

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ІЙ НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
"ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ**

Затверджено
навчально-видвничою радою ДонНТУ

Протокол № ____ від _____.2008 р.

Донецьк, ДонНТУ

2008

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра "Збагачення корисних копалин"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
"ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

(для студентів спеціальності 7.05030302.
"Збагачення корисних копалин"
напрямок підготовки 6.050303 - «Переробка корисних копалин»)

Затверджено
на засіданні кафедри
«Збагачення корисних копалин»
Протокол № 5 від 12.05.08 р.

Донецьк, ДонНТУ

2008

УДК 622.7

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи автоматизації виробничих процесів" (для студентів спеціальності 7.05030302 "Збагачення корисних копалин", напрямок підготовки - "Гірнична справа"). Укл.: проф. Папушин Ю.Л.-Донецьк: ДонНТУ, 2008. - 32 с.

Визначено мета, зміст і порядок виконання лабораторних робіт, спрямовані на освоєння основ автоматизації виробничого процесу, у тому числі на вивчення призначення, структур, принципів дії і налаштування основних елементів систем автоматичного контролю і регулювання.

Виконання експериментальної частини лабораторних робіт орієнтовано на застосування діючих стендів і приладових методів виміру.

Призначені для студентів спеціальності 7.05030302 "Збагачення корисних копалин" денної й заочної форм навчання.

Укладач Папушин Ю.Л.

Введення

Автоматизація виробничих процесів є одним з основних факторів, що забезпечують прискорення науково-технічного прогресу. Збагачувальне виробництво - сукупність складних багатофакторних технологічних процесів, якісне керування якими без засобів автоматики проблематично.

Дисципліна «Основи автоматизації виробничих процесів» охоплює основні аспекти теорії й практики автоматичного контролю й регулювання технологічних параметрів збагачувальних процесів.

Метою лабораторних робіт із цього курсу є вивчення принципів дії, пристрою основних елементів автоматичних систем регулювання, освоєння експериментальних методів визначення їх статичних і динамічних характеристик.

Проведення лабораторного практикуму сполучено з використанням апаратур, в основу роботи якої закладені закони електротехніки й електроніки, фізики, гідроаеродинаміки. Тому для якісного проведення лабораторних робіт необхідна ретельна самопідготовка студентів, що включає:

- освоєння теоретичного матеріалу по рекомендує літературе, що, і конспекту лекцій;
- вивчення методичних вказівок до конкретної лабораторної роботи, з'ясування мети, завдання й методу виконання роботи;
- ознайомлення з вимогами, пропонованими до звіту по лабораторній роботі й підготовка необхідних схем, формулярів (таблиць) для запису результатів вимірів.

Роботи виконуються підгрупами, які за вказівкою викладача діляться на бригади по 2-3 чоловік. На початку занять викладач контролює готовність студентів до проведення поточної лабораторної роботи й приймає звіти по попередні. Звіт про роботу - індивідуальний, складається на аркушах паперу формату А4.

Виконання лабораторних робіт сполучено з відомою небезпекою для життя, тому що в деяких апаратах використовується електрична енергія напругою до 380 У. Тому основною вимогою, пропованою до студентів, є попереднє вивчення відповідних інструкцій із правил техніки безпеки й неухильне їхнє дотримання в процесі виконання лабораторних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Загальне ознайомлення з основними елементами автоматичних систем регулювання

1. Загальні положення

Автоматичні системи регулювання (АСР) у загальному випадку складається із двох основних взаємодіючих підсистем (мал. 1) - узагальненого об'єкта регулювання (ООР) і керуючого пристрою (УУ).

У системі регулювання розрізняють внутрішні й зовнішні впливи. Зв'язок між узагальненим об'єктом регулювання й керуючим пристроєм здійснюється за допомогою внутрішніх впливів - керуючого ($\mu(t)$) і контрольного впливу (поточне значення параметра Y_T). Зовнішніми впливами є що обурює ($Z(t)$) і що задає (Y_3) впливу.

Стабілізуючі АСР по виду контрольного впливу класифікуються на системи регулювання *по відхиленню*, і регулювання *по збурюванню*. В останньому випадку виміряється величина впливу, що обурює ($Z(t)$) і за допомогою керуючого пристрою компенсується його вплив на регульований параметр.

Основними елементами АСР є (мал.1):

- об'єкт керування,
- система автоматичного контролю регульованого параметра (САК),
- регульовальний орган (РО),
- регулятор з елементом порівняння (ЭС),
- виконавчий механізм (ІМ),
- пристрій, що задає (ЗУ).

Елемент порівняння служить для виділення сигналу неузгодженості - різницю між поточними й заданими значеннями регульованого параметра.

Система автоматичного контролю (САК) регульованої величини містить у собі первинний датчик, перетворювач і вторинний прилад (реєстратор).

пристрій, Що Задає (задатчик) служить для установки заданого значення регульованої величини, тобто завдання для регулятора.

Виконавчий механізм (ІМ) і регульовальний орган (РО) призначені для зміни вхідного параметра об'єкта за законом, обумовленому регулятором.

2. Ціль роботи

Вивчення структури АСР, призначення й принципу дії її основних елементів на прикладі електричної системи регулювання рівня рідини.

Засвоєння взаємодії елементів АСР у процесі її роботи на діючому лабораторному стенді.

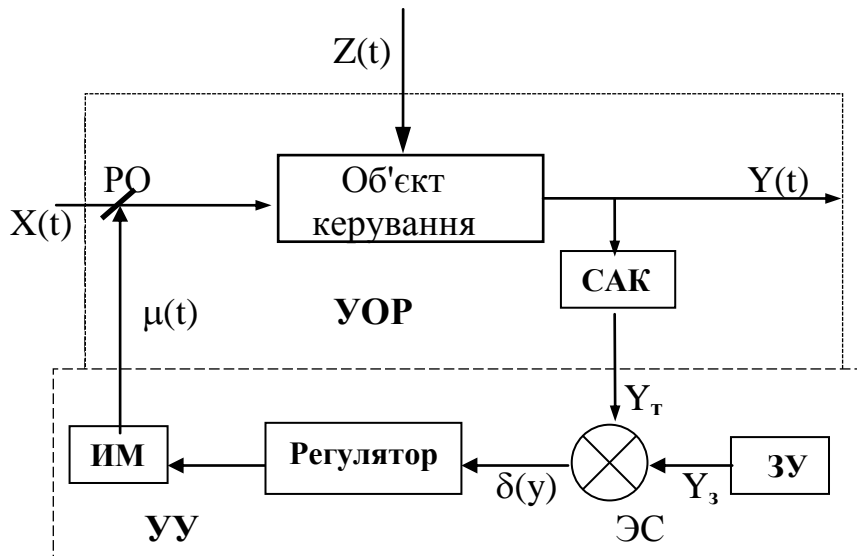


Рис. 1.-Функциональная схема автоматической системы регулирования (АСР) по отклонению.

Обозначения:

ООР - обобщенный объект регулирования, УУ - управляющее устройство, $X(t)$ - входной параметр объекта, $Y(t)$ - выходной (регулируемый) параметр, $Z(t)$ - возмущающее воздействие, Y_m, Y_3 - текущее и заданное значение параметра, соответственно, $\delta(y)$ - сигнал рассогласования, $\mu(t)$ - управляющее воздействие, САК - система автоматического контроля, ЗУ - задающее устройство, ЭС - элемент сравнения, ИМ - исполнительный механизм, РО - регулирующий орган.

3. Опис лабораторного стенда АСР рівня рідини

Структурна схема експериментальної установки, що моделює систему регулювання рівня рідини (по відхиленню) показана на мал. 2.

Об'єкт керування моделюється ємністю, рідина з якої через регулювальний орган (ОР2) і проміжну ємність (ПЕ) насосом повертається у вихідний об'єкт. Як датчик рівня застосований поплавець, постачаний індукційно-трансформаторним перетворювачем. Регулювальний орган РО1 служить для нанесення впливу, що обурює, на об'єкт регулювання.

Елемент порівняння, задатчик і підсилювач входять до складу серійного регулятора Р-25.12, поміщеного на стенді.

Система регулювання діє в такий спосіб. При поточному значенні рівня рідини, рівному заданому, виділюваний на елементі порівняння сигнал (ΔU) дорівнює нулю. Це стан об'єкта характеризується матеріальним балансом вступник рідини (Q_1) і споживаної (Q_2). Система перебуває в режимі, що чекає. З появою збурювання, наприклад, з боку витрати рідини Q_1 змінюється її рівень в об'єкті, що супроводжується зміною сигналу поточного значення U_T й, як наслідок, сигналу неузгодженості ΔU . З урахуванням фази даного сигналу регулятор через виконавчий механізм (ІМ) і регулювальний орган (ОР2) змінює

витрату рідини (Q_2) до моменту настання матеріального балансу. Алгоритм формування керуючого сигналу визначається законом регулювання, закладеного в регуляторі.

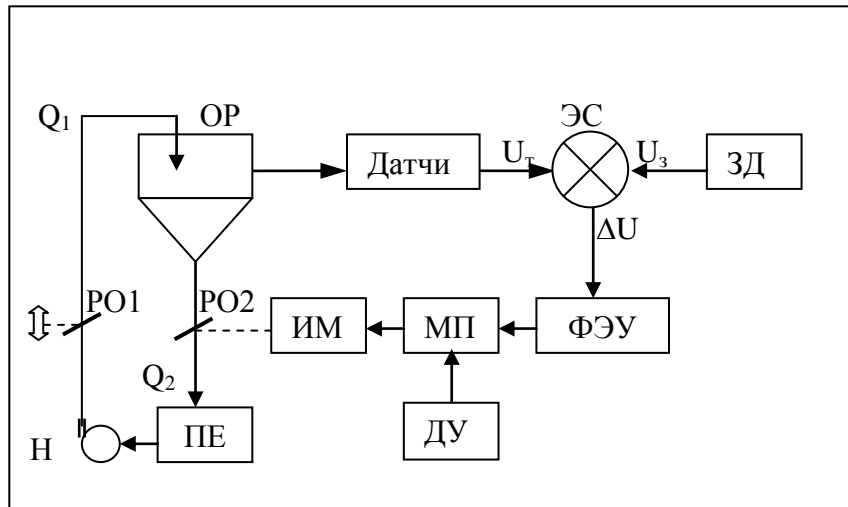


Рис. 2 - Структурная схема АСР уровня жидкости.

Обозначения:

ОР - объект регулирования, **ЭС** - элемент сравнения, **ФЭУ** - фазочувствительный электронный усилитель, управления, **ЗД** - задатчик, **МП** - магнитный пускатель, **ДУ** - дистанционное управление, **ИМ** - исполнительный механизм, **РО1** - регулирующий орган для нанесения возмущения, **РО2** - регулирующий орган расхода жидкости, **ПЕ** - промежуточная емкость, **Н** - насос.

4. Порядок виконання роботи

Під керівництвом викладача подати на стенд живляча напруга. Включити регулятор. У ручному режимі роботи системи закрити регулюючу заслінку (РО2) і відкрити допоміжну (РО1). Залити ємність водою до переливу. Включити насос і за допомогою заслінки РО1 установити витрата рідини, що забезпечує її наявність у проміжній ємності (ПЕ). Завдяки властивості об'єкта - "самовирівнювання" - через певний час установлюється матеріальний баланс по витратах рідини.

Установити на пульті регулятора "Завдання" для системи й включити регулятор. Спостерігати за взаємодією елементів системи в період перехідного процесу, відзначити час, необхідне для досягнення системою нового сталого значення рівня рідини в об'єкті.

Аналіз поведінки системи виконати при різних установках "Завдання". У цьому випадку збурювання на АСР вноситься з боку впливу, що задає.

Після досягнення стаціонарного режиму роботи системи ввести збурювання з боку регульовального органа РО1 шляхом повороту робочого органа на 30-45°. Провести аналіз роботи системи в даних умовах.

5. Зміст звіту:

- структурна схема АСР рівня рідини "по відхиленню" й опис принципу її роботи,
- аналіз перехідних процесів у системі при різних видах впливів, що обурюють,
- структурна схема АСР рівня рідини "по збурюванню", розроблена на основі існуючої, і опис принципу її роботи.

6. Контрольні питання

1. Состав систем регулювання (АСР), характеристика й призначення її елементів.
2. Особливості й схеми АСР по відхиленню й збурюванню.
3. Сигнал неузгодженості й способи його виявлення.

Література: [1], с. 161 - 168.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Вивчення й дослідження перетворювачів переміщення

1. Загальні положення

Перетворювачі (датчики) переміщення призначені для перетворення лінійного або кутового переміщення в пропорційне значення електричного сигналу.

Перетворювачі переміщення вбудовуються в датчики технологічних параметрів для передачі показань первинного приладу на вторинний, у що реєструє й регулює апаратури.

У даній роботі об'єктами вивчення є наступні датчики переміщення:

- індуктивний перетворювач лінійного переміщення (ІП),
- індукційно-трансформаторний датчик лінійного переміщення (ІТП),
- феродинамічний перетворювач кутового переміщення (ФП),
- реостатний (резисторний) перетворювач кутового переміщення (РП).

Характерною рисою індуктивних і реостатних перетворювачів є їхнє застосування, як правило, у мостових вимірювальних схемах, а індукційно-трансформаторних і феродинамічний - самостійне їхнє використання в прямих схемах передачі інформації. Це не виключає їхнє застосування в компенсаційних схемах виміру й регулювання. При цьому на первинні їхні обмотки подається змінна напруга, що викликає магнітний потік, а із вторинних обмоток знімається вихідна напруга, пропорційне вхідному впливу - відповідно, переміщенню сердечника в ІТП або зміні кута повороту вторинної обмотки (рамки) у ФП.

2. Ціль роботи

Вивчення конструкції й зняття характеристик перетворювачів переміщення.

3 Використовувані стенди й апаратури

Для виконання роботи використовується стенд із установленими перетворювачами переміщення й блоком живлення, вольтметр.

4. Порядок виконання роботи

Вивчити конструкцію всіх перетворювачів. На стенді зібрати схему для зняття статичної характеристики індуктивного перетворювача (Рис.3). Напряга живлення моста ($U_{\text{п}} = 10 - 12 \text{ У}$) знімати із установленного трансформатора.

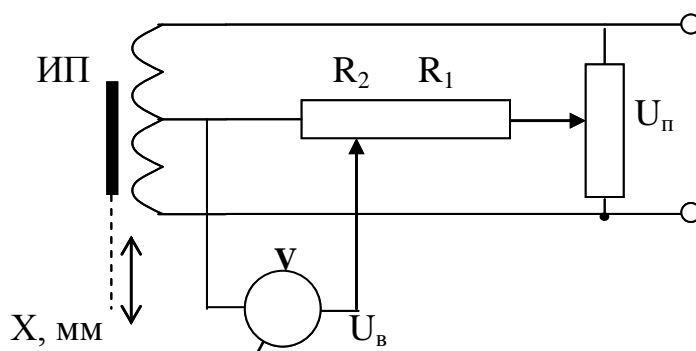


Рис. 3 - Мостовая схема для снятия характеристики индуктивного преобразователя

Після подачі напруги на стенд і встановлення заданого викладачем напруги живлення моста за допомогою резистора R_1 зрівноважити міст при нейтральному положенні плунжера.

Змінюючи за допомогою лекала вхідний параметр "X" (лінійне переміщення плунжера) у межах 0 - 4 мм щодо його нейтрального положення, виміряти за допомогою вольтметра вихідна напруга $U_{\text{вих}}$.

Для побудови характеристики $U_{\text{вих}} = f(X)$ при різних положеннях движка резистора R_2 підготувати таблицю досвідчених даних. Побудувати характеристики перетворювача.

Для зняття характеристик феродинамічного перетворювача зібрати схему, наведену на мал. 4. Напряга живлення перетворювача становить $U_{\text{п}} = 12 \text{ У}$, установити його за допомогою трансформатора.

Змінюючи вхідний параметр α (кутове переміщення рамки) у межах 0 - $10^{\text{про}}$ відносно її нейтральне положення, виміряти вихідну напругу $U_{\text{в}}$ у випадку підключення обмотки зсуву ($W_{\text{см}}$) і без її. Підготувати таблицю для занесення експериментальних даних і побудувати характеристики перетворювача.

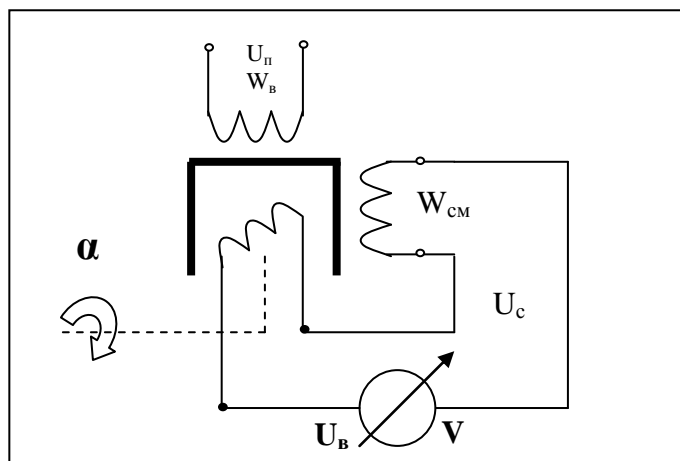


Рис. 4 - Принципиальная схема для снятия характеристик ферродинамического преобразователя

5 Зміст звіту:

- схеми заміщення перетворювачів переміщення й схеми зняття характеристик,
- експериментальні дані у вигляді таблиць і графіків,
- виводи по роботі.

6. Контрольні питання

1. Класифікація, призначення перетворювачів переміщення.
2. Схеми, принцип дії перетворювачів.
3. Статичні характеристики ферродинамічних і трансформаторних перетворювачів.

Література: [1], с. 135 - 139, [2], с. 92 - 97.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Вивчення засобів автоматичного контролю рівнів сипучих і рідких середовищ

1. Загальні положення

Автоматичний контроль рівнів різних середовищ - необхідна умова при керуванні рядом технологічних процесів й автоматизації роботи деяких збагачувальних машин: контроль й автоматизація заповнення бункерів сипучим матеріалом, стабілізація рівнів пульп у вакуум-фільтрах, флотомашинах, зумпфах і т.п..

Засоби й схеми контролю рівнів середовищ класифікуються на **дискретні (релейні)** і **безперервні (аналогові)**. Для дискретного контролю рівнів сипучих і струмопровідних рідких середовищ найбільше поширення одержали електродні

рівнеміри, наприклад, реле ИКС (іскробезпечний контроль опору), більше сучасні показчики типу УКС-1У.3. Спрощена схема електродного рівнеміра представлена на мал. 5.

Аналогові рівнеміри застосовуються при необхідності одержання безперервної інформації про поточне значення рівнів, наприклад, при автоматичному керуванні процесами й апаратами.

Аналогові системи контролю рівня, так само як й інших технологічних параметрах (витрати, щільності, тиску, температури) включають **первинні датчики й вторинні** (регіструючі) прилади.

У первинних датчиках можна виділити дві функціональні частини - чутливий елемент і перетворювач. Чутливий елемент контактує безпосередньо з контрольованим середовищем, а перетворювач формує сигнал, зручний для передачі на наступні елементи автоматики - прилад, що реєструє, регулятор. Наприклад, у мембранному дифманометрі чутливим елементом є мембрана, а перетворювачем - будь-який перетворювач переміщення.

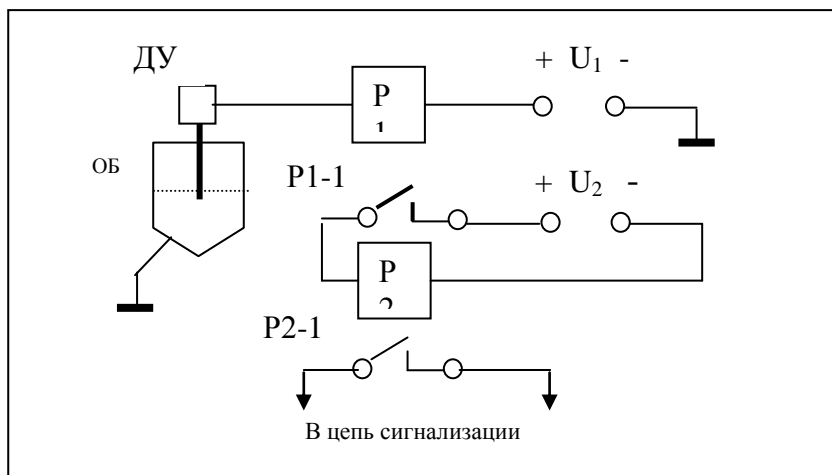
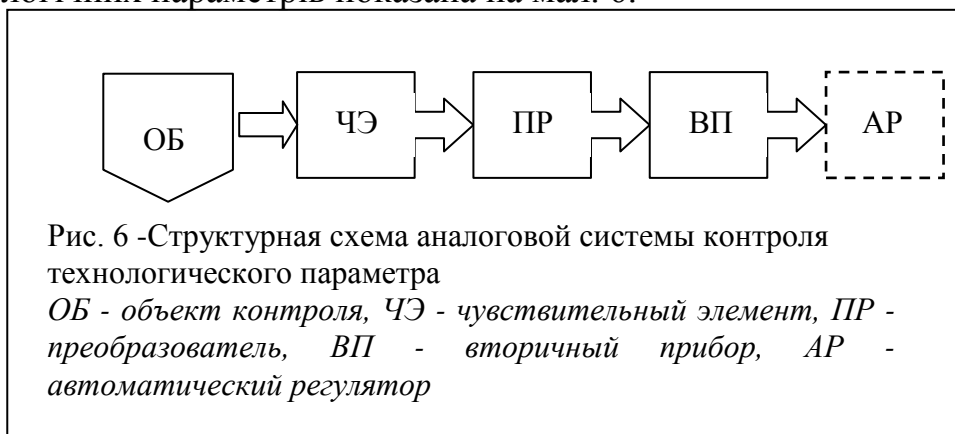


Рис. 5 - Упрощенная схема электродного датчика уровня
 ДУ - датчик уровня, ОБ - объект контроля, P1 - обмотка чувствительного реле, P2 - промежуточное реле, P1-1 и P2-1 контакты реле, соответственно, P1 и P2.

Узагальнююча структурна схема аналогової системи контролю технологічних параметрів показана на мал. 6.



2. Ціль роботи

Вивчення принципу роботи електродних рівнемірів (на прикладі датчика рівня типу УКС) і аналогових систем (на прикладі манометричного рівнеміра).
Освоєння способів настроювання рівнемірів.

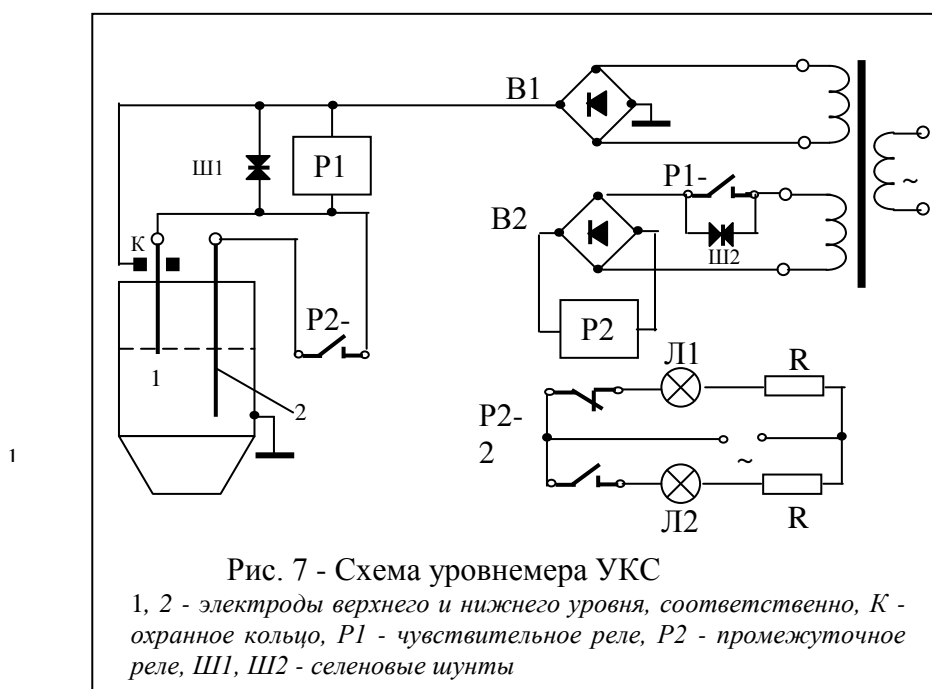
3. Використовувані стенди й апаратури

Стенди з електродним рівнеміром, об'єктом контролю, дифманометром, вторинним приладом типу КСД1.

4. Порядок виконання роботи

4.1 Дискретний контроль рівнів електродними датчиками

Вивчити роботу спрощеної схеми електродного датчика рівня (мал.5) і повної схеми промислового пристрою контролю опору (УКС), наведеної на мал. 7.



На наведеній схемі до рівнеміра підключені два електродних датчики: верхнього рівня (1) і нижнього (2). При досягненні матеріалу верхнього рівня спрацьовує реле P1, контакт якого подає живлення на реле P2. Його контакт P2-3 включає сигнальну лампочку Л2, а контакт P2-1 підключає живлення реле P1 через електрод 2. Це приводить до того, що знеструмлене реле P1 й, отже, P2 буде після розриву ланцюга між матеріалом й електродом нижнього рівня. У цьому випадку лампочка Л2 гасне, а Л1 загоряється, сигналізуючи досягнення матеріалу в об'єкті нижнього рівня.

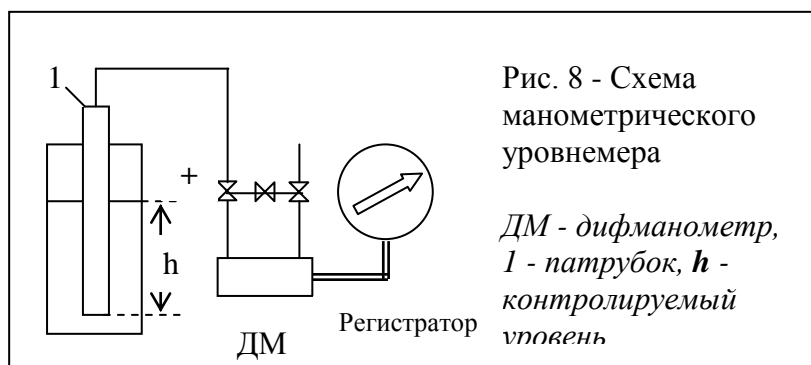
Селеновий шунт Ш1 служить для запобігання появи іскри між матеріалом й електродом у момент розриву ланцюга, а Ш2 - для гасіння іскри на малопотужних контактах реле Р1.

Охоронне кільце (ДО) служить для запобігання помилкового спрацьовування реле при запиленні (зволоженні) ділянки кріплення датчика до об'єкта контролю. Це досягається появою ланцюга струму через охоронне кільце - шар пилу - електрод - земля, минаючи обмотку реле Р1.

Після вивчення роботи схеми рівнеміра зібрати її на стенді, використовуючи моделюючий об'єкт, для контролю одного рівня рідини. Після її перевірки викладачем подати живлення на стенд і переконатися в правильному спрацьовуванні пристрою.

4.2 Безперервний контроль рівня рідких середовищ

З існуючих методів безперервного контролю рівня рідких середовищ (чистих рідин і суспензій) найбільше застосування одержав *манометричний спосіб* контролю, що відрізняється простотою й високою надійністю. Схема рівнеміра показана на мал. 8.



Патрубок, що занурює, (перекинута склянка) з'єднаний пневмолінією з позитивною порожниною мембранного дифманометра, останній контролює різниця тисків ($P = \rho gh$). При постійних значеннях щільності середовища (ρ) і прискорення сили ваги (g) треба $\Delta P = C h$, де C - постійна. Таким чином, вторинний прилад (реєстратор) буде вказувати контрольований рівень.

На стенді, укомплектованому дифманометром (ДМ), вторинним приладом КСД1 і моделлю об'єкта, зібрати схему контролю рівня рідини. Налаштувати схему для контролю рівня в межах 0 - 80 мм.

При необхідності ознайомитися з конструкцією диференціального манометра по заводській інструкції.

5. Зміст звіту:

- схема й опис електродного рівнеміра для контролю 2-х рівнів,
- схема, принцип роботи манометричного рівнеміра,
- способи налаштування рівнемірів.

6. Контрольні питання

1. Класифікація рівнемірів, принцип дії й область застосування електродного й манометричного рівнемірів.
2. Спрощена схема електродного способу контролю рівня.
3. Способи настроювання рівнемірів.

Література: [1], с. 139 - 143, [2], с. 192 - 200.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Вивчення електронних вторинних приладів

1. Загальні положення

Предметом вивчення є вторинні прилади типу КСД, ВФСМ, КСМ і КСП. Перші два прилади працюють із індукційно-трансформаторними й феродинамічними перетворювачами. Другі - мости змінний і постійний токи відповідно, що працюють із R-перетворювачами (КСМ) і термопарами (КСП).

Вторинні прилади є багатофункціональними пристроями, вони можуть виконувати не тільки інформативні функції (переміщення пера й стрілки щодо шкали), але й пускати в хід контакти апаратур, що сигналізує, і різні перетворювачі переміщення, використовувані для дистанційної передачі сигналу в системи регулювання й контролю. Для виконання цих функцій вторинні прилади містять реверсивний (конденсаторний) двигун, підключений до виходу підсилювача.

Принцип роботи всіх вторинних приладів заснований на компенсації вхідного сигналу $E_{вх}$ (мал.9), що надходить від первинного датчика, сигналом $E_{к}$, виробленому в самому вторинному приладі за допомогою відповідного компенсаційного перетворювача (КП). При цьому, вступник вхідний сигнал рівняється із сигналом компенсації. Векторна різниця (з урахуванням фази) $\Delta \dot{E} = \dot{E}_{вх} - \dot{E}_{к}$ надходить на вхід електронного підсилювача (ФЭУ), навантаженням якого є керуюча обмотка реверсивного двигуна (РД). Ротор останнього переміщає рухливий елемент компенсаційного перетворювача.

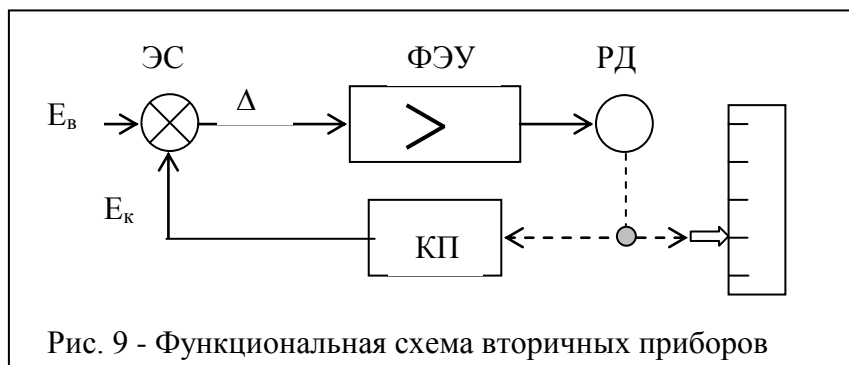


Схема порівняння сфазовані таким чином, щоб різниця (E зменшувалася при цьому до порога чутливості підсилювача. Після досягнення моменту

компенсації ($E=0$) ротор двигуна зупиняється, припиняють при цьому рух і кінематичне пов'язані з ним перо й стрілка приладу, забезпечуючи видачу відповідної інформації.

2. Ціль роботи

Вивчення принципу дії, пристрої й призначення вторинних електронних приладів.

Освоєння прийомів по настроюванню й підключенню до вторинних приладів первинних датчиків.

Примітка: час виконання даної роботи - 8 годин.

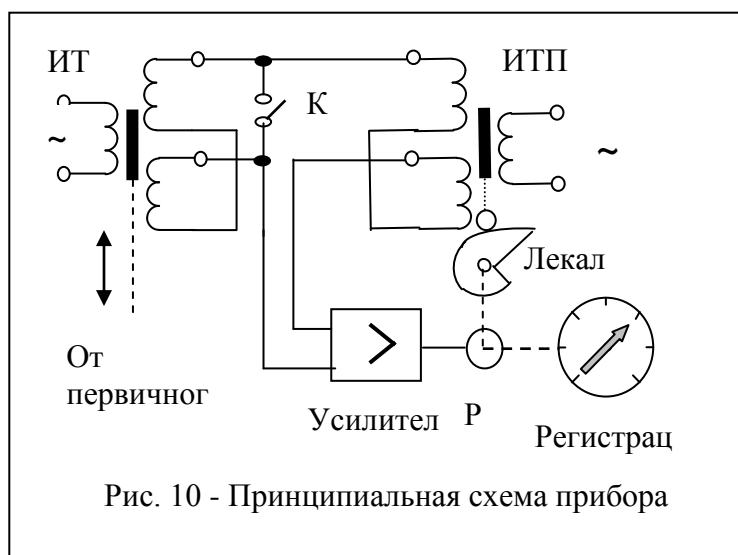
3. Використовувані стенди й апаратури

Стенди із вторинними приладами й первинними датчиками.

4. Виконання роботи

4.1 Вивчення вторинного приладу КСДЗ

Прилад КСДЗ (мал. 10) працює з індукційно-трансформаторними перетворювачами. Вимірювальна схема приладу містить послідовно зустрічно включені вторинні обмотки первинного датчика (ИТ) і компенсаційного перетворювача (ИТПК). Сигнал неузгодженості, виділюваний у цієї схема, подається на вхід транзисторного підсилювача. Після посилення сигнал надходить в обмотку керування реверсивного двигуна, ротор останнього надає руху через кінематичну схему сердечник ИТПК, стрілку й перо приладу..



Напрямок переміщення зазначених елементів визначається фазою сигналу неузгодженості

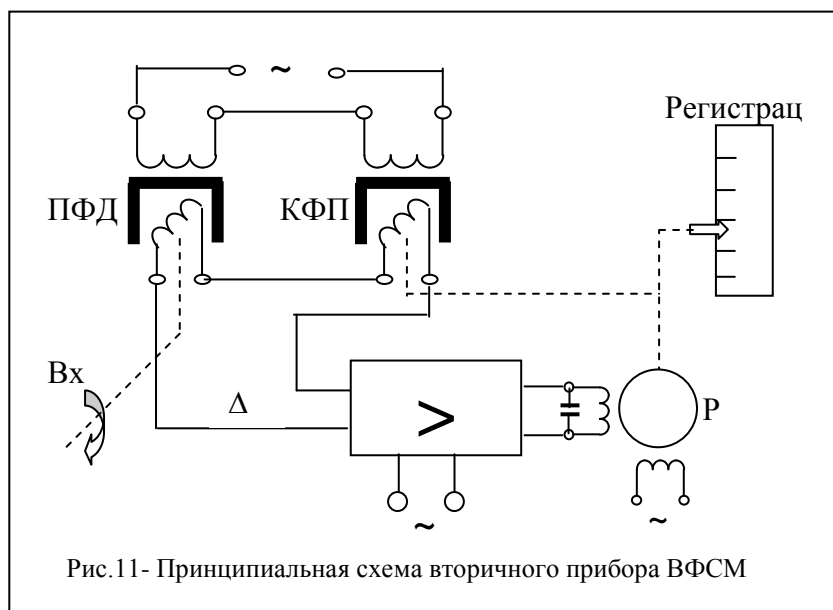
Для *перевірки* роботи приладу передбачена кнопка (ДО), при натисканні якої шунтується вторинна обмотка первинного датчика, на вхід підсилювача надходить сигнал тільки від компенсаційного перетворювача, що приводить до

переміщення його плунжера в нейтральне положення, тобто відбувається компенсація сигналу. Стрілка приладу займає при цьому нульове положення, що свідчить про справність приладу. Дана кнопка виведена на лицьову панель.

Для **настроювання** приладу в компенсаційному перетворювачі (ИТПК) передбачена допоміжна третя обмотка (на схемі не показана), призначена для коректування нульового положення сердечника при "нульовому" значенні контрольованого параметра. Ця обмотка шунтується змінним резистором і включається послідовно із вторинними обмотками перетворювачів. Переміщаючи движок даного резистора можна змінювати напругу, що подається на вхід підсилювача, тобто встановлювати "0" приладу. Крім того, вторинна обмотка компенсаційного перетворювача шунтується змінним резистором (на мал. 9 не показаний), переміщаючи движок якого можна змінювати діапазон виміру. На передню панель приладу виведені движки зазначених резисторів - "Установка 0" й "Діапазон".

4.2 Вивчення вторинного приладу ВФСМ

Прилад працює з первинними датчиками, постаченими феродинамічними або індукційно-трансформаторними перетворювачами. Спрощена схема приладу наведена на мал. 11



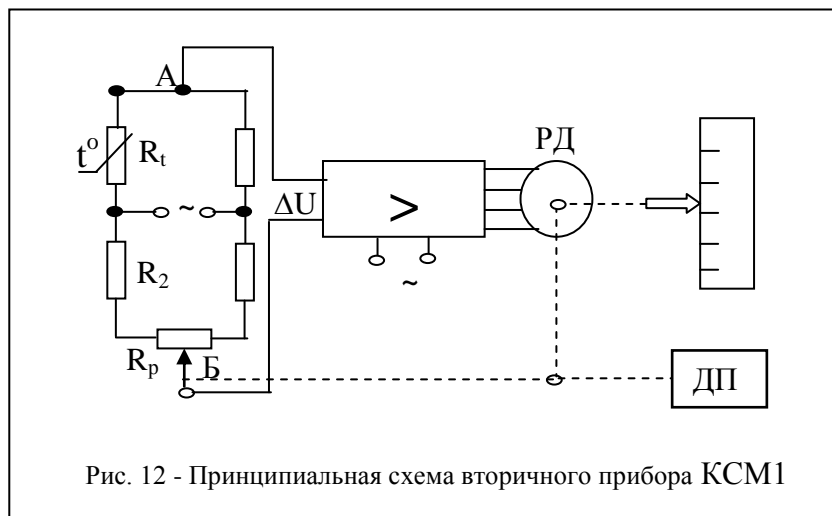
Принцип роботи приладу такий же, як і вище розглянутого. Компенсація вхідного сигналу (Вх) від первинного датчика (ПД) здійснюється за допомогою компенсаційного феродинамічного перетворювача (КФП), рамка якого механічно через систему важелів і лекал пов'язана з ротором реверсивного конденсаторного двигуна РД

Реєстрація контрольованого параметра виробляється на лінійній шкалі й стрічковій діаграмі.

У даний прилад вбудовуються допоміжні феродинамічні перетворювачі (на схемі не показані), рамки яких повертаються двигуном РД. Вони служать для передачі інформації в систему регулювання (при необхідності) і на дублюючий вторинний прилад.

4.3. Вивчення вторинних приладів - мостів змінного струму

Автоматичні мости змінного струму працюють з первинними R - перетворювачами (терморезисторами, фоторезисторами, тензорезисторами й т.п.). Для виміру омичного опору (вхідний сигнал) прилади даного типу мають мостову вимірвальну схему, побудовану на резисторах. На мал. 12 показана спрощена принципова схема вторинного приладу КСМ1, з підключеним первинним датчиком температури - терморезистором R_t .



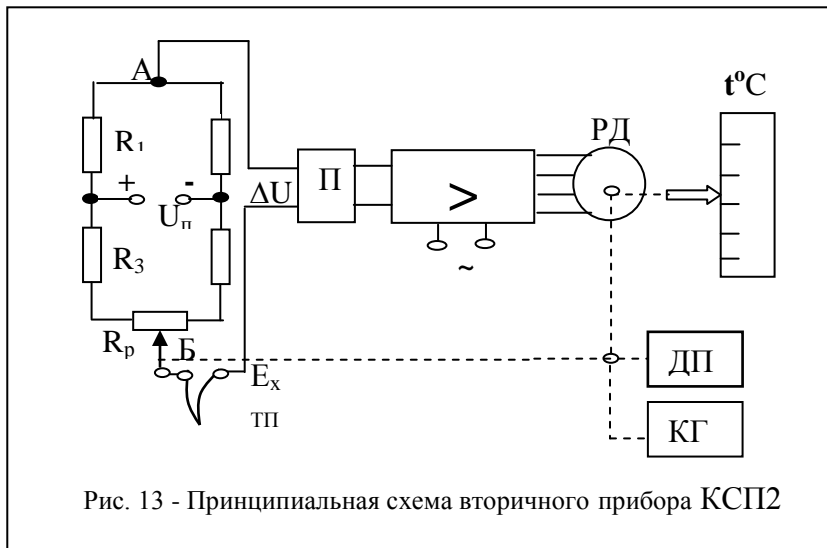
Мостова схема утворена резисторами R_1 , R_2 , R_3 , R_p й R_t . Тут R_t - первинний датчик-перетворювач, у цьому випадку терморезистор, R_p - змінний резистор (реохорд), двигунок якого кінематично пов'язаний з вихідним валом двигуна РД. При порушенні рівноваженості моста з його вершин (крапки "А" й "Б") знімається сигнал неузгодженості (ΔU), що після посилення приводить в обертання вихідний вал двигуна РД. Останній переміщає двигунок реохорда R_p (крапку "Б") до моменту рівноваженості мостової схеми, тобто до виконання умови: $\Delta U=0$. Стрілка й записуючий пристрій фіксують нове значення контрольованого параметра - температуру.

У прилад можуть вбудовуватися додаткові перетворювачі (ДП) для дистанційної передачі показань на інші елементи автоматики, а також контактні групи для сигналізації граничних значень контрольованого параметра.

4.4. Вивчення вторинних приладів - мостів постійного струму

Мости постійного струму, часто називані *потенціометрами*, працюють із первинними датчиками, на виході яких - напруга постійного струму. Найбільше застосування автоматичні потенціометри одержали для контролю температури

середовищ. Як датчик температури використовується термопара. На мал. 13 представлена спрощена схема автоматичного потенціометра типу КСП2 з підключеною термопарою (ТП).



Мостова схема приладу зібрана на резисторах $R_1 - R_4$ і реохорді R_p . Живлення моста (U_{Π}) здійснюється від джерела стабілізованого живлення постійного струму. Мостова схема призначена для виробітку напруги, що компенсує (U_k), що знімається з вершин "А" й "Б". Таким чином, на вхід підсилювача надходить сума включених напроти напруг: $\Delta U = U_k + E_x$. Тут E_x - напруга, вироблювана термопарою. У приладі застосовується підсилювач змінного струму, сигнал неузгодженості - постійного струму. Тому перед підсилювачем установлений перетворювач напруги (П).

Даний вторинний прилад має додатковий перетворювач (ДП) і контактну групу (КГ) для передачі інформації в наступні елементи автоматики й сигналізації.

4.5. Робота із вторинними приладами

Всі розглянуті вторинні прилади встановлені на стендах. Вивчити конструктивні особливості кожного приладу й способи їхнього налаштування. Підключити до них відповідні первинні датчики-перетворювачі (за вказівкою викладача). Включити прилади, переконатися в їхній правильній роботі. При необхідності налаштувати.

5. Зміст звіту:

- принципів схем всіх досліджуваних приладів з підключеними датчиками:
- короткий опис принципу роботи й налаштування приладів:
- можлива область застосування.

6. Контрольні питання

1. Призначення, класифікація вторинних приладів.
2. Узагальнююча схема й принцип дії вторинних приладів.
3. Спрощені схеми підключення перетворювачів до вторинних приладів типу КСД, ВФСМ, КСМ і КСП.
4. Способи налаштування вторинних приладів.

Література: [1], с. 156 - 161, [2], с. 114 - 126.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Вивчення вагового щільноміру ИПВФ

1. Ціль роботи

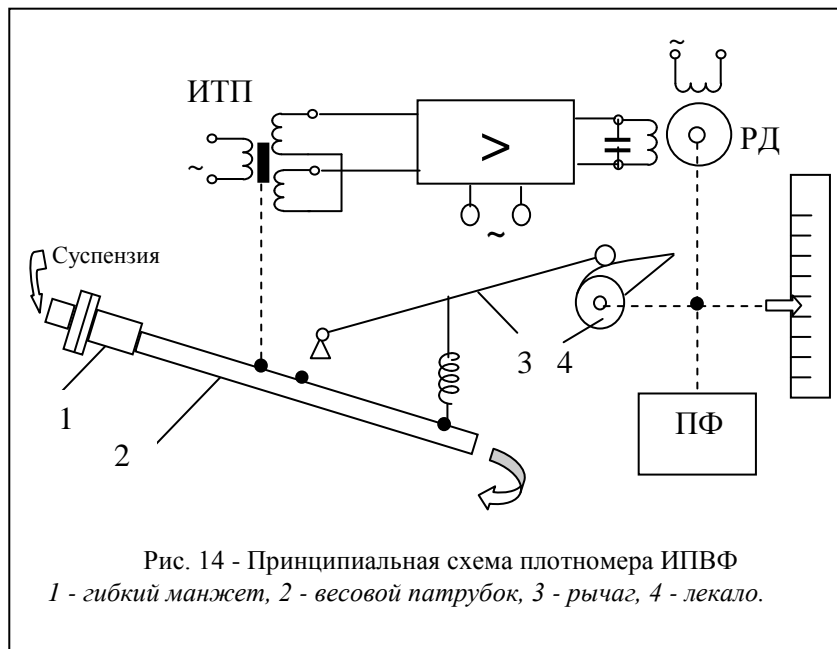
Вивчення конструкції й принципу дії вагового щільноміра, способів його налаштування й підключення до вторинного приладу.

2. Використовувані стенди й прилади

Стенд із вагарням щільноміром ИПВФ, вторинний прилад ВФСМ.

3. Опис схеми й принципу дії щільно міру.

В основі роботи вагового щільно міра лежить автоматичний вимір маси певного обсягу суспензії протекаючої через ваговий патрубок. Принципова схема щільноміра ИПВФ (індикатор щільності вагарні) показана на мал. 14.



У приладі використаний компенсаційний принцип виміру маси патрубку (2), заповненого суспензією. При збільшенні маси суспензії (збільшенні її щільності) ваговий патрубок завдяки з'єднанню його з контрольованою лінією через гнучкий манжет (1) опускається.

Сердечник індукційно-трансформаторного перетворювача (ИТП), жорстко закріплений до патрубку, зміщується щодо свого нейтрального положення. Це викликає появу на вході підсилювача напруги. Посилений сигнал викликає обертання ротора двигуна (РД), останній повертає лекало (4) у такому напрямку, щоб за допомогою важеля (3) і пружини підняти патрубок у вихідний стан, сердечник при цьому займає знову нейтральне положення. Сигнал на вході підсилювача зникає, ротор РД зупиняється, пов'язана з ним система реєстрації фіксує нове значення щільності суспензії.

Для передачі інформації на вторинний прилад ВФСМ у щільно міру убудований феродинамічний перетворювач (ПФ), рамка якого кінематичне пов'язана з ротором двигуна.

Настроювання щільно міра здійснюється шляхом пропущення через нього чистої води. При цьому прилад повинен показати щільність, рівну 1. При невідповідності показань за допомогою гайки (на схемі не зазначена) зміщують положення котушки ИТП щодо сердечника до показання щільності, рівному 1.

4. Виконання роботи

Вивчити призначення, пристрій, схему щільно міра й спосіб підключення до нього вторинного приладу.

Підключити до щільно міра вторинний прилад ВФСМ.

Здійснити настроювання (тарировку) щільно міра й вторинного приладу.

5. Зміст звіту:

- принципова схема щільно міра з підключеним вторинним приладом,
- короткий опис принципу дії щільноміра,
- способи настроювання щільно міра й вторинного приладу.

6. Контрольні питання

1. Класифікація щільномірів пульп і суспензій.
2. Схема вагового щільноміра, спосіб реалізація силової компенсації в приладі.
3. Настроювання щільно міра й системи контролю щільності суспензії.

Література: [1], с. 148 - 152, [2], с. 228 - 230.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Визначення статичних і динамічних характеристик об'єктів регулювання

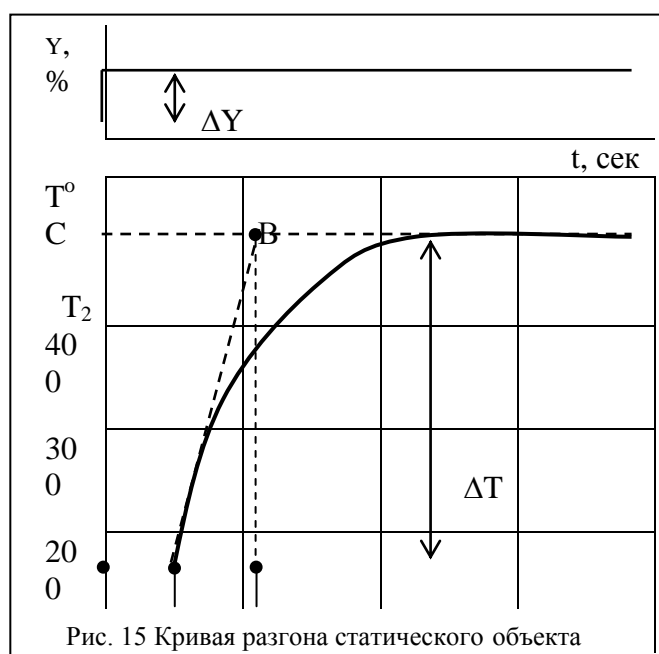
1. Загальні положення

Вибір типу регулятора, оптимальне його настроювання, якість роботи системи регулювання багато в чому визначається характеристиками об'єкта регулювання.

Статичні й динамічні характеристики можуть бути представлені у вигляді рівнянь (диференціальні рівняння, передатні функції, амплітудно-фазові характеристики) або у вигляді експериментально знятих графіків, наприклад, кривій розгону.

У даній роботі ставиться завдання визначити статичні й динамічні властивості інерційного статичного об'єкта шляхом зняття кривої розгону і її обробки.

На мал. 15 показана типова крива розгону статичного теплового об'єкта й спосіб її обробки. Східчасте збурювання на об'єкт нанесено з боку регулювального органа, воно виражено в % ходи його робочого елемента (Y).



Основними параметрами кривої розгону статичних об'єктів регулювання є:

- постійна часу, T ,
- запізнювання, τ ,
- коефіцієнт передачі об'єкта, K .

Параметри " T " й " τ " визначаються графічним образом. Для цього на початку кривої розгону (крапка А) проводиться дотична (АВ), із крапки перетинання із прямої сталого значення (В) опускається перпендикуляр (мал.

15). Відрізок AC відповідає постійній часу "T" (у масштабі осі абсцис), а відрізок від початку координат - запізнюванню об'єкта "(".

Коефіцієнт передачі об'єкта розраховується по вираженню:

$$K_{об} = \frac{T_2 - T_1}{\Delta Y}, \frac{\text{градус, C}}{\% \text{ хода..PO}}$$

Наведена на малюнку крива розгону статичного об'єкта може бути представлена узагальнюючою передатною функцією:

$$W(p) = \frac{K_{об} \cdot e^{-p\tau}}{Tp + 1}.$$

2. Ціль роботи

Освоєння методики зняття кривих розгону об'єктів регулювання й способу їхньої обробки.

3. Використовувані стенди й апаратури

Стенд із тепловим об'єктом регулювання, термopарою, вторинним приладом КСП2, секундомір.

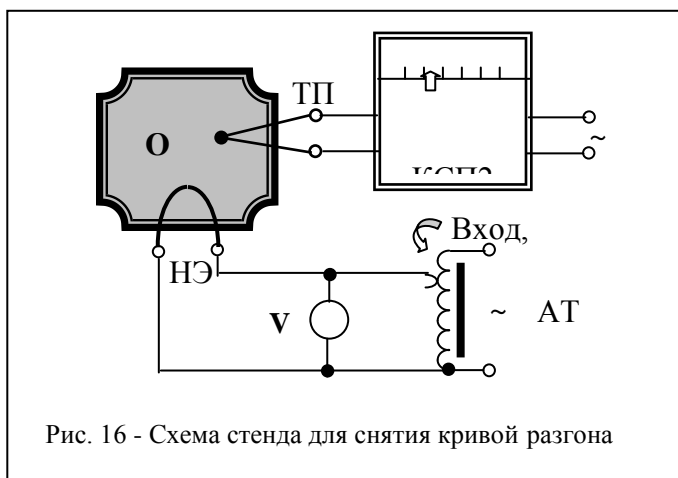
4. Опис експериментального стенда

Схема експериментального стенда показана на мал. 16.

Моделюючий об'єкт регулювання (ОР) представлений ємністю з теплоізолятором, постаченої електричним нагрівальним елементом (НЭ) і термopарою типу ХК (ТП).

східчастий вплив, Що Обурює, на об'єкт наноситься за допомогою повороту рукоятки автотрансформатора (АТ) на необхідний кут.

Контроль напруги, що подається на нагрівач, здійснюється вольтметром (V). Контроль вихідного параметра (температури) виробляється за допомогою термopари й автоматичного потенціометра КСП2



5. Виконання роботи

Зібрати схему для зняття кривої розгону (мал. 16). Установити рукоятку автотрансформатора на нульове положення. Після узгодження з викладачем схеми подати живлячі напруги на всі елементи стенда. Переконається, що потенціометр показує температуру навколишнього середовища (18-20^{оc}). Подати на нагрівальний елемент зазначене викладачем напруга (50 - 120 У). Спостерігати за ходом перехідного процесу в об'єкті.

Після настання сталого режиму (температура в об'єкті стабілізувалася) нанести збурювання на об'єкт шляхом повороту рукоятки автотрансформатора (у будь-яку сторону) у межах 30^{pp0}, що складе 25 % ходи регульовального органа. Включити секундомір і фіксувати значення температури через кожні 20 - 30 з до настання нового сталого значення. Відзначити момент початку відхилення температури від першого сталого значення, цей час відповідає запізнюванню об'єкта (t₀).

За даними спостережень побудувати криву розгону, обробити її й одержати передатну функцію об'єкта.

При необхідності провести експеримент при іншому значенні збурювання на об'єкт.

5. Зміст звіту:

- принципова схема для зняття кривої розгону:
- методика зняття кривій розгону,
- таблиця з результатами експерименту й побудована й оброблена крива розгону,
- визначення характеристик кривій і передатній функції об'єкта регулювання.

6. Контрольні питання

1. Способи подання статичних і динамічних властивостей об'єктів регулювання.
2. Поняття статичних й астатичних об'єктів керування.
3. Методика зняття й обробка кривій розгону, основні характеристики, одержувані із кривої розгону.

Література: [1], с. 180 - 185.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Вивчення електричних виконавчих механізмів

1. Загальні положення

Виконавчий механізм (ІМ) - найважливіший елемент систем авторегулювання й дистанційного керування. Він призначений для

переміщення робочого елемента регульовального органа (поворотна заслінка, вентиль, шибер і т.д.). Керуючий сигнал на ІМ надходить від регулятора або схеми дистанційного керування.

Електричні виконавчі механізми включають елементи:

- реверсивний електродвигун,
- редуктор,
- кінцеві вимикачі,
- пристрій зворотного зв'язку (перетворювач переміщення),
- штурвал для ручного керування (у деяких ІМ).

Виконавчі механізми можуть працювати в системах безконтактного керування, наприклад, через магнітні підсилювачі, і в системах контактного керування за допомогою магнітних пускачів або реле, розташованих у регуляторі.

2. Ціль роботи

Вивчення конструкції й схем керування ІМ.

3. Використовувані стенди, устаткування

Для виконання роботи використається стенд із елементами контактного керування, виконавчі механізми ІМ - 2/120 і МЭО - 1.6.

4. Опис схем і роботи виконавчих механізмів

На мал. 17 показана схема виконавчого механізму, керованого в ручному (дистанційному) режимі.

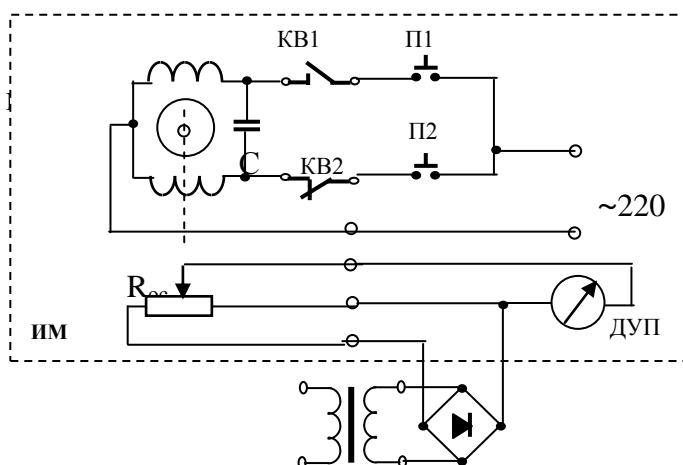


Рис. 17 - Схема управления исполнительным механизмом ИМ - 2/120

ИМ - исполнительный механизм, *КВ1*, *КВ2* - концевые выключатели, *П1*, *П2* - пусковые кнопки, *R_{oc}* - реостат обратной связи, *ДУП* - дистанционный указатель положения рабочего органа..

Вихідний вал розглянутих виконавчих механізмів повертається на кут $120^{\text{про}}$, для відключення електродвигуна в крайніх положеннях у ЇМ установлені кінцеві вимикачі (КВ).

Можливість реверсування електродвигуна здійснюється за рахунок двох обмоток і фазоздвигаючий ємності (З).

Перетворювач переміщення (на схемі - реостат зворотного зв'язку) виробляє сигнал, пропорційний куту повороту вихідного вала ЇМ, використовуваний для дистанційної вказівки положення регулювального органа. Даний сигнал може бути використаний й як зворотний зв'язок у системі автоматичного регулювання.

У деяких ЇМ, наприклад, типу МЭО убудовані індукційно-трансформаторні (індуктивні) перетворювачі переміщення.

При керуванні виконавчим механізмом в автоматичному режимі вихідні контакти реле регулятора через перемикач "Режим роботи" підключаються паралельно кнопкам дистанційного керування (П).

У деяких схемах керування електродвигуном здійснюється через реверсивний магнітний пускач, наприклад, при установці трифазного двигуна у виконавчому механізмі. У цьому випадку кнопки (П) і контакти регулятора подають напруга на котушки пускача, контакти якого перебувають у ланцюзі живлення двигуна.

5. Виконання роботи

Вивчити конструктивні особливості виконавчих механізмів ЇМ-2/120 і МЭО - 1.6. Засвоїти роботу схеми керування виконавчим механізмом і дистанційною передачею положення регулювального органа (мал. 17).

Зібрати схему, після узгодження з викладачем подати на стенд напруга й перевірити працездатність схеми.

Розробити схему підключення ЇМ до регулятора (контактам його реле), передбачивши при цьому й дистанційне (ручне) керування.

6. Зміст звіту

- опис пристрою виконавчих механізмів,
- схема керування виконавчим механізмом в автоматичному й дистанційному режимах,
- опис роботи схеми,

7. Контрольні питання

1. Призначення, пристрій виконавчих механізмів.
2. Призначення пристроїв зворотного зв'язку, що входять до складу виконавчих механізмів.
3. Настроювання моменту спрацьовування кінцевих вимикачів виконавчих механізмів.
4. Робота схем керування ЇМ.

Література: [2], с. 148 - 159.

Список літератури до лабораторних робіт

1. Папушин Ю.Л., Білецький В.С. Основи автоматизації гірничого виробництва. Конспект лекцій. Донецьк, 2008 р
2. Козин В.З., Тихонов О.Н. Випробування, контроль й автоматизація збагачувальних процесів: Учеб. для вузів. - М.: Надра, 1990. - 343 с.
3. Козин В.З., Троп А.Е., Комарів А.Я. Автоматизація виробничих процесів на збагачувальних фабриках: Учеб. для вузів. - М. Надра, 1980. - 336 с.