можна визначити логарифмічний декремент коливань за формулою:

$$\delta = \ln \frac{a_i}{a_{i+1}} \quad (3.2)$$

якщо δ з плином часу не змінюється (випадок ідеального лінійного тертя), то можна підвищити точність визначення δ порівнюючи відхилення через K періодів:

$$\delta = \frac{1}{K} \cdot \ln \frac{a_i}{a_{i+1}} \quad (3.3)$$

за відомим T_1 і δ можна розрахувати період вільних коливань системи без демпфірування T або власну частоту систем f :

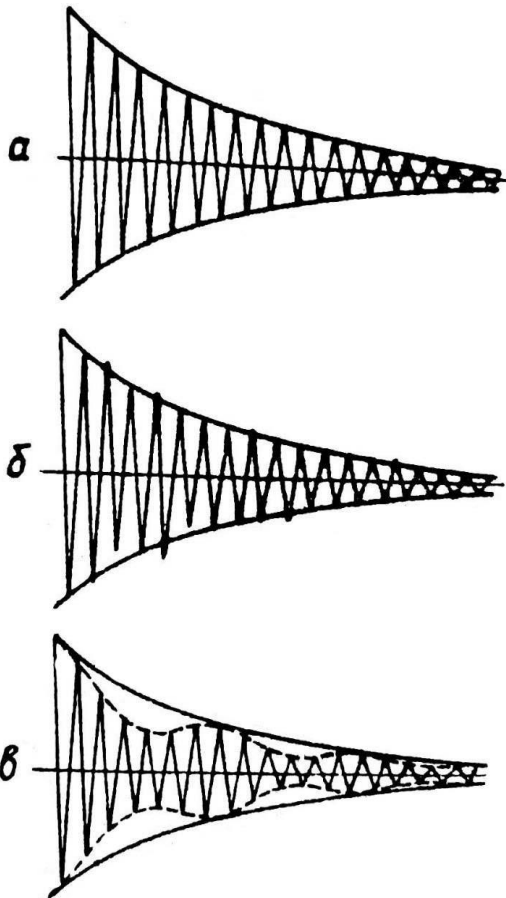
$$T = \frac{T_1}{\sqrt{1 - (\delta^2 / 4 \cdot \pi^2)}}; \quad (3.4)$$

$$f = \frac{\sqrt{1 - (\delta^2/4 \cdot \pi^2)}}{T_1}$$

При обробці віброграм згасаючих коливань можуть зустрітяться три основних випадку (рис. 3.2):

- а) огинає є монотонно спадну функцію і касається графіка коливань поблизу кожного максимуму або мінімуму;
- б) огинає має той же вигляд, що і в разі (а), але спостерігаються випадкові викиди;
- в) огинає є немонотонну функцію, тобто, крім загасання коливань, спостерігається також амплітудна модуляція.

У разі (а) a_i визначають просто за графіком коливань. У разі (б) слід побудувати що огинає так, як показано на малюнку, і вимірювати a_i від нульової прямої до обвідної. У разі (в) проводять огибающую обвідної і відраховують a_i по зовнішньої обвідної.



Мета роботи - освоєння методики визначення логарифмічного

декремента коливань і власної частоти по віброграм згасаючих коливань.

Порядок виконання роботи

1. Провести нульову пряму. Для проведення вихідної нульовий прямий наносять точки, які є середніми між найближчими максимумами і мінімумами, потім між ними проводять усереднюються пряму.

2. Побудувати огибающую. Виміряти 10-15 відхилень a_i в один бік і стільки ж відхилень \bar{a}_i в іншу. Результати записати в таблицю 3.1.

Рисунок 3.2 Віброграми затухаючих коливань

Таблиця 3.1

a_i	\bar{a}_i	$a_i - \bar{a}_i$	$\bar{a}_i - a_i + 1$	$a_i / a_i + 1$
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Потім скласти різниці $a_i - \bar{a}_i$ і $-a_i + 1$, записавши їх в таблицю, перевірити зменшуються ці різниці в порядку, зазначеному стрілками \bar{a}_i

3. Якщо позначений порядок убутання не дотримується, слід відкоригувати положення нульової прямої, після чого знову заповнити таблицю і т.д.

4. Виміряти l_c і l_o . Розрахувати T_1 за формулою (3.1).

5. Якщо $a_i / a_i + 1$ змінюється мало, то розрахувати δ за формулою (3.3) для $i = 1, 2, 3, \dots$ при $K = 5$. Якщо $a_i / a_i + 1$ монотонно змінюється з ростом i , то застосовувати для визначення δ формулу (3.2), розрахувавши його для всіх i .

6. Обчислити власну частоту за формулою (3.4) користуючись середнім значенням δ .

Запитання для самоперевірки

1. Як розрізняються коливальні системи за величиною загасання?
2. Як змінюється період і частота вільних коливань при введенні в систему непружного опору?
3. Як перевірити правильність нанесення нульовий прямої на віброграм?
4. Яка форма огибаючих згасаючих коливань відповідає постійному декременту? Зростаючому? Спадаючому?

Лабораторна робота №4

Визначення складових полігармонійних коливань

Вступ

Зустрічаються на практиці коливання машин вельми часто являють собою періодичні процеси, що відрізняються від синусоїдальних. Властивості багатьох джерел збурень і пружних систем такі, що вимушені коливання виявляються сумою гармонійних коливань з частотами, кратними основній частоті періодичного процесу, або, як кажуть, сумою гармоній.

Завдання обробки осцилограм з метою визначення гармоній коливання вирішують методами наближеного гармонійного аналізу. Один з таких методів - метод дванадцяти ординат - застосовується в даній роботі.

Мета роботи - ознайомлення з наближеним чисельним методом гармонійного аналізу для дванадцяти ординат і застосуванням цього методу при обробці віброграм.

Опис методу

Виділивши на графіку функції (осциллограми) період (рис. 4.1), розбиваємо його на 12 рівних частин і визначаємо ординати $y_0, y_1, \dots, y_{11}, (y_{12} = y_0)$.

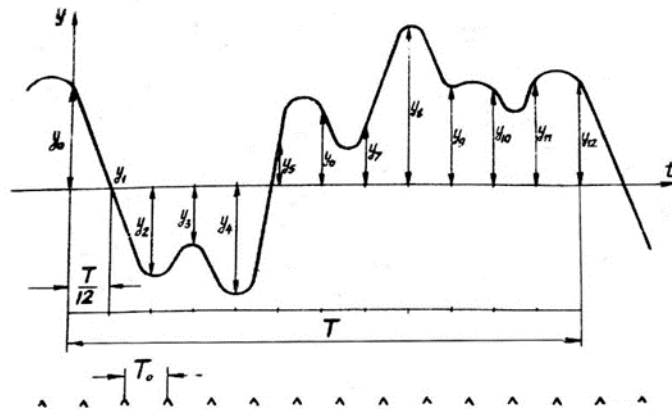


Рисунок 4.1. Осцилограма з виділеним періодом

Функцію представляємо у вигляді такої суми гармонік

$$y = a_0 + \sum_{k=1}^6 a_k \cos kx + \sum_{i=1}^5 b_k \sin kx$$

Коефіцієнти a_k, b_k слід розраховувати, користуючись наступною схемою:

Вихідні дані	y_0	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_{11}	y_{10}	y_9	y_8	y_7		
суми різниці	u_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	v_0	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5		
суми	u_0	u_1	u_2	v_1	v_2	r_1	q_1	u_3	u_5	u_4	v_5	v_4	r_2	q_2
різниці	r_0	r_1	r_2	p_1	p_2	l	d	s_0	s_1	s_2	q_1	q_2	m	n

$$a_0 = \frac{1}{12}(r_0 + l)$$

$$b_1 = \frac{1}{6}\left(V_3 + \frac{1}{2}p_1 + \frac{\sqrt{3}}{2}p_2\right)$$

$$a_1 = \frac{1}{6}\left(V_0 + \frac{\sqrt{3}}{2}S_1 + \frac{1}{2}S_2\right)$$

$$b_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}d$$

$$a_2 = \frac{1}{6}\left(S_0 + \frac{1}{2}m\right)$$

$$b_3 = \frac{1}{6}(p_1 - V_3)$$

$$a_3 = \frac{1}{6}(V_0 - S_2)$$

$$b_4 = \frac{\sqrt{3}}{12}n$$

$$a_4 = \frac{1}{6}\left(r_0 - \frac{1}{2}l\right)$$

$$b_5 = \frac{1}{6}\left(V_3 + \frac{1}{2}p_1 - \frac{\sqrt{3}}{2}p_2\right)$$

$$a_5 = \frac{1}{6}\left(V_0 - \frac{\sqrt{3}}{2}S_1 + \frac{1}{2}S_2\right)$$

$$a_6 = \frac{1}{12}(S_0 - m)$$

Формули перевірки:

$$y_0 = a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$$

$$y_1 - y_{11} = V_1 = b_1 + b_5 + 2b_3 + \sqrt{3}(b_2 + b_4)$$

Порядок виконання роботи:

1. Збільшити осцилограму і виділити на ній три послідовних ділянки довжиною в 1 період коливань кожен. Визначити значення періоду коливань T (порівнянням з лічильник часу).

2. Для кожного з ділянок застосувати метод дванадцяти ординат і розрахувати a_k , b_k .

для кожної ділянки визначити амплітуди гармонік:

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad (k = 1, 2, 3, 4, 5)$$

фази гармонік:

$$\tan \alpha_k = \frac{a_k}{b_k},$$

періоди і частоти гармонік.

4. Розрахувати середні значення амплітуд, фаз і частот кожної з гармонік. За середнім значенням побудувати гармоніки і їх суму.

Запитання для самоперевірки

1. Який сенс величини a_0 ?

2. Що таке гармоніка складного коливання?

3. Скільки гармонік можна визначити за методом дванадцяти ординат?

Зміни коефіцієнта тензочутливості дротяних датчиків

Вступ

Коефіцієнтом тензочутливості дротяного датчика називають відношення:

$$K_g = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l}, \quad (5.1)$$

$\Delta R/R$ -відносна зміна опору датчика, викликана відносною деформацією об'єкта $\varepsilon = \Delta l/l$. Величина K_g відрізняється від значення коефіцієнта тензочутливості дроту, з якого виготовлений датчик. Причинами цієї відмінності є непрямолінійна форма дротяної решітки датчика, властивості клею та ін. Різноманітність факторів, що впливають на K_g , і труднощі кількісної оцінки призводять до необхідності експериментального визначення K_g кожної партії датчиків. З партії вибирають 3–5 датчиків, котрим вимірюють K_g , а потім обчислюється середнє.

Випробувані датчики наклеюють на балку рівного опору (рис. 5.1).

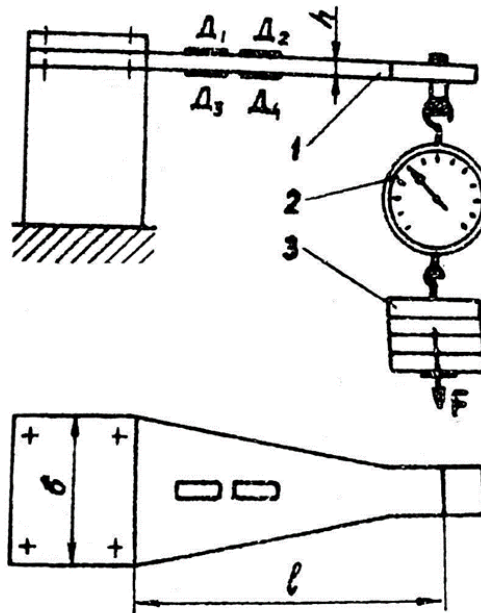


Рисунок 5.1. Балка з наклеєними датчиками.

Для якої на будь-якій відстані від закладення відносна деформація, викликана силою F , дорівнює:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{6Fl}{Ebh^2} \quad (5.2)$$

Опір датчиків вимірюють за допомогою місткової схеми.

Мета роботи

Основні методики механічних та електричних вимірювань, необхідних для визначення коефіцієнта тензочутливості.

Опис установки

Установка складається з сталеві балки рівного опору 1 з наклеєними на неї чотири дротяними датчиками $D1 - D4$, динамометра 2 для вимірювання зусилля, створюваного вантажами 3 та електричної мостової схеми (рис. 5.2) для вимірювання опору датчиків.

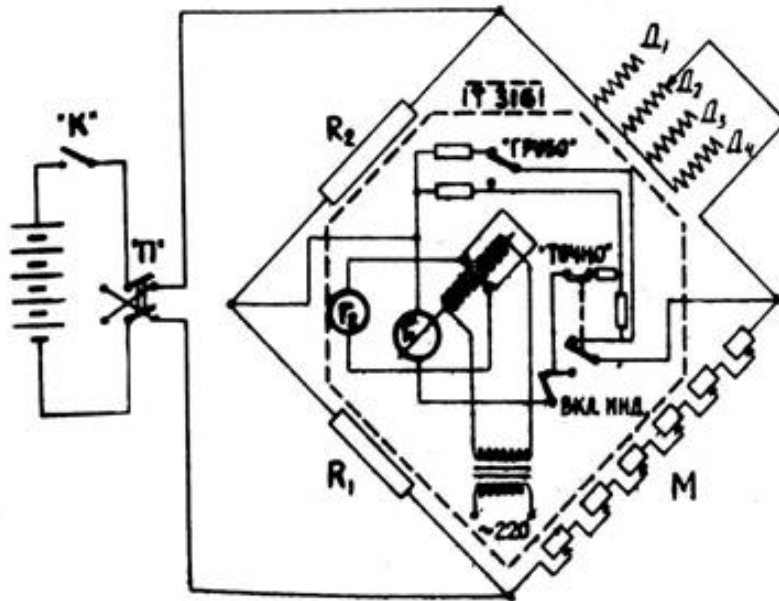


Рисунок 5.2. Схема установки.

Джерелом живлення мостової схеми служить батарея акумуляторів, яку включають ключем К. Перемикач П призначений для вимірювання напрямку струму. Два плечі мосту містять постійні опори та R_1 R_2 . До третього плеча включений шестидекадний магазин М, опір якого позначимо R_M . У четверте плече моста по черзі включають датчики Д1 – Д4.

У вимірювальну діагональ моста включений гальванометр Т316 з додатковими опором і шунтами, що дозволяють змінювати чутливість (положення грубо і точно). У приладі Т316 використано принцип термоелектричного підсилення. Вимірюваний струм проходить через первинний гальванометр Г1, рухома система якого несе нагрівальний елемент, що живиться через трансформатор від мережі. По обидва боки від нагрівального елемента розташовані чутливі терморпари, включені до гальванометра Г2 так, що їх е.д.с. мають протилежні знаки. Якщо нагрівальний елемент знаходиться точно між терморпарами, струм через Г2 дорівнює нулю. При відхиленнях нагрівального елемента е.р.с. однією з терморпар стає більше, ніж інший, і Г2 з'являється струм.

Порядок виконання роботи

1. При навантаженій балці включити у плечі моста датчик Д1.
2. Перевіривши чи увімкнена кнопка «грубо», включити живлення моста.
3. Змінюючи R_M , домогтися нуля струму в діагоналі моста спочатку в положенні «грубо», потім - «точно». Записати значення R_M для ненавантаженої балки.
4. Вимкнути живлення моста, повернутись у положення «грубо».
5. Навантажити балку вантажем та записати звіт F по динамометру.
6. Повторити пункти 2 та 3 та записати значення для навантаженої балки. R_M
7. Вимкнути живлення моста, повернутись у положенні «грубо».
8. Повторити всі операції датчиків Д1 – Д4.

Обробка результатів вимірів

Розрахувати за формулою (2) та відомими параметрами балки:
 $b = 50,6$ мм; $h = 7,0$ мм; $l = 296,4$ мм; $E = 2,2 \cdot 10^6$ кг/см²
 Результати звести до табл. 5.1 (розрахувати з умови балансу моста).

Таблиця 5.1. Результати вимірювань

№ датчика	R_m		R_g		$\Delta R/R$	K_g
	ненаван.	навант.	ненаван.	навант.		
1						
2						
3						
4						

Запитання для самоперевірки

1. Чому розрізняються коефіцієнти тензочутливості датчика та дроту, з якого він виготовлений?
2. В яких випадках застосування дротяних датчиків необхідно знати їхній коефіцієнт тензочутливості?
3. Чому у цій роботі застосована балка рівного опору?
4. Який міст називають збалансованим і яка умова балансу?
5. Опишіть призначення основних елементів індикатора ТЗ16?

Калібрування динаметричного датчика переміщень

Вступ

Дротіві перетворювачі застосовують для вимірювання різних механічних величин: переміщень, сил, тисків та ін. Для виконання таких вимірювань датчик повинен містити пружний чутливий елемент, деформації якого залежать від вимірюваної величини. На пружний елемент наклеюють дротяні перетворювачі, опір яких змінюється при деформаціях. Дротіві перетворювачі включають вимірювальний міст, що підключається до тензостанції. До виходу тензостанції підключають міліамперметр або шлейф.

Вимірювальний тракт, що складається з датчика, електронної апаратури та реєструючого приладу, доцільно калібрувати загалом. Статичне калібрування полягає у визначенні залежності показання реєструючого приладу від вимірюваної величини. За калібрувальною кривою можна визначити чутливість та довговічність датчика.

Мета роботи

Освоєння методики калібрування датчика з дротяними перетворювачами та роботи з тензостанцією.

Опис апаратури

Пружний елемент досліджуваного датчика переміщень рис 6.1 виконаний у вигляді консольної оболонки 1 з наконечником 2. Дротіві датчики R1 і R2 наклеєні на оболонку біля закладення. Переміщення наконечника при калібруванні задаються мікрометричним гвинтом 3 і визначаються як різниця звітом за шкалою мікрометра.

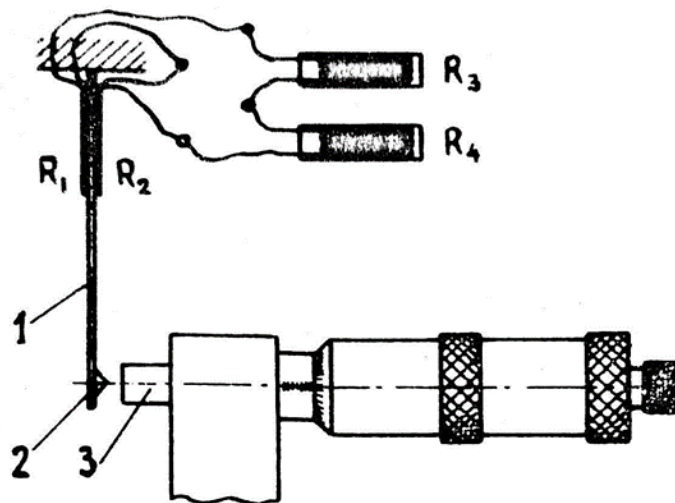


Рисунок 6.1. Пружний елемент досліджуваного датчика переміщень

Два робочі дротяні перетворювачі R1 і R2 разом з двома компенсаційними R3 і R4, наклеєними на жорстку основу датчика, утворює вимірювальний міст, підключені до тензометричної станції ТУ-4М, блок-схема якої показано на (рис 6.2). Тут же проілюстровані перетворення електричних сигналів.

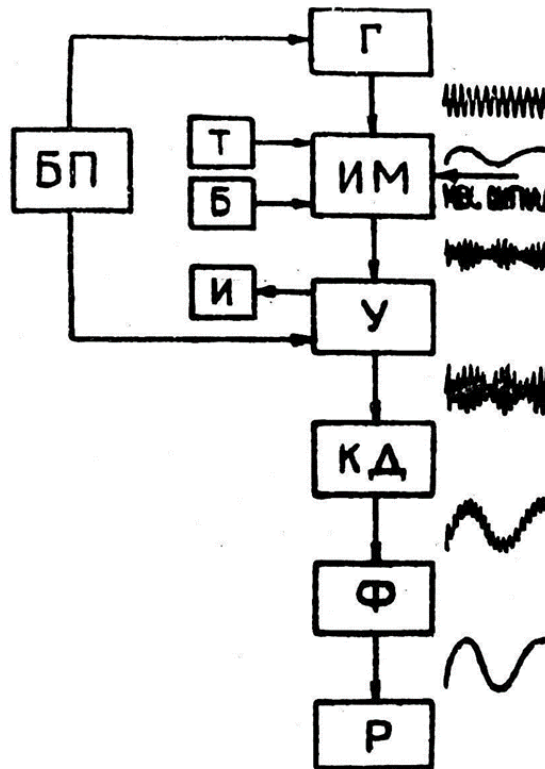


Рисунок 6.2. Блок схема тензометричної станції.

У діагональ живлення вимірювального моста (ИМ) від генератора (Г) подано напругу 5В, частота якого несе дорівнює 8000 гц. Деформація пружного елемента при переміщеннях вимірювального наконечника призводить до змін опорів R1 і R2. За допомогою пристрою балансування (Б) міст балансується при деякому положенні вимірювального наконечника. Відхилення від цього положення призводить до розбалансу моста: на вимірювальній діагоналі моста з'являється напруга несучої частоти, причому при зміні напрямку відхилення фаза електричного сигналу у вимірювальній діагоналі змінюється на 180 °. Напруга у вимірювальній діагоналі при малих деформаціях пропорційна величині відхилення. Якщо вимірюване переміщення коливальне, то вимірювальній діагоналі з'являється амплітудно-модульований сигнал з оригінальної, подібною до вимірюваного переміщення. До мосту підключено також тарирувальний пристрій (Т), що дозволяє певним чином змінювати опір одного плеча моста, що необхідно контролю стабільності характеристик тензостанції. З вимірювальної діагоналі моста амплітудно - модульований сигнал ступає на підсилювач (У) з регульованим коефіцієнтом посилення. Електронний індикатор нуля (И) полегшує балансування моста. На виході підсилювача встановлений фоточутливий кільцевий демодулятор (КД) фільтр (Ф), що перетворюють амплітудно - модульований сигнал сигнал, подібний до оригінальної. Реєстрацію (Р) постійних у часі переміщень можна здійснювати стрілочним міліамперметром, а для реєстрації переміщень, що швидко змінюються, застосовують шлейфовий осцилограф. Блок живлення приладу (БП) є джерелом анодної та напруженої напруги,

У даній роботі при статичному калібруванні пряма лінія, що огинає, і постійний струм, що виникають на виході тензостанції, можна реєструвати за допомогою міліамперметра.

Порядок виконання роботи

1. При підготовці до роботи необхідно:

а) рекомендовану літературу та інструкцію ТУ-4М;
б) на принциповій схемі каналу тензостанції, що наведена в інструкції ТУ-4М, знайти основні блоки, вказані на рис. 4 і коротко описати їх.

2. Включити тензостанцію, прогрітися згідно з інструкцією та провести попереднє балансування. За час прогрівання роботи з органами управління тензостанції.

3. Вибрати таке поєднання положень рукояток, що регулюють посилення плавно та ступінчасто, при якому шкала стрілочного індикатора тензостанції відповідало б переміщенням близько 0,5 мм з найменшими відступами від лінійності. Побудувати графіки калібрування.

4. Повторити п.3 для переміщень близько 5 мм.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть два принципово різні способи застосування дротяних датчиків.
2. Які завдання калібрування датчиків?
3. Простежте ланцюжок перетворень у тензометричному датчику переміщень.
4. Опишіть перетворення сигналів у ланцюзі тензостанції та вкажіть основні елементи блок-схеми (рис.17) у принциповій схемі тензостанції, наведеній в інструкції ТУ-4М
5. Яке призначення та принципи дії тарувального пристрою?
6. Яке призначення та принцип дії балансувального пристрою?
7. У чому полягають особливості застосування 2 регулювань посилення (плавного та ступінчастого) та здійснюються ці регулювання?

Література

1. Турічін А.М. Електричні виміри неелектричних величин. М. - Л., "енергія", 1966, стор 578-582.
2. Турічін А. М., Новицький П.В. Дротові перетворювачі та їхнє технічне застосування. М.-Л., Держенерговидав, 1957, стор 65-72; 8-9.
3. Інструкція до тензостанції ТУ-4М.