

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**імені ІВАНА ПУЛЮЯ**

**Кафедра автоматизації технологічних процесів і  
виробництв**

**Метрологія,  
технологічні вимірювання та прилади**

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14**

**«Вивчення роботи автоматичного терморегулятора ТЭ4ПЗМ за  
допомогою реєструючого приладу РП160.»**

**Тернопіль 2017**

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

### Вивчення роботи автоматичного терморегулятора ТЭ4ПЗМ за допомогою реєструючого приладу РП160.

#### МЕТА РОБОТИ.

1. Ознайомлення з принципом роботи автоматичного терморегулятора ТЭ4ПЗМ та реєструючого приладу РП160 .
2. Вивчення залежності часових характеристик термостата від потужності нагрівача.

#### ПРИЛАДИ І МАТЕРІАЛИ.

1. Експериментальна установка, що складається з :
  - автоматичного терморегулятора ТЭ4ПЗМ ;
  - реєструючого приладу РП160 ;
  - термостата .
2. Термоперетворювач опору ТСМ (50М) зі з'єднувальними проводами.
3. Лабораторний термометр ( ртутний ).
4. Секундомір ;
5. Діаграмна стрічка ;
6. Викрутка .

#### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.

##### Реєструючий прилад РП160 .

Автоматичний одноканальний реєструючий прилад РП160 призначений для вимірювання та реєстрації опору термоперетворювачів ТСМ , ТСП , а також неелектричних величин , перетворених в активний опір .

Функціональна схема приладу зображена на рис. 1 .

Принцип дії приладу заснований на порівнянні двох сигналів :

- вихідного сигналу первинного перетворювача  $U_{вх}$  ;
- сигналу зворотнього зв'язку  $U_{RP}$  , який знімається з рухомого контакту реохорда  $RP$  .

Сигнал первинного перетворювача  $U_{вх}$  з виходу підсилювача П поступає на сумуючий підсилювач СП , куда подається сигнал зворотнього зв'язку  $U_{RP}$  .

Підсилений сигнал різниці  $\pm \Delta U$  з виходу сумуючого підсилювача СП поступає на компаратор КП .

Компаратор формує два сигнали :

- сигнал знаку  $\Delta U (\pm \Delta U)$  , що визначає напрямок обертання ротора  $M1$  ("реверс");

- сигнал , забезпечуючий підключення напруги +24 В до обмоток статора М1 (“поріг” ) .

Порядок комутації цієї напруги на обмотках статора М1 в залежності від значення  $\Delta U$  , знаку  $\Delta U$  і заданої швидкодії приладу визначається реверсивним лічильником РЛ , який керується прямокутними імпульсами від генератора Г через подільник частоти Д1 і дешифратор ДШ .

При  $\Delta U \neq 0$  ротор М1 почне обертатися в ту чи іншу сторону , в залежності від знаку  $\Delta U$  .

Ротор М1 , кінематично зв'язаний з рухомих контактом реохорда РР , буде обертатися до тих пір , доки  $\Delta U$  не стане рівне нулю .

В момент рівноваги ( $\Delta U = 0$ ) положення вказівника на шкалі приладу визначає значення вимірюваного параметру .

Частота комутації напруги +15 В на обмотках статора виконавчого елемента М2 (швидкість переміщення діаграмної стрічки) задається генератором прямокутних імпульсів Г і подільником частоти Д2 , порядок комутації напруги на обмотках М2 визначається комутатором К .

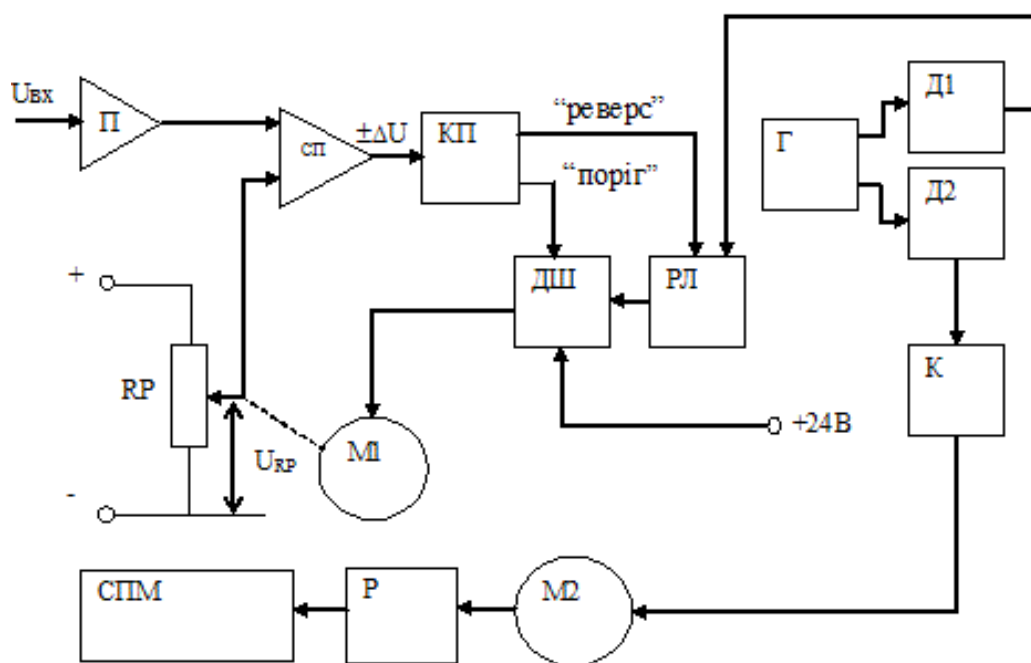


Рис.1

- П – вхідний підсилювач ;
- СП – сумуючий підсилювач ;
- РР – реохорд ;
- КП – компаратор ;
- ДШ – дешифратор ;
- К – комутатор ;
- РЛ – реверсивний лічильник ;

Г – генератор прямокутних імпульсів ;  
Д1 , Д2 – подільники частоти ;  
М1 – виконавчий елемент слідкуючої системи ;  
М2 – виконавчий елемент стрічкопротяжного механізму ;  
Р – редуктор ;  
СПМ – стрічкопротяжний механізм .

### Конструкція приладу РП160 .

Конструктивно прилад РП160 складається з :

- корпусу з направляючими , що являється основним несучим елементом конструкції ;
- пристрою вимірювання і реєстрації , що всувається в корпус по направляючих ;
- каркасу з направляючими для модулів ;
- комплекту електронних модулів ;
- печатної кросплати ;
- панелі зовнішніх з'єднань ;
- стрічкопротяжного механізму .

Стрічкопротяжний механізм фіксується за допомогою гачків – защіпок в бокових планках з пальцями , з можливістю відкидання вниз для встановлення котушки зі стрічкою.

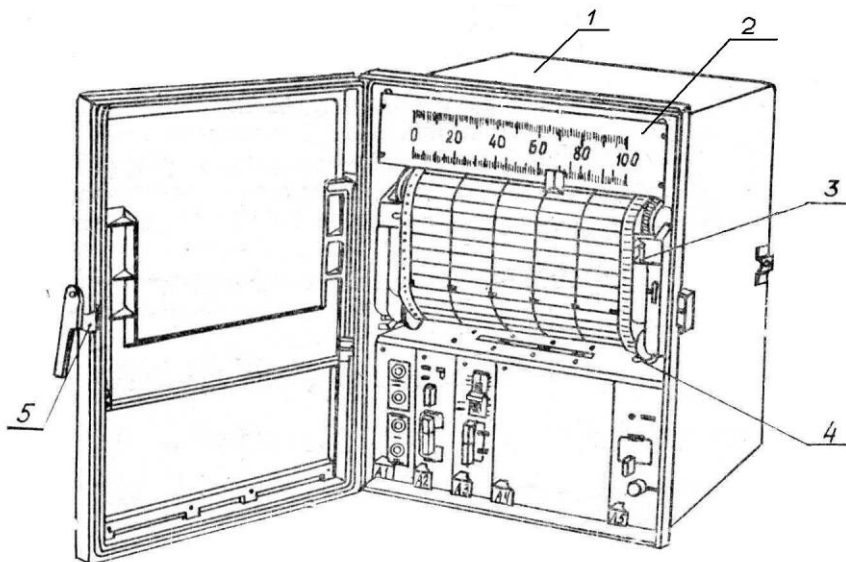


Рис. 2

Загальний вигляд приладу РП160

1. Корпус.
2. Шкала.
3. Ручка пристрою для відрізання паперу.
4. Важилі, що фіксують пристрій вимірювання та реєстрації в корпусі.
5. Защіпка.

Вигляд приладу зі знятим пристроєм вимірювання та реєстрації показано на рисунку 3.

1. Модулі.
4. Перемикач швидкості руху діаграмної стрічки.
5. Кнопка управління СПМ.
7. Кнопка “КОНТРОЛЬ ИСПРАВНОСТИ”.
8. Резистори встановлення діапазону вимірювання.
9. Направляюча.
10. Виконавчий елемент стрічкопротяжного механізму.
11. Стрічкопротяжний механізм.
12. Ведучий барабан стрічкопротяжного механізму.
13. Виконавчий елемент слідкуючої системи.
14. Світлодіод “СЕТЬ”.
15. Тумблер “СЕТЬ”.
16. Каретка з вказівником.
17. Шків з тросиком.
18. Реохорд.
19. Блок живлення.
20. Кросс-плата.
21. Панель зовнішніх підключень.

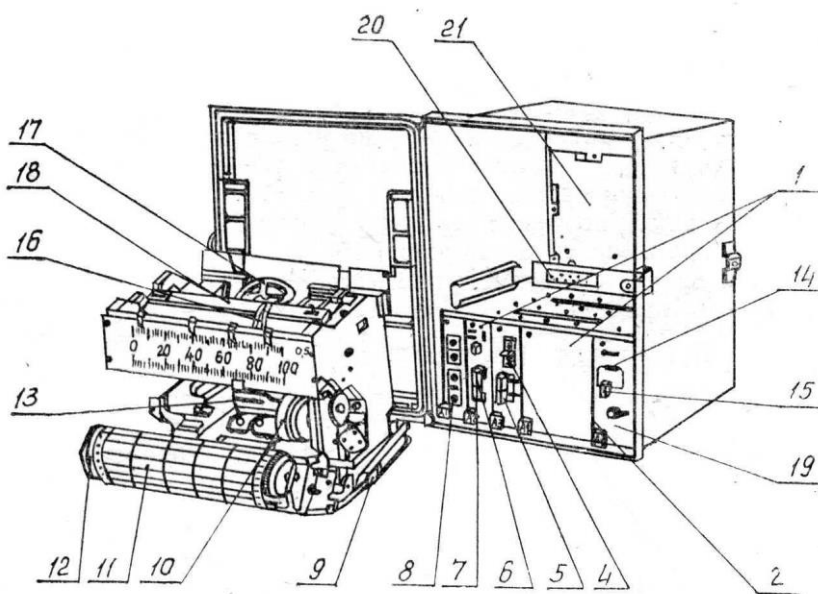


Рис. 3

## Терморегулятор ТЭ4ПЗМ .

Автоматичний терморегулятор ТЭ4ПЗМ призначений для підтримання сталої температури в термоізованих системах (термостати, холодильники, печі, інкубатори, гальванічні ванни, акваріуми, сауни, автоклави і ін.).

Основні технічні характеристики:

- напруга живлення – 220 В ;
- діапазон регулювання температури -  $0 \div 50$  °С ;
- точність підтримання температури (залежить від конструкції термостата) – не менше  $0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальна потужність навантаження – 1кВт;
- чутливий елемент – термоперетворювач температури ТСМ (Статична характеристика 50М).

Функціональна схема терморегулятора зображена рис.4.

Терморегулятор складається з таких основних блоків:

**БЖ** - блок живлення , для живлення моста та інших вузлів терморегулятора;

**ЗТ** – задатчик температури ;

**ТД** – температурний давач, служить для перетворення температури в активний електричний опір;

**МС** – мостова схема, служить для живлення ТД, порівняння опору ТД з заданим та формування сигналу розбалансу;

**КП** – компаратор, формує імпульс дозволу роботи порогового пристрою ПП;

**ПП** – пороговий пристрій, керує роботою реле вихідного каскаду;

**ВК** – вихідний каскад, служить для включення нагрівача (холодильника);

**БІ** – блок індикації, видає світлові імпульси роботи терморегулятора (“нагрів”, ”охолодження”);

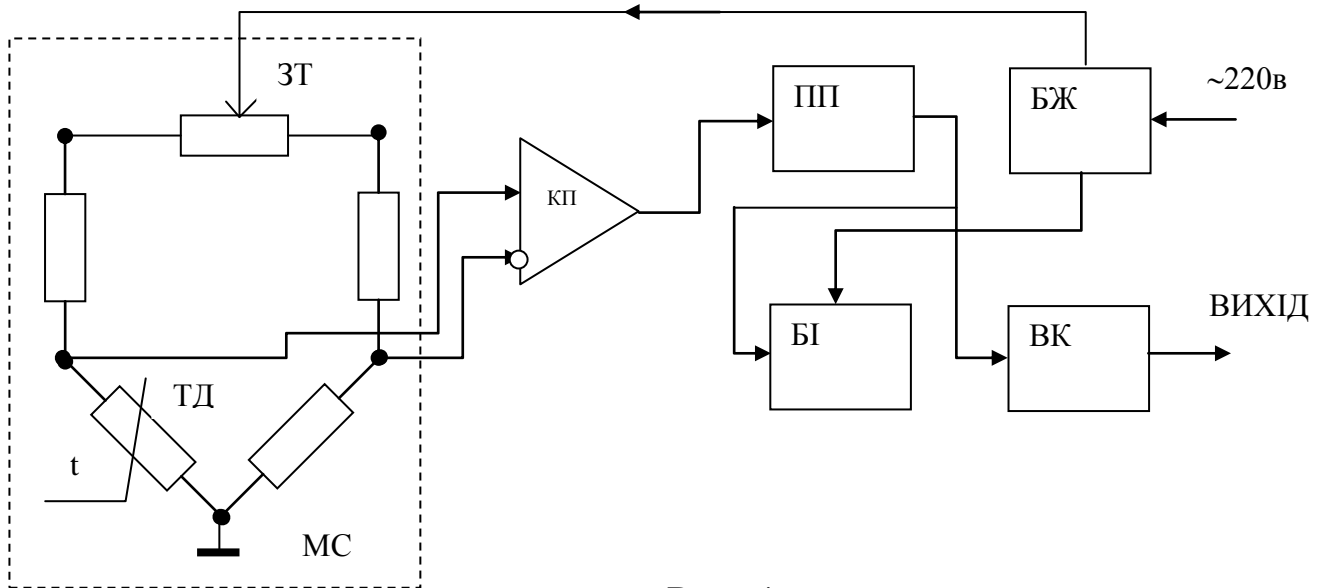


Рис. 4

Підключення  
термоперетворювача  
опору до входу приладу

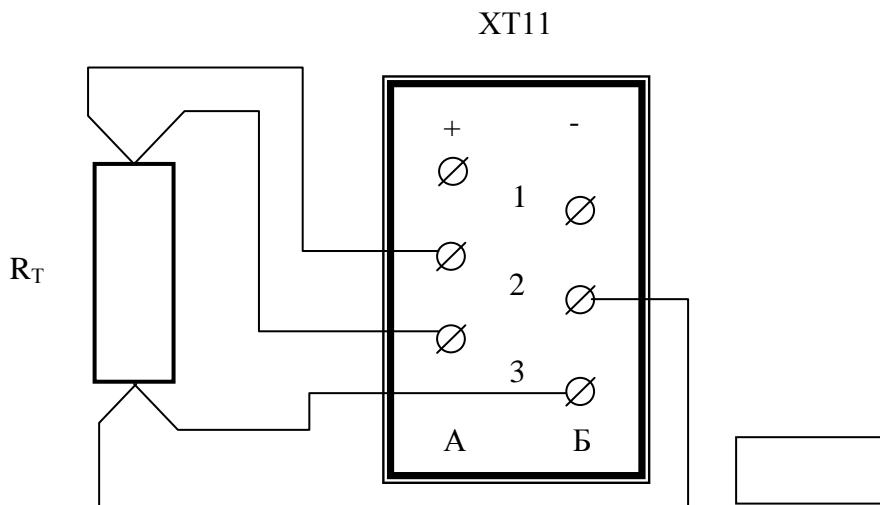


Рис. 5

Підключення термоперетворювача опору до входу приладу здійснюється по 4-х провідній схемі, для запобігання впливу опору лінії зв'язку на результати вимірювань.

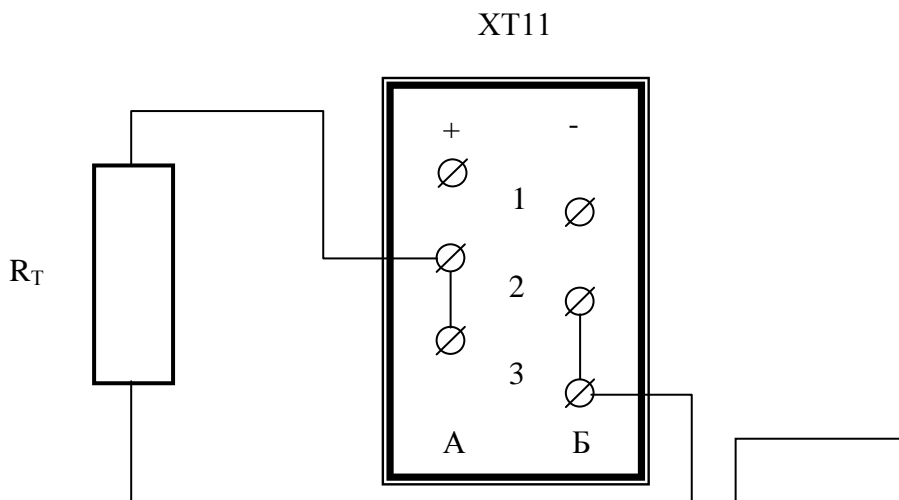


Рис. 6

Якщо віддаль до термоперетворювача опору не перевищує 5м то допускається його підключення по 2-х провідній схемі.

## **Встановлення діаграмної стрічки та перевірка роботи вузла реєстрації.**

1. Вийняти пристрій вимірювання і реєстрації з корпусу приладу.
2. Опустити вниз замки стрічкопротяжного механізму (СПМ) і опустити СПМ до упора.
3. Для запобігання пошкодження пишучого пристрою, ведучим барабаном СПМ вказівник приладу встановити на середину шкали.
4. Встановити рулон стрічки між півосями, для чого надіти кінець рулону (зі сторони овальних отворів перфорації) на виступ щоки підпружиненої півосі і натискуючи рулоном на цю щоку, надіти рулон на виступ щоки другої півосі.
5. Перекинути діаграмну стрічку через ведучий барабан, надягаючи її на виступи через перфорацію.
6. Заправити вільний кінець стрічки в щілину прийомної гільзи.
7. Обертаючи прийомну гільзу, намотати на неї надлишок стрічки .
8. Встановити СПМ на місце, при необхідності для забезпечення правильного зачеплення злегка повернути ведучий барабан.
9. Обертаючи від руки шків виконавчого елемента, переміщати каретку вздовж шкали приладу. Якщо реєстрації немає, то зняти пишучий вузол і спробувати розписати його від руки, для чого вивести кінець трубки пишучого вузла з отвору тримача, викрутити стопорний гвинт і вийняти наконечник вузла з втулки тримача. Якщо розписати вузол не вдалося, замінити його новим. Встановлення вузла проводити в порядку, оберненому до приведенного вище .





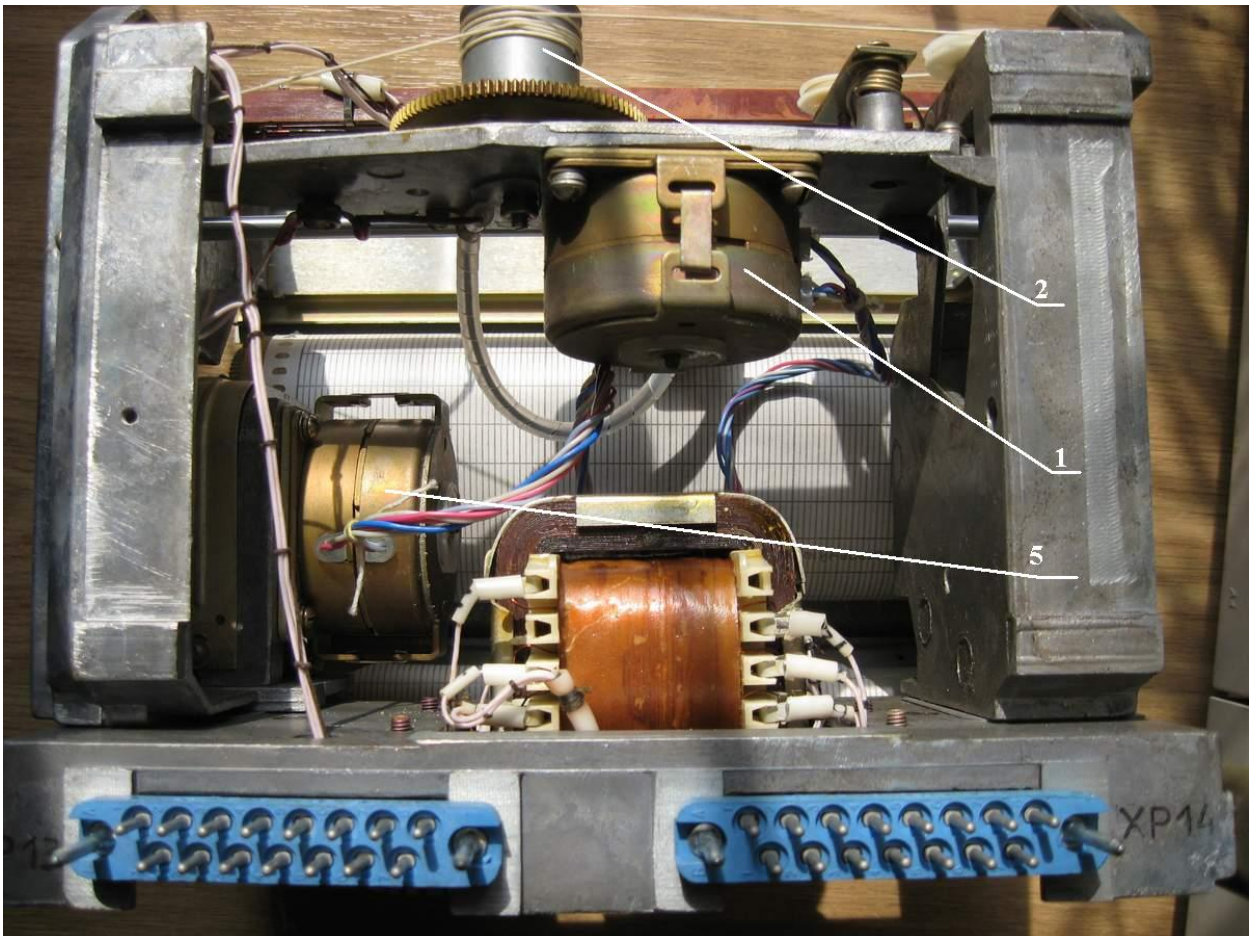
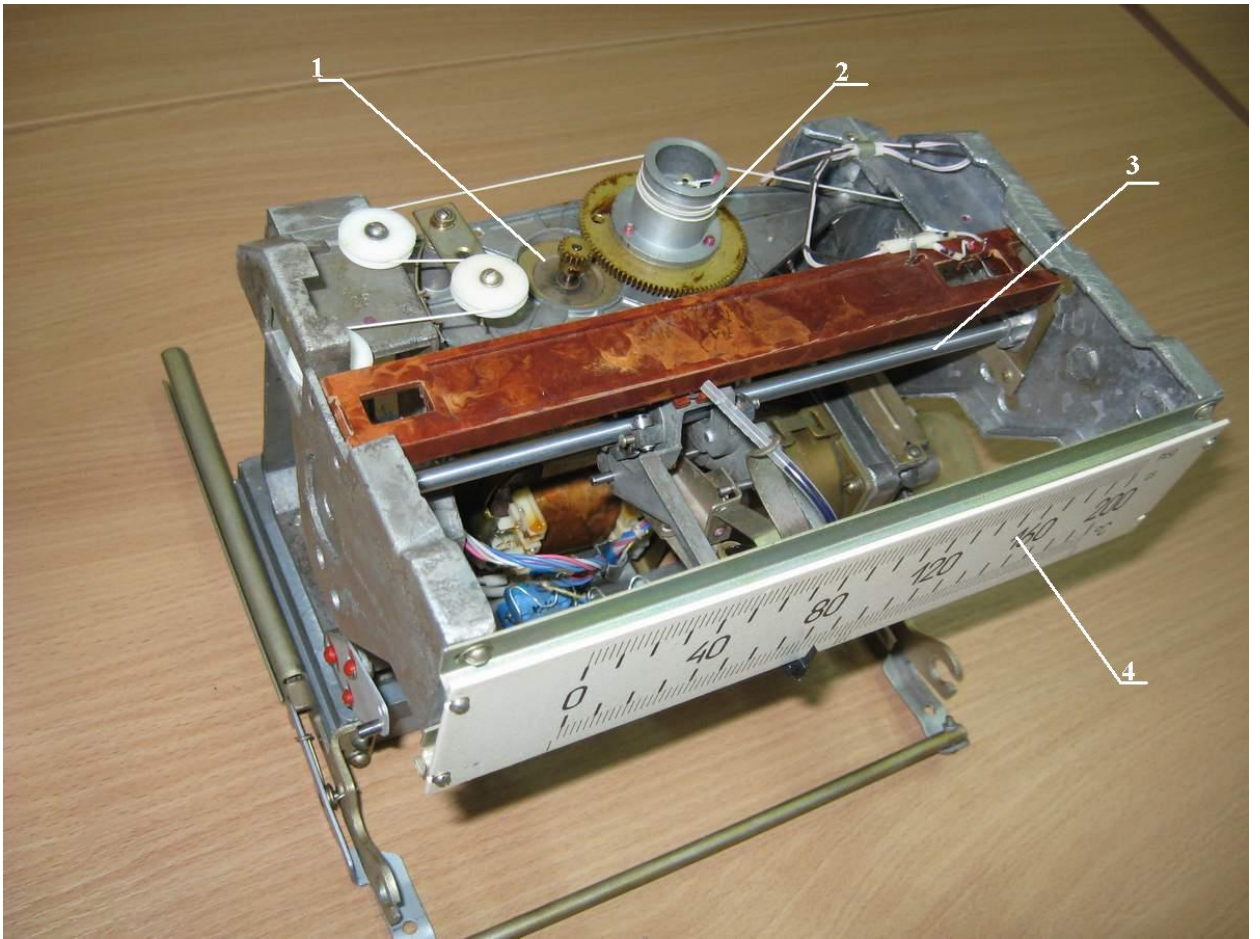
Рис.7

Загальний вигляд лабораторної установки;  
1-прилад реєструючий РП160;  
2- терморегулятор ТЭ4ПЗМ .



Рис.8

Прилад реєструючий РП160 зі знятим стрічкопротяжним механізмом



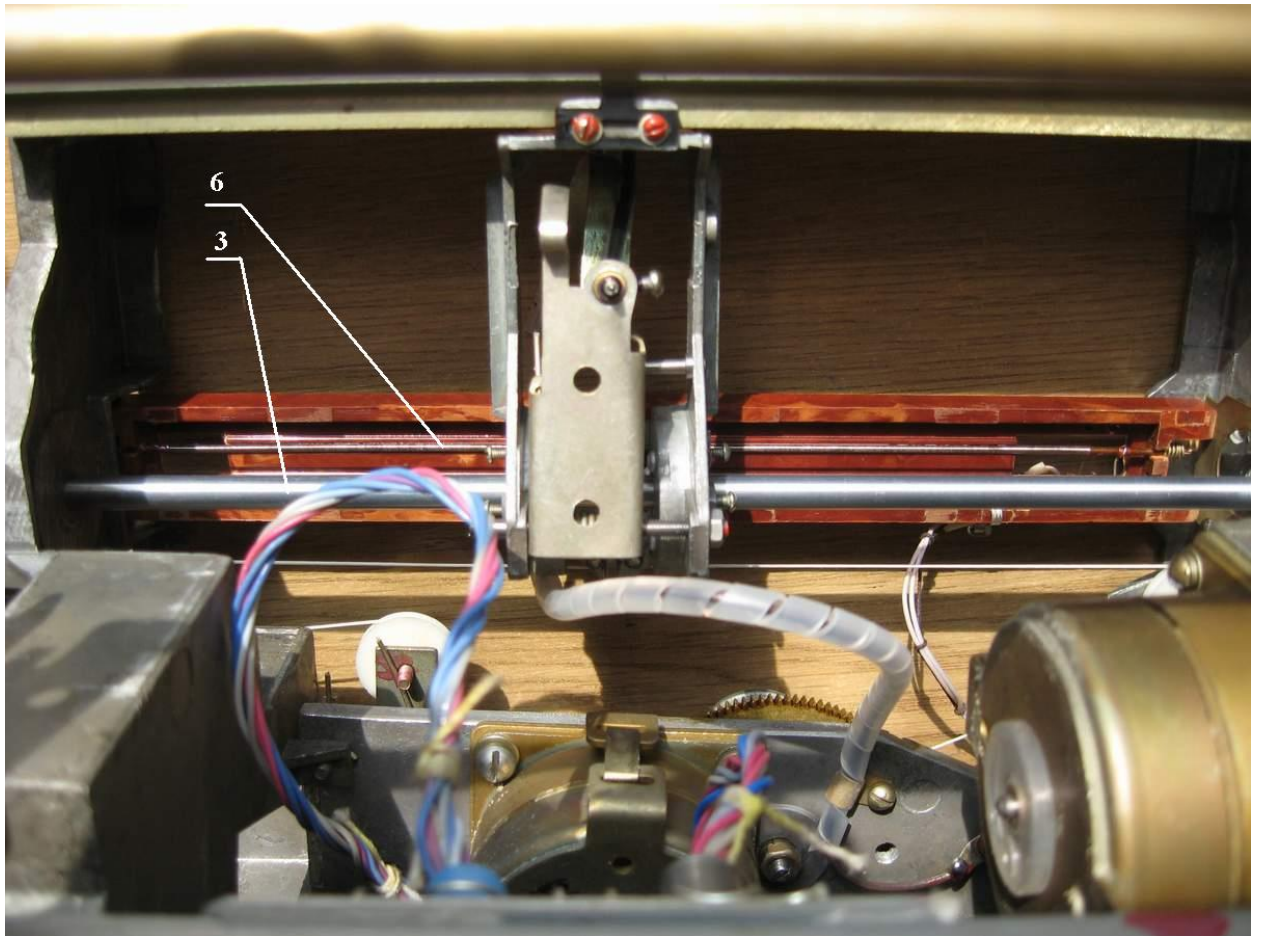


Рис.9-11

Будова приладу реєструючого РП160

- 1- двигун пишучого вузла;
- 2- барабан;
- 3- направляюча;
- 4- шкала;
- 5- двигун переміщення стрічки;
- 6- реохорд

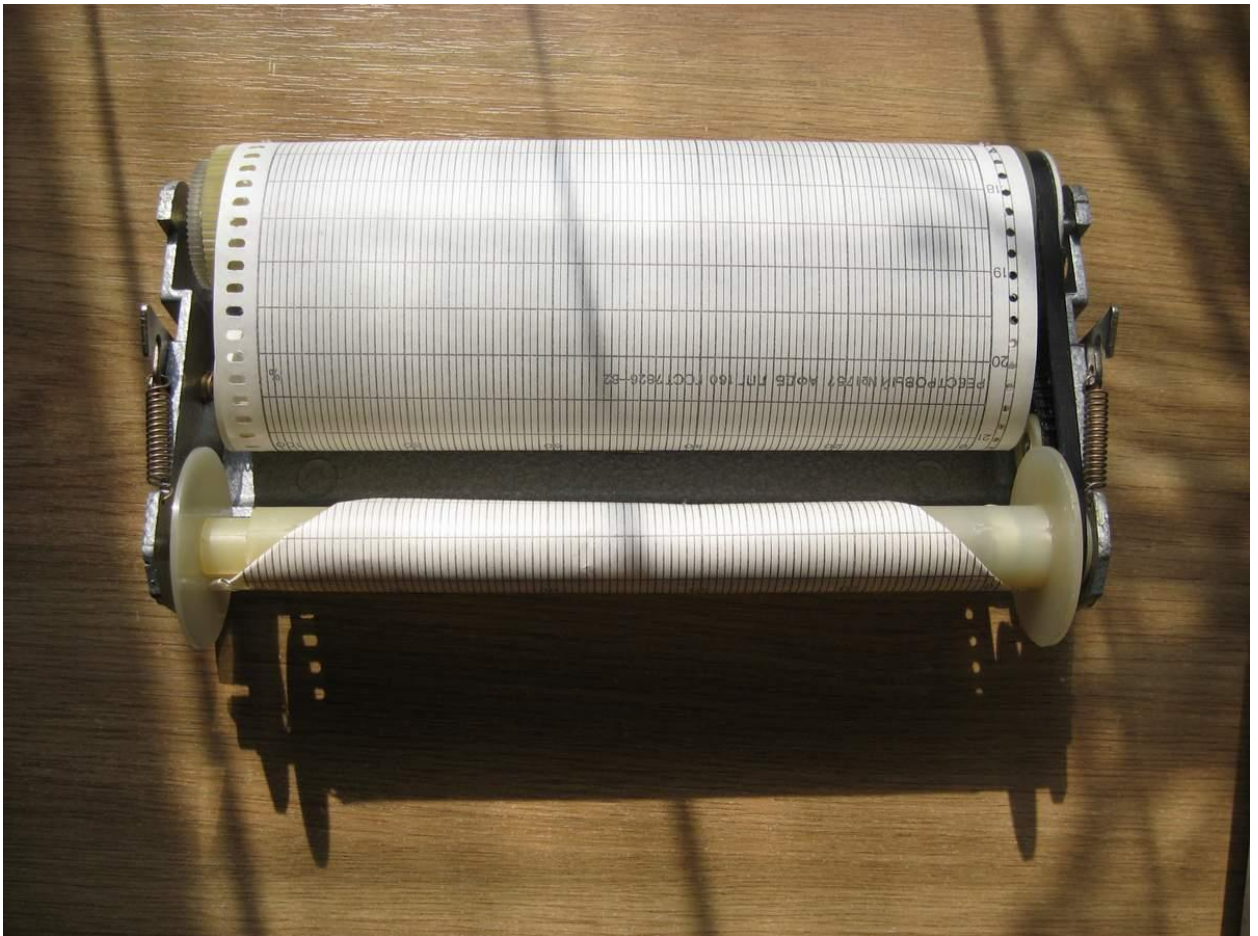


Рис. 12  
Стрічкопротяжний механізм.

### **ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ.**

1. Отримати в лаборанта робочий комплект :
  - Ртутний термометр ;
  - Викрутку ;
  - Термоперетворювач опору ТСМ ;
  - Рулон діаграмної стрічки ;
  - Секундомір .
  - Лампи розжарювання на 25 та 40 Вт.
2. Підготувати прилад РП160 до роботи:
  - Вставити діаграмну стрічку ;
  - Перевірити справність пишучого вузла ;
  - Під'єднати термоперетворювач опору ;
  - Перемикачем встановити швидкість руху діаграмної стрічки 600 мм за год ;
  - Переконалися що під'єднано заземлення ;

- Після дозволу лаборанта подати живлення на прилад. Після натискання кнопки “СЕТЬ” повинен загорітися світлодіод “СЕТЬ”, а вказівник приладу зупинитися на значенні кімнатної температури;
  - Нагріваючи термоперетворювач рукою, перевірити, чи реагує він на нагрів ;
3. Підготувати до роботи термостат:
    - Вкрутити в патрон лампу розжарювання 25 Вт , для чого потрібно зняти з термостата кришку ;
    - Вставити в першу гільзу термометр ;
    - Вставити в другу гільзу термоперетворювач ;
    - На терморегуляторі встановити значення температури 40<sup>0</sup>С .
  4. Кнопкою “Контроль исправности” на приладі зробити контрольну лінію на стрічці. Одночасно з цим ввімкнути термостат і запустити секундомір.
  5. Спостерігати по приладу і по термометру за зміною температури в термостаті. Кнопкою “Контроль исправности” робити контрольні лінії через кожних 5 хв. Записувати покази термометра через кожну хвилину .
  6. При проходженні десяти хвилин після стабілізації температури (терморегулятор входить в циклічний режим) вимкнути термостат. Коли терморегулятор працює в режимі підтримання стабільної температури , фіксувати по термометру максимальні і мінімальні значення температури .
  7. Спостерігати по приладу і по термометру за остиганням термостата.
  8. Через 10 хвилин після вимкнення термостату, промотати стрічку на 20-30 мм встановленням максимальної швидкості її руху і вимкнути прилад.
  9. Замінити в термостаті лампу з 25 на 40 Вт .Включити прилад і повторити процедуру, викладену в пунктах 4-8 .
  - 10.Обрізати частину стрічки з записом і визначити по ній основні характеристики термостата:
    - ✓ Швидкість розігріву (градусів на хвилину);
    - ✓ Точність підтримання температури (градусів);
    - ✓ Швидкість остигання (градусів на хвилину);
  - 11.За результатами записів намалювати графік зміни температури в термостаті, порівняти його з записом на приладі .
  12. Результати роботи занести в таблицю:

## Результати дослідів

Потужність лампи	U розігріву гр/хв	$\Delta t$ гр	U остигання гр/хв
25 Вт			
40 Вт			

Зробити висновки по лабораторній роботі, діаграмну стрічку приклеїти до звіту, якщо роботу виконувало кілька чоловік, то використати ксерокопії.  
13.Здати лаборанту робочий комплект .

## Використана література .

1. Н.Г.Фарзане, Л.В.Илясов, А.Ю.Азим-Заде. Технологічні вимірювання та прилади, М., « Вища школа» 1989г.
2. Прилад реєструючий, ГСП, РП160. Технічний опис та інструкція по експлуатації. 25.100.00.001 ТО.1991г.
3. Терморегулятор ТРЛ – 01 . Технічний опис та інструкція по експлуатації 1991г