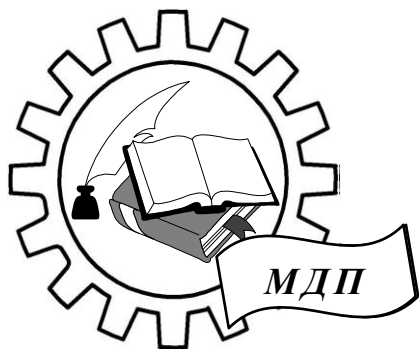


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Кафедра обладнання переробних і
харчових виробництв імені професора
Ф.Ю. Ялпачика

ХРОМАТОГРАФІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи
з дисципліни "Методи дослідження процесів"

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
ОС Магістр

**Мелітополь
2018**

Хроматографічні методи аналізу. Методичні вказівки для студентів, що навчаються за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" ОС Магістр - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2018 - 17 с.

Розробники: к.т.н., доцент кафедри ОПХВ ім Ф. Ю. Ялпачика
Самойчук К.О.
асистент кафедри ОПХВ ім Ф. Ю. Ялпачика
Ковальов О.О.

Рецензент: к.т.н., доц. каф.
Електротехнології і теплові
процеси

Вороновський І. Б.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ОПХВ
Протокол № від 2018 р.

Методичні вказівки затверджені методичною радою факультету ІКТ
Протокол № від 2018 р

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: Дослідження адгезійних властивостей сировини за допомогою тензометрування.

Мета: розширити і поглибити знання студентів із сутності, видам, області застосування і методикою проведення тензометричних методів вимірювання фізичних величин.

Час: 2 год.

1.1 Порядок виконання роботи

- представити викладачу виконане завдання для самопідготовки.

Умову завдання наведено у п. 1.2;

- проробити практичну частину;
- виконати домашнє завдання.

1.2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент в обов'язковому порядку повинен виконати наступні завдання:

- а) вивчити конспект лекцій;
- б) опрацювати рекомендовану літературу;
- в) занести у зошит для практичних робіт такі матеріали:

1) Що таке електричний опір провідника?

2) Від яких параметрів провідника залежить його електричний опір?

3) Як можна змінити опір провідника (напівпровідника)?

1.3 Практична частина

Тензометрування машин, механізмів і технологічного устаткування застосовується для оцінки пружно-деформованого стану елементів, деталей і вузлів при експлуатаційних режимах роботи. Методи тензометрії засновані на вивченні і вимірі деформацій, що в більшості випадків дає можливість оцінити напружений стан. Назва тензорезисторів сталася від латинського слова *tens* - розтягую. Дія тензорезисторів заснована на принципі зміни опору металів і напівпровідників під дією деформацій.

1.3.1. Перетворення механічних величин в електричні.

Структурна схема більшості електричних приладів для виміру механічних величин включає перетворювач, підсилювач і вимірювальний пристрій, сполучений з джерелом живлення. Перетворювач служить для сприйняття вимірюваної вхідної величини (сили, тиски і ін.) і перетворення її в сигнал, зручний для подальшої обробки (передачі її на відстань по дротах, посилення, виміру або реєстрації). Підсилювач, а також джерело живлення не є необхідною частиною вимірювального пристрою. Ці пристрої можуть бути відсутніми, наприклад, при вимірі швидкості за допомогою тахогенератора і чутливого гальванометра.

Неелектричні величини, перетворені в електричні (напругу, силу струму), вимірюються показуючими стрілочними і цифровими приладами, осцилографами і магнітографами. Вимірювальний пристрій може бути обладнаний як реєструючими, так і показуючими приладами. Один з основних елементів вимірювального пристрою - перетворювач механічної величини в електричну. За принципом дії перетворювачі діляться на дві основні групи; активні, або генераторні, і пасивні, або параметричні. У активних перетворювачах вимірювана величина безпосередньо перетворюється в електричний сигнал (п'єзоелектричні і індукційні перетворювачі). У пасивних перетворювачах вимірювана величина оцінюється зміною опорів, ємностей, частоти. Найчастіше застосовується проміжне перетворення, де вимірювана величина спочатку перетворюється в деформацію пружного елемента, а остання наводить до зміни електричного опору.

Для виміру однієї і тієї ж величини можуть бути використані датчики, засновані на різних принципах перетворення. При дослідженні сільськогосподарських машин переважно використовуються як перетворювачі тензорезистори. Вони мають ряд переваг: малі розміри, можливість виміру статичних і динамічних деформацій, швидко протікаючих процесів, можливість живлення постійним струмом.

1.3.2. Датчики

Електричні сигнали при вимірах знімають з датчиків, тобто конструктивно закінчених перетворювачів, призначених для виконання певної функції. Вхідна величина перетворюється в проміжну деформацію пружного елемента датчика, а остання викликає зміну опору тензоперетворювача, встановленого на ділянці, що деформується, пружного елемента. Перетворювачі можуть встановлюватися як на самій деталі, що піддається дії сили або моменту так і на спеціальних пружних елементах у вигляді балки, стержня, циліндра або кільця, що деформуються пропорційно прикладеній силі і що приходять у вихідне положення після зняття навантаження. Зміна опорів тензорезисторів, викликане деформацією мало і складає від декількох тисячних до десятих доль Ома.

Залежно від характеру вимірюваних деформацій в міст, .можуть бути

включені одні, два або чотири робочих датчика. При цьому датчики включаються в плечі моста різними способами. На рисунку 1, а представлено дві схеми включення датчиків. На схемі I датчики r_1 і r_2 включені для виміру деформацій вигину. На схемі II — для виміру деформацій розтягування. На рис. 1б, всі чотири датчики є робочими. Залежно від конкретних умов застосовується та або інша схема включення датчиків.

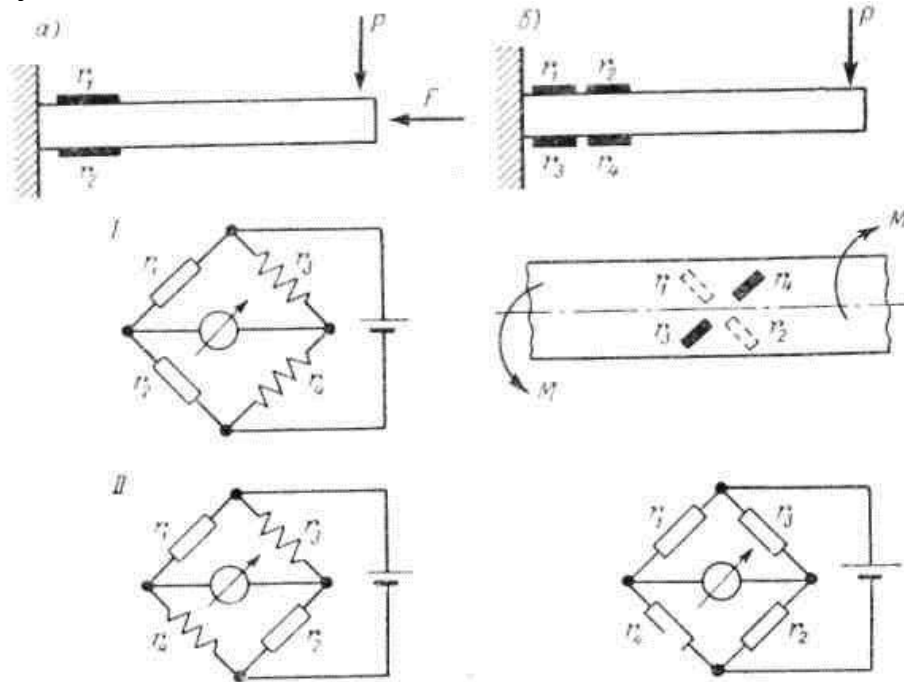


Рисунок 1 – Схеми включення датчиків у вимірювальні мости.

У практиці вимірів використовуються дротяні, фольгові і напівпровідникові тензорезистори.

Дротяні тензорезистори виготовляються у вигляді наклеєних на тонкий папір або лакову плівку зигзагоподібних петель (витків) тонкого дроту з великим питомим електричним опором. Найбільш споживаним матеріалом є константановий дріт діаметром 20-30 мкм. Номінальний опір дротяних тензорезисторів що випускаються на паперовій і плівковій основі складає від 50 до 400 Ом з довжиною бази 5 - 30 мм. Коефіцієнт тензочутливості серійних тензорезисторів, що випускаються $\pm 0,2$, номінальний робочий струм близько 30 мА, максимальні допустимо відносні деформації не більше 0,3%.

Фольгові тензорезистори мають ґрати з тонких смужок фольги прямокутного перетину товщиною 4-12 мкм, нанесених на лакову основу. Основна перевага таких тензорезисторів - можливість виготовлення ґрат складного профілю, які якнайповніше відповідають умовам виміру. Так прямокутні ґрати застосовуються для виміру лінійних деформацій, розеткові - моментів, що крутять, на кругових валах, мембранні наклеюються на мембрани. До переваг фольгових тензорезисторів відноситься також можливість підвищення через тензорезистори струму що пропускається (із-за великої тепловіддачі) і тим самим підвищення чутливості тензоперетворювача.

Напівпровідникові тензорезистори в порівнянні з розглянутими вище, мають наступні переваги: їх чутливість в 50-80 разів вища, ніж в дротяних; високий рівень вихідного сигналу у ряді випадків не вимагає вживання підсилювача. Основною відмінністю напівпровідникових тензорезисторів від дротяних є велика (до 50%) зміна опору тензоперетворювача при деформації. До недоліків напівпровідникових тензорезисторів відноситься їх мала механічна міцність і гнучкість, а також розкид характеристик від зразка до зразка, нелінійність характеристики.

Робота датчиків багато в чому залежить від якості наклейки тензоперетворювачів. Перед наклейкою поверхня пружного елемента ретельно очищається напилком від фарби і бруду. Зачищена поверхня має бути в 1,5-2 рази більше розмірів тензорезистора. Далі поверхня доочищається наждачною шкіркою і знежирюється за допомогою очищеного бензину, а потім за допомогою хімічно чистого ацетону і 96% етилового спирту до тих пір, поки поверхня не стане досконало чистою. Для наклейки тензоперетворювачів можна використовувати бакелитнофенольним клеєм БФ-2. На підготовлену поверхню наноситься перший тонкий шар клею. Одночасно тонкий шар наноситься на оборотну сторону тензорезистора і злегка просушується. Потім на деталь наноситься другий шар клею, знову злегка підсушується і на нього наклеюється, притискуючись через целофан, тензорезистор. Сушити слід протягом 30-40 хвилин при температурі 50-70°C. Після підсихання для зменшення повзучості клею тензоперетворювач рекомендується нагрівати до 120-140° С в сушильній шафі і витримати при цій температурі 1-2 ч. При цьому клей повністю полімеризується. Якщо немає можливості помістити деталь в термостат, можна сушити при кімнатній температурі протягом 2-3 діб. Після остаточної сушки до кінців дроту припаюються провідники з товстого дроту, які служать для приєднання датчика до вимірювальної схеми. Як герметизуючі покриття можуть використовуватися епоксидні смоли, бакелітові і інші лаки.

Для виміру опорів використовуються, в основному, мостові або напівмостові схеми з'єднання тензоперетворювачів. Для виключення початкової складової міст врівноважується. При цьому різниця потенціалів на вершинах вимірювальної діагоналі дорівнює нулю. У практиці тензометрування застосовуються, в основному, невірноважені мости, в яких зміна опору визначається по величині розбалансу. При вантаженні датчика виходить подвійне розбалансування моста, оскільки опір одного плеча моста збільшується, а опір іншого плеча моста зменшується. Стрілка приєднаного гальванометра відхилятиметься від нульового ділення. Це відхилення буде тим більше, чим більше буде величина дії. Відхилення фіксується приладами.

Розглянемо найбільш поширені типи датчиків.

Датчик для виміру зусиль є круглим або овальним кільцем з отворами для кріплення, виготовлене із сталі 65 Г і загартоване в маслі. На одній з ділянок кільця з обох боків наклеєні дротяні опори. Коли на ланку починає діяти сила, те кільце деформується і радіус кривизни кільця разом наклейки датчиків змінюється. При цьому датчики отримують деформації, а отже, і зміни

опору різних знаків. Через тензометричний підсилювач, датчик підключається до осцилографа.

Датчик для виміру обертового моменту працює на принципі використання не менше двох тензорезисторів встановлюваних під кутом 90° один до одного і під кутом 45° до осі валу. Тоді при крученні валу, в одного тензоперетворювача опір зменшуватиметься, а в іншого - збільшуватися. Цим вживання мостових вимірювальних схем збільшує чутливість удвічі. Тензорезистори включаються в зв'язані плечі електричного вимірювального моста. При навантаженні валу моментом, що крутить, відбувається подвійне розбалансування моста, яке фіксується осцилографом.

Датчик лінійних прискорень складається з плоскої пружної балки з металевими кульками на кінці, яка прикріплюється до рухомої ланки, прискорення якої визначається. При русі ланки з прискоренням, сила інерції кульки згинатиме балку. При малих деформаціях вигин балки буде пропорційний силі інерції і, отже, вимірюваному прискоренню. Як чутливий елемент використовуються дротяні тензорезистори, які з двох сторін наклеюються на балку, яка виконується як балка рівного опору вигину так, що радіус кривизни балки і відносна деформація балки при дії на неї сили інерції кульки будуть постійні по всій довжині. Для виключення впливу власних коливань датчика на його свідчення, частота власних коливань датчика має бути в 10-15 разів більше частоти процесу, що заміряється.

Датчик лінійних швидкостей складається з постійного магніту і котушки з сердечником. Швидкість вимірюється використовуючи явище електромагнітної індукції. У полі постійного магніту рухається котушка, намотана на зігнутий сердечник, виготовлений з м'якої сталі з великою магнітною проникністю. Кінці дроту котушки безпосередньо підключаються до шлейфу осцилографа, який фіксує швидкість на осцилографічному папері.

Датчик лінійних переміщень встановлюється на поступально рухомій ланці і є котушкою з двома обмотками усередині якої переміщається залізний сердечник. Сердечник жорстко пов'язаний з рухливою ланкою, а котушка встановлена непорушно. Первинна обмотка котушки живиться напругою змінного струму. Напруга вторинної обмотки залежить від того наскільки глибоко в котушку входить сердечник. По величині напруги вторинної обмотки визначається положення сердечника відносно котушки, яке записується приєднанням до неї приладом. При проведенні вимірів з використанням тензометричних і інших датчиків необхідно мати відповідну апаратуру, прилади і інструменти, що забезпечують виконання робіт, пов'язаних з перевіркою датчиків, випробуванням і таруванням тензометричних приладів, з виміром статичних і динамічних навантажень.

1.3.3. Реєстрація результатів вимірів приладами.

Для реєстрації вихідних сигналів датчиків застосовуються різні реєструючі прилади: світлопроменеві магнітографи, самописні реєструючі прилади. При посиленні вихідних сигналів використовуються підсилювачі різних конструкцій.

Тензометричний підсилювач на інтегральних схемах для дротяних датчиків ТММ 48 має чотири незалежні канали посилення з трьома діапазонами посилення на кожному каналі. Принцип дії приладу заснований на роботі моста, виконаного на тензодатчиках і посиленні його вихідного сигналу балансным підсилювачем постійного струму. На шасі підсилювача розміщені елементи блоку живлення. До шасі кріпиться передня панель, на якій змонтовані органи управління, роз'єми для підключення зовнішніх тензодатчиків і мікроамперметр. З внутрішньої сторони панелі кріпляться плати підсилювачів і стабілізатори. На задній стінці шасі розташовані роз'єм для підключення шлейфового осцилографа і запобіжник. До входу кожного каналу посилення підключений пристрій балансування, що є півмостом, утвореним з двох дротяних датчиків опору. Попередні каскади посилення кожного каналу виконані із застосуванням інтегральних схем. Вихідні каскади виконані на транзисторах. Вихідний каскад кожного каналу перемикачем може бути підключений або до мікроамперметра, що дозволяє контролювати балансування вимірювальної схеми, або до шлейфового осцилографа для реєстрації величин механічної напруги в досліджуваному об'єкті. При дії зусиль на ланку, в якій вимірюються деформації, в мостовій вимірювальній схемі з'являється сигнал розбалансу, який посилюється каскадами підсилювача і фіксується мікроамперметром або шлейфовим осцилографом. Електроживлення підсилювача ТММ 48 здійснюється від мережі змінного струму частотою 50 Гц і напругою 220 В.

Вживаний впродовж довгого часу при випробуваннях машин підсилювач 8 АНЧ -7М входив в комплект тензометричної апаратури, призначеної для виміру у восьми точках динамічних і статичних деформацій, що виникають в ланках сільськогосподарських машин і інших конструкціях в процесах їх роботи. Задаючими і реєструючими елементами апаратури є дротяні тензодатчики і шлейфовий осцилограф. Підсилювач 8АНЧ-7М складається з восьми однотипних підсилювачів генератора частоти, що несе, показника вихідного струму і блоку живлення. Робота одного з каналів підсилювача відбувається таким чином. Датчики і обмотки вихідного трансформатора підсилювача потужності утворюють міст, який живиться від генератора напруги несучої частоти (90В, 3500 Гц), через підсилювач потужності. Датчики при дії деформації міняють свій опір, внаслідок чого відбувається розбаланс моста і на діагоналі його з'являється напруга несучої частоти, що модулюється напругою деформації. Ця напруга посилюється підсилювачем і подається на фазочутливий детектор, який виділяє сигнал модулюючої частоти (напруга деформації). Складова несучої частоти затримується фільтром. Отримуваний на виході сигнал пропорційний величині і відповідає напряму вимірюваній деформації. Цей сигнал подається

па шлейф осцилографа. На цей же шлейф періодично від тарировочного пристрою через підсилювач подається нульовий сигнал тарування, який служить еталоном при оцінці величини деформації. Генератор, підсилювачі, реле, індикаторні лампочки і мотор тарировочного пристрою живляться напругою, що отримується від блоку живлення. Всі з'єднання між блоками здійснюються доданими до апаратури кабелями за допомогою штепсельних роз'ємів. У апаратурі передбачена можливість включати, вимикати, здійснювати тарировку і запис процесів, як безпосередньо з підсилювального пристрою, так і на відстані за допомогою щитка дистанційного керування.

Для реєстрації змінних процесів найбільшого поширення набули світлопроменеві осцилографи, що відрізняються універсальністю і швидкодією. За допомогою світлопроменевих осцилографів на одній стрічці можна одночасно записувати, в досить широкому діапазоні частот (від 0 до 10 до Гц) цілий ряд досліджуваних параметрів, що дає можливість наочно їх вивчати і зіставляти в часі. Погрішність осцилографування лежить в межах 1-5%. Світлопроменеві осцилографи характеризуються:

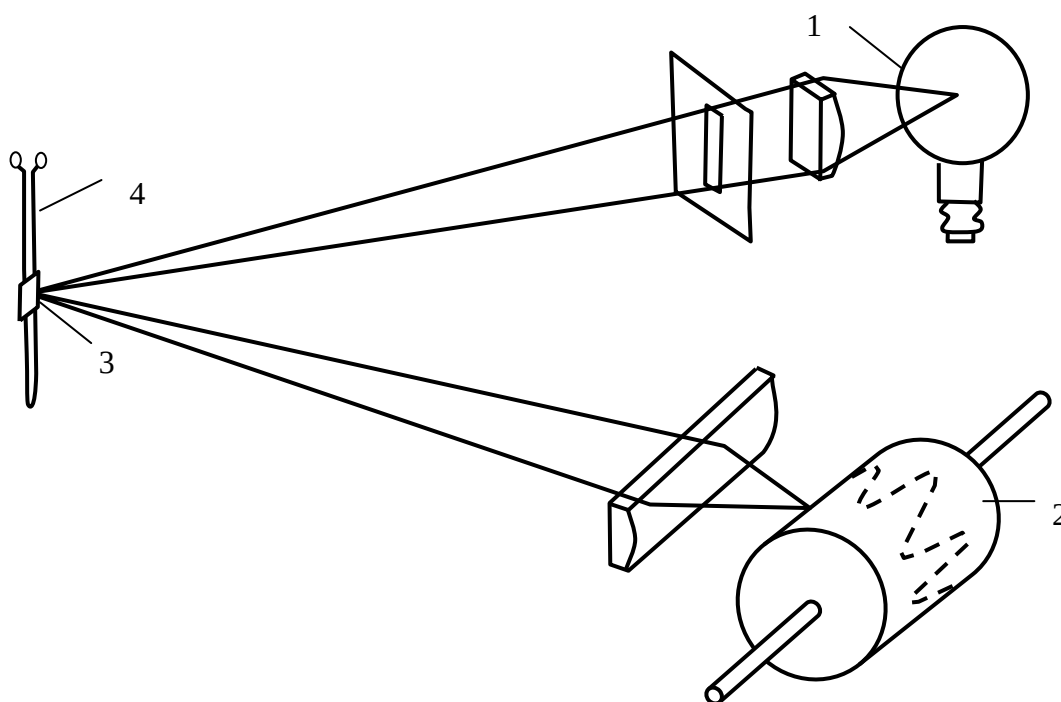
- числом гальванометрів, які можуть бути встановлені в осцилографі;
- числом типів гальванометрів, які можуть бути використані в даному осцилографі і гаммою їх характеристик;
- типом вживаної для реєстрації фотострічки (паперова фотострічка або фотоплівка, папір, чутливий до ультрафіолетових променів, для здобуття видимого запису без хімічного прояву, ширині фотострічки);
- ємкістю касет і їх типом (барабанна або стрічкова ємкістю від 5 до 40 м);
- діапазоном швидкостей руху фотострічки;
- довжиною світлового покажчика;
- типом і потужністю, освітлювача
- лампа розжарювання або ртутна лампа;
- наявністю відмітчика часу і частотою відміток часу;
- температурним діапазоном працездатності;
- наявністю системи дистанційного керування.

Велике число вживаних світлопроменевих осцилографів відрізняється характеристиками і конструктивними формами виконання окремих вузлів, проте всі вони побудовані, в основному, за однією принциповою схемою і мають три основні частини: оптичну, кінематичну і електричну.

Світлопроменевий осцилограф типа Н-700 має 14 шлейфів (вібраторів) семи типів, що дозволяють реєструвати процеси з верхньою частотою коливань до 10000 Гц. Основними елементами осцилографа є (рисунок 2) джерело світла 1, оптичні системи 2,3,5,8,9, вібратор (шлейф) 7, стрічкопротяжний механізм в касеті 12 якого поміщений світлочутливий папір 13 і механізм розгортки 4 для візуального спостереження реєстрованого процесу. Вібратор 7 представляє гальванометр, котушка якого в цілях зменшення моменту інерції зведена до однієї петлі, розміщеної в магнітному полі сильного постійного магніту. До петлі приклеєне люстерко 6 площею біля 1мм². Петля вібратора включається у вимірювальну діагональ

моста. При проходженні струму через петлю вона разом з люстерком скручується на кут, пропорційний величині струму. Вібратор поміщений в корпус, заповнений маслом для демпфування коливань. У корпусі вмонтована лінза 3. Промінь світла від лампи 1 проходить через щілинне вікно її кожуха, через лінзи конденсора 2, лінзу 3 і падає на люстерку вібратора. Відбитий промінь проходить через лінзи 3 і 8 падає на рухомий фотопапір 13, де наноситься осцилограма, ординати якої в певному масштабі пропорційні куту повороту люстерка вібратора, тобто силі струму у вимірювальній діагоналі моста.

Частина світлового променя, що йде від вібратора, відсікається люстерком 5, відбиваючись від нього і падає багатогранний дзеркальний барабан, що не обертається, 4 механізми розгортки.



1- джерело світла; 2 - фотобумага; 3 - зеркало; 4 - вібратор.

Рисунок 2 – Схема світлопроменевого осцилографа.

Відбиті від дзеркального барабана промені, заломлюючись, потрапляють на матове скло для візуального спостереження процесу, що вивчається. Шляхом регулювання швидкості обертання дзеркального барабана зображення процесу, що вивчається, на матовому склі робиться нерухомим. Одночасно на рухомий фотопапір потрапляє промінь відмітчика часу через щілинний диск 10 і дзеркало 9. Масштаб діаграми на осі ординат вибирається залежно від чутливості гальванометра. Масштаб по осі абсцис залежить від швидкості переміщення фотопаперу і фіксується відмітчиком часу. При виборі гальванометрів, перш за все, необхідно враховувати струм, що допускається. При реєстрації швидко протікаючих процесів необхідно враховувати частотну характеристику гальванометра. Для неспотвореної реєстрації таких процесів власна частота коливань гальванометра має бути в

5 - 10 разів вище за частоту першої гармоніки процесу.

Разом зі світлопроменевими осцилографами, що мають обмежений частотний діапазон реєстрованих процесів, для виміру швидко протікаючих процесів (до 100 кГц і вище) використовуються електронні осцилографи, а результати виміру фотографуються з екрану електронно-променевою трубкою. Деяким обмеженням у вживанні електронних осцилографів для реєстрації однократних процесів є недостатня яскравість люмінофора при великій швидкості переміщення променя. Фотографування з екрану електронно-променевої трубки здійснюється або окремими кадрами за допомогою малоформатних фотокамер (з електричною розгорткою процесу в часі), або безперервно - при механічній розгортці, переміщенням плівки мимо екрану.

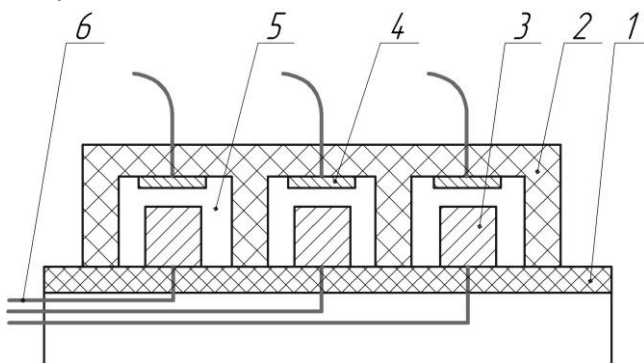
При підготовці світлопроменевого осцилографа необхідно перевіряти освітленість всіх шлейфів, роботу відмітчика часу, можливість переміщення "зайчиків" від гальванометрів за всією шкалою екрану, роботу стрічкопротяжного механізму, справність кнопки "зйомки", справність тумблерів, що включають шлейфи, наявність заземлення. Після такої перевірки у відповідні гнізда осцилографа встановлюються гальванометри, а контакти від них приєднуються до виходів підсилювача. Після перевірки підсилювача включається відмітчик часу. При проведенні вимірів рекомендується наступний порядок дій з апаратурою: вставляється заряджена касета; встановлюється швидкість руху паперу, "зайчики" від шлейфів розташовуються по висоті екрану відповідно до нумерації гнізд і висоти стрибка електротарування; включається відмітчик часу; встановлюються діафрагми; включаються шлейфи; включаються мотори осцилографа; включається зйомка і проводяться нульові лінії; почерговим включенням і виключенням перших, потім других і третіх каналів наноситься електротарування; записуються осцилограми; після закінчення запису осцилограми повторюється електротарування; відключається осцилограф, відмітчик часу і підсилювач. Під час зйомки необхідно стежити за ходом запису. Побудова осцилограми (кількість записів кривих на одну плівку) планується під час складання програми випробувань.

Для можливості передавання електричного струму через рухомі з'єднання, наприклад з валу на статор використовуються струмоз'ємники, конструкція одного з яких представлена на рисунку 3. Таким способом здійснюється передача електричного сигналу від тензодатчиків, розташованих на валу, що обертається.

1.3.4 Тарування датчиків і приладів

Тарування апаратури проводиться після її збірки і всебічної перевірки. Тарування проводиться як поелементна (окремо датчик, підсилювач і реєструючий для вимірника вузол) так і скрізна. Для зменшення об'єму робіт і погрішності рекомендується завжди (при нагоді) проводити скрізне

тарування.



1 – текстолітовий вал; 2 – текстолітовий корпус струмоз'ємника; 3 – обертовий мідний контакт; 4 – нерухомий мідний контакт; 5 – порожнина заповнена ртуттю; 6 – дріт від тензодатчиків.

Рисунок 3 – Схема струмоз'ємника.

Тарування треба проводити в умовах майбутньої роботи апаратури. При цьому будується тарировочний графік, який показує залежність відхилення променя осцилографа або іншої реєструючої апаратури від величини вимірюваного явища. Для тарування тензометричних ланок застосовуються спеціальні тарирувальні пристосування. Залежно від характеру вимірюваних величин тарування може бути проведена за допомогою установок статичної і динамічної дії. Для статичної тарування тензометричних ланок, пружинних і гідравлічних приладів використовуються два основні методи:

- із застосуванням гирь, що впливають на таровану ланку безпосередньо через систему важеля або через гідравлічну передачу;
- шляхом порівняння свідчень тарованої тензометричної ланки або іншого приладу зі свідченнями інших еталонних силовимірювальних приладів при одночасній дії на ці прилади деякої сили.

Тарування тензометричних ланок і інших приладів з точністю $\pm 1\%$ від вимірюваної величини може бути проведена на машинах, що серійно виготовляються, для випробувань матеріалів. Для тарування тензометричних ланок з великою точністю застосовуються спеціальні установки, в яких опори важелів, виконані на шарикопідшипниках або призмах. При статистичному таруванні проводиться ступінчасте вантаження тензометричної ланки або тарованого датчика. Зазвичай лінії розвантажень не збігаються з лініями навантажень. Чим досконало прилад, тим менше його статична погрішність, що представляє відхилення від дійсного навантаження.

По записах та осцилограмі, плівці або стрічці рівнів вантаження і розвантаження будується графік тарування і визначається масштаб, як відношення дійсного навантаження даного рівня до середньої ординати навантаження і розвантаження. Під час тарування ступінчасте вантаження і розвантаження виробляється кілька разів. Результати записуються в табличній формі. При таруванні датчиків відносної статичної похибки

зазвичай припускається до 2-3%.

Динамічна тарування проводиться в тих випадках, коли прилади використовуються для виміру вібраційних і ударних процесів, а їх конструкція не дозволяє проводити тарування в статичному режимі. При обробці осцилограм використовується масштаб, визначений в результаті тарування.

1.4 Порядок виконання практичної частини

1. Підготувати зріз сировини.

Для цього зрізати шар продукту, адгезійні властивості якого досліджуються товщиною 1-4 см. Площа поверхні повинна бути рівною та плоскою, а верхня та нижня поверхня – паралельними.

2. Налаштувати тензометр для роботи.

Для цього обрати необхідний гальванометр і здійснити регулювання світової точки приладу відносно шкали приладу.

3. Послідовно збільшуючи навантаження на пластину провести тарування в прямому і зворотному напрямку. Для цього:

- розташувати зразок продукту верхнім зрізом паралельно горизонтальній площині;
- плавно підвести пластину приладу до торкання її зрізу продукту і впевнитися що пластина торкається зрізу всією площею;
- витримати пластину у контакті з продуктом необхідний час, або розташувати на поверхні пластини гирьку, певної величини;
- зняти вантаж і повільно обертаючи рукоятку приладу піднімати пластину уважно слідкуючи за відхиленням світлової точки тензометра;
- пластина, що силами адгезії утримується на поверхні зрізу, вигинається, що фіксується відхиленням світлової точки на шкалі тензометра;
- коли сили пружності пластини перевищуються сили адгезії, відбувається вивільнення пластини, і сонячна точка повертається у вихідне положення;
- максимальне відхилення світлової точки до вивільнення пластини записуємо в робочий журнал (конспект).

Процедуру виміру проводимо в сторону зменшення навантаження. При відмінності більше 5% (для учбового вимірювання) процедуру повторити. Результати занести в таблицю 1 і побудувати номограму (рисунок 4).

4. Виміряти величину сили адгезії продукту в залежності від тривалості контакту з сировиною і від зусилля притискання до сировини.

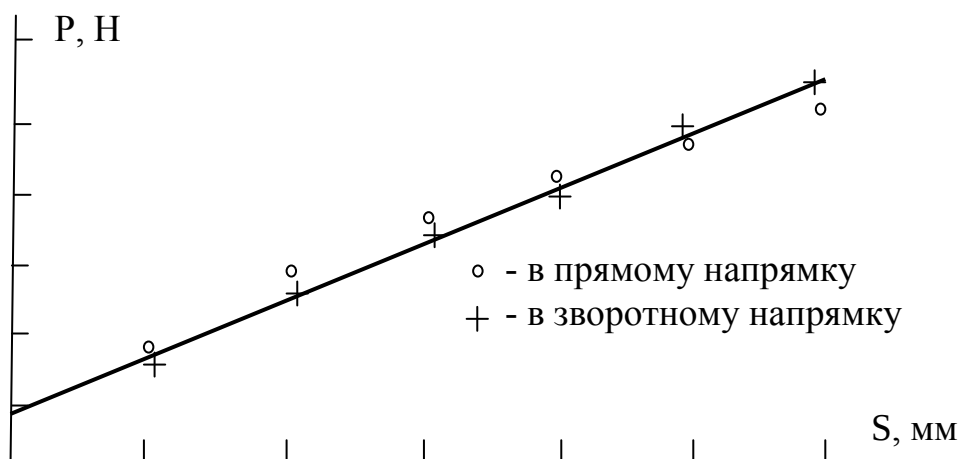


Рисунок 4. Тарувальна пряма.

1.5 Контрольні питання

1. Сфера використання тензометричних методів вимірювань.
2. Які ви знаєте види перетворювачів механічної величини в електричну?
3. Що називають тензорезистором?
4. Які види тензорезисторів ви знаєте?
5. Схеми включення тензодатчиків у вимірювальні мости
6. Надайте типові схеми застосування тензодатчиків для вимірювання фізичних величин
7. Як здійснюється наклеювання тензодатчика?
8. Які прилади для реєстрації вимірювань вихідних сигналів датчиків ви знаєте? Їх призначення та принцип дії.
9. Надайте принципову схему пристрою для передавання струму з валу.
10. Призначення і характеристики світлопроменевих осцилографів.
11. Схема та принцип дії світлопроменевого осцилографа.
12. Для чого і як здійснюється тарування осцилографа?

Рекомендована література

1. Яковлєв В.Ф. Измерение деформаций и напряжений деталей машин / В.Ф. Яковлев. – М.- Л., Машгиз, 1963. – 192 с.
2. Бабицкий Л.Ф. Основы научных исследований / Л.Ф. Бабицкий, В.М. Булгаков, Д.Г. Войтюк, В.И. Рябец. – Изд-во НАУ, Киев, 1999 – 228с.

