
Дисциплина
«Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования
самолетов и вертолетов»

Тема № 10. Электрические приборы контроля работы силовых установок
и систем летательного аппарата

Лекция № 6. Приборы и системы контроля работы силовых установок

Учебные цели занятия

Знать:

- параметры силовых установок, агрегатов и систем контролируемых на ЛА;
- принципы работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя;
- работу приборов контроля состояния масляных систем двигателя.

Отводимое время на занятие 90 минут

Учебные вопросы занятия

- 1. Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА.**
- 2. Принцип работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя.**
- 3. Приборы контроля состояния масляных систем двигателя.**

Литература на самоподготовку

- 1. В.Д. Константинов, И.Г. Уфимцев, Н.В. Козлов "Авиационное оборудование самолётов" стр. 119-148.**
- 2. Ю. П. Доброленский "Авиационное оборудование" стр. 82-88.**
- 3. А.С. Тырченко, Н.Н. Точилов, М.М. Ногас, В.М. Блувштейн "Авиационное оборудование вертолётов" стр. 254-282.**
- 4. В.В. Глухов, И.М. Синдеев, М.М. Шемаханов "Авиационное и радиоэлектронное оборудование ЛА." стр. 46-76.**

ВОПРОС 1

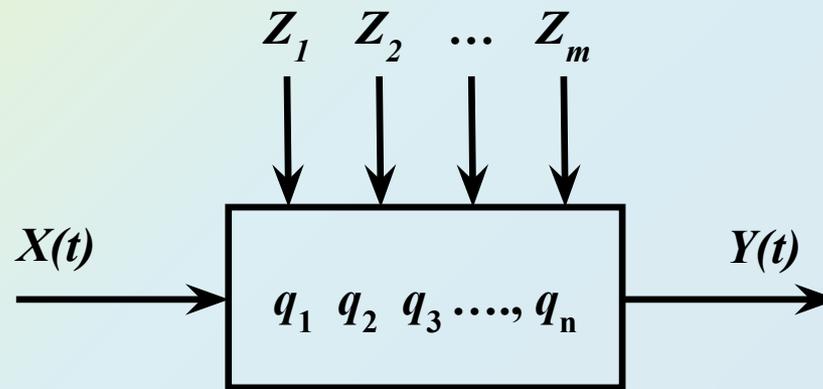
Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА

Параметр	Обозначение	Применяемый измеритель
Частота вращения об/мин	n	
Температура в двигателе		
перед турбиной	T_3	
за турбиной	T_4	
масла	T_M	
воздуха	T_B	
топлива	T_T	
Давление в двигателе, Па:		
топлива	P_T	
масла	P_M	
за компрессором	P_K	
в воздухозаборнике	$P_{\text{ПР}}$	
Перепад давл. на турбине, Па	ε_T	
Отношение давл. на входе в двигатель и за турбиной двигателя	π	
Расход топлива, кг/ч:		
основного	Q_T	
форсажного	$Q_{\text{Ф}}$	
Количество топлива в баках:		
объёмного, м ³	V_T	
массовые, кг	M_T	
Амплитуды вибрации, мм	a_B	
Частота вибрации, Гц	f_B	
Скорость вибрации, мм/с	v_B	

Приборы контроля силовых установок предназначены для измерения и индикации параметров, характеризующих режимы работы силовых установок, управления и стабилизации этих режимов и сигнализации аварийных состояний.

Обобщённое функциональное выражение прибора контроля параметров силовых установок можно представить в виде

$$Y(t) = F(Z, Q, X(t))$$



Упрощённая структурная схема прибора

ВОПРОС 2

Принцип работы приборов и систем для измерения температуры газов за турбиной двигателя

Передача тепла ЧЭ происходит либо путём **теплопроводности** при измерении температуры твёрдых тел, либо **конвекции** при измерении температуры жидких или газообразных сред.

Терморезисторные термометры основаны на свойстве металлических и полупроводниковых терморезисторов, изменять своё сопротивление в зависимости от температуры

Для металлических терморезисторов зависимость сопротивления R от измеряемой температуры T в определённом интервале значений является линейной функцией:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

где, R_0 – сопротивление терморезистора при температуре T_0 ;
 α – температурный коэффициент сопротивления

Металл	<i>Ni</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>	<i>Pl</i>	
α , град ⁻¹	0,0067		0,0044	0,0043	0,0041	0,004	0,0039

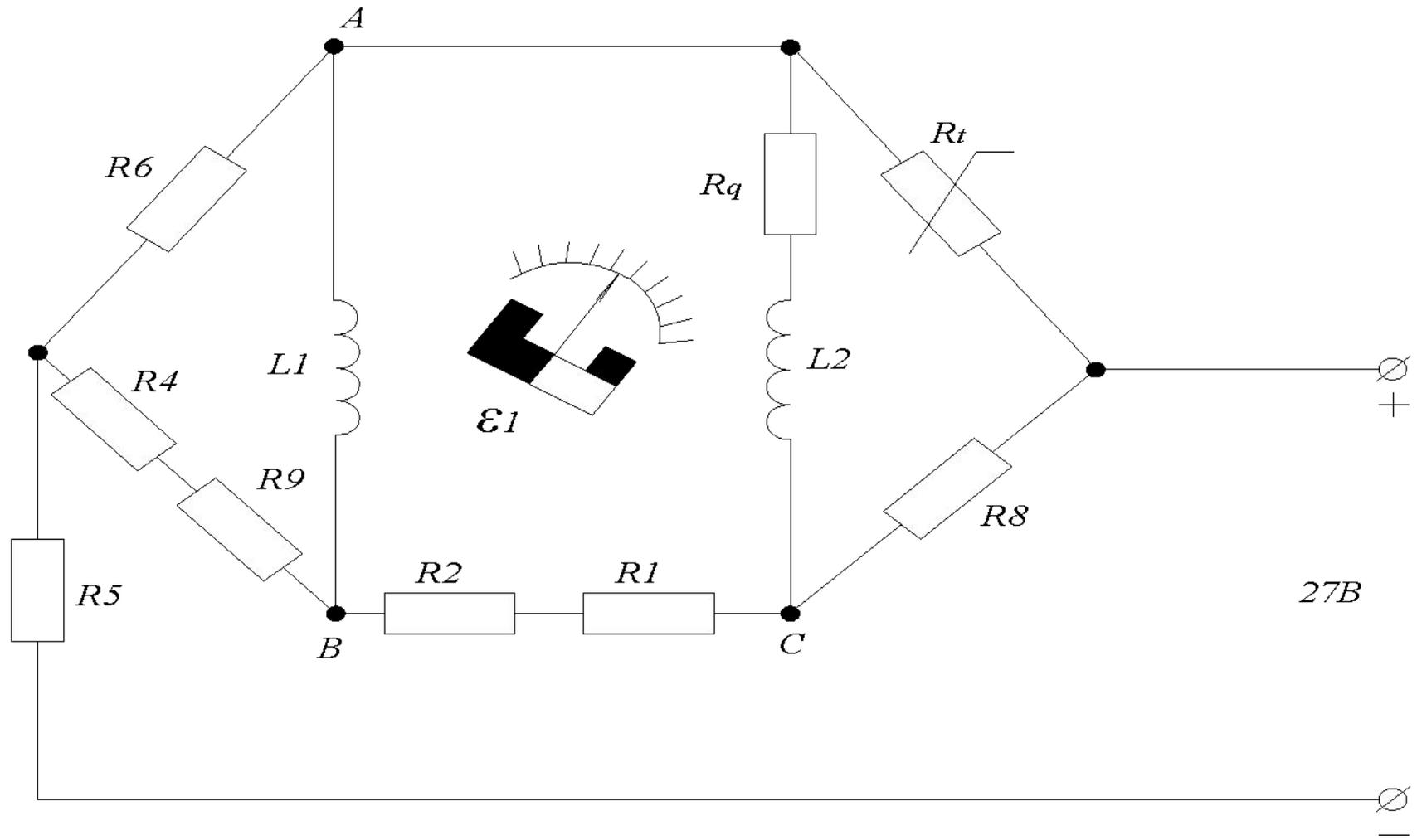
Для полупроводниковых терморезисторов (термисторов) функция сопротивления R от температуры описывается нелинейной зависимостью:

$$R = A e^{B/T}$$

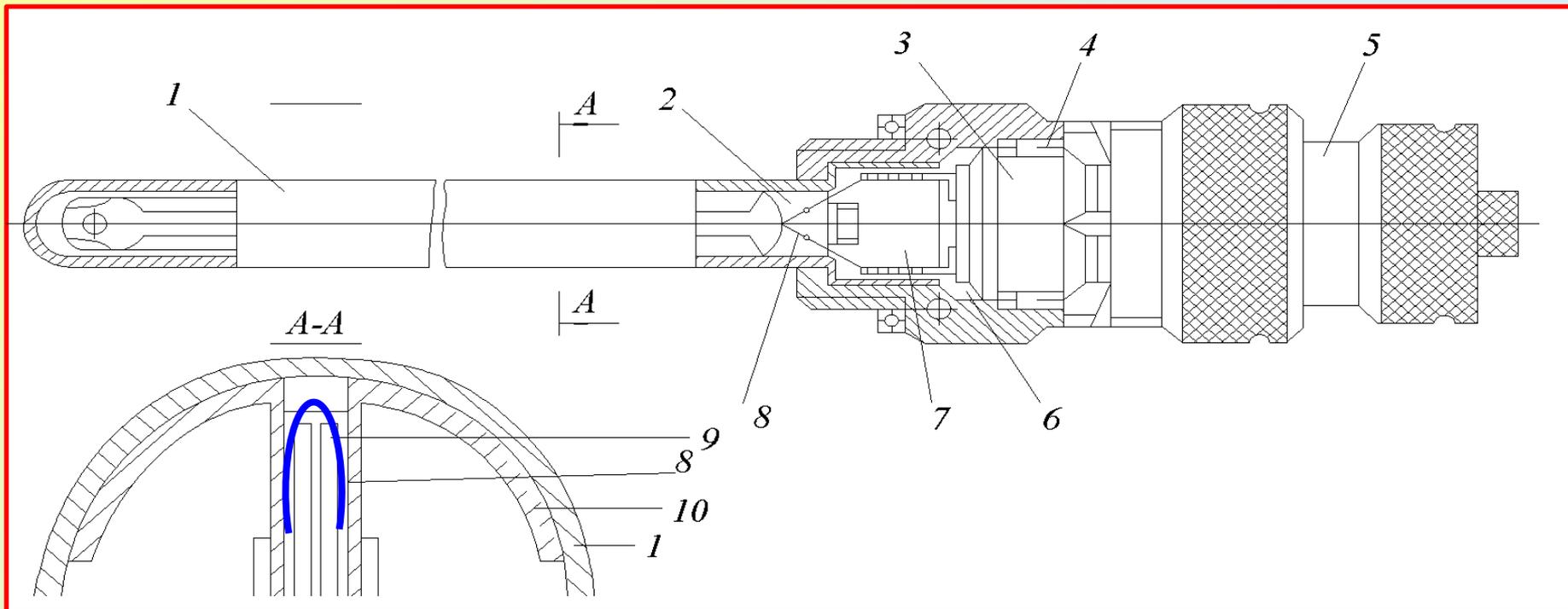
A , B – постоянные, характеризующие свойства материала термистора; T – температура

Термометр типа ТЭУ

Термометр Электрический Унифицированный предназначен для измерения температуры масла, воды и воздуха в диапазоне от -70 до 150°C .



Конструкция термодатчика

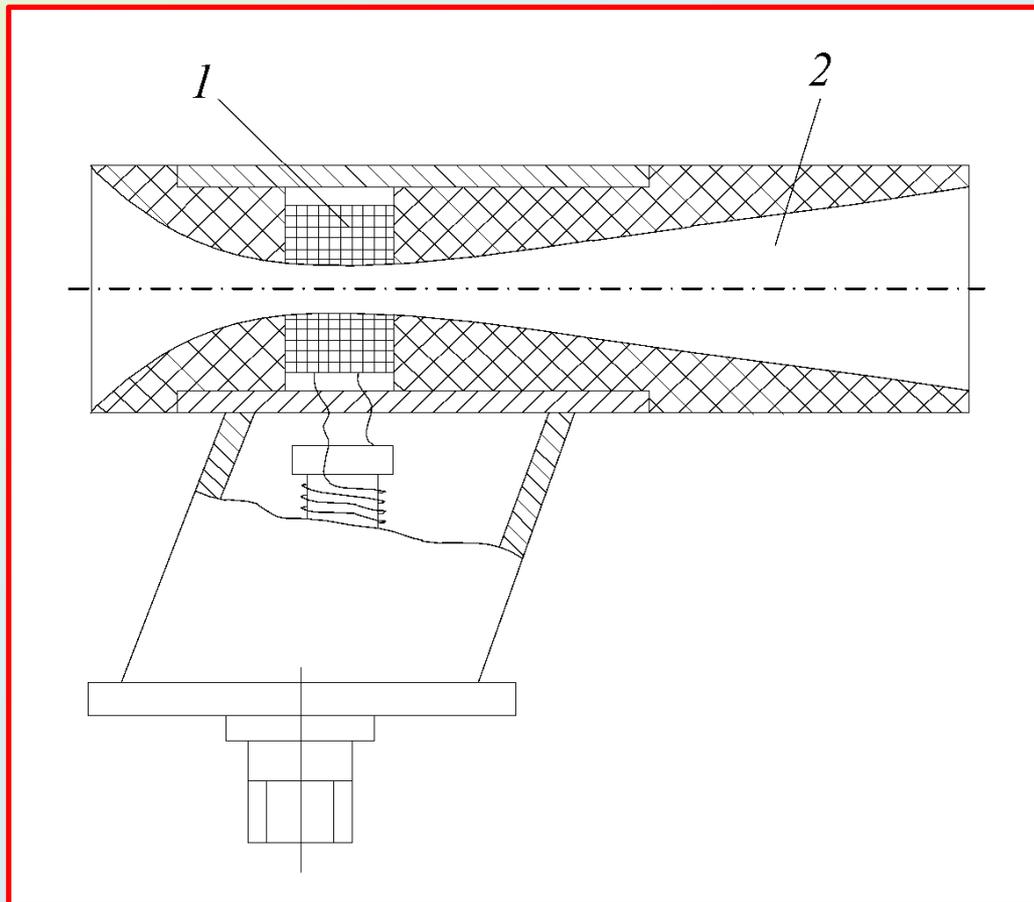


Основные части термодатчика:

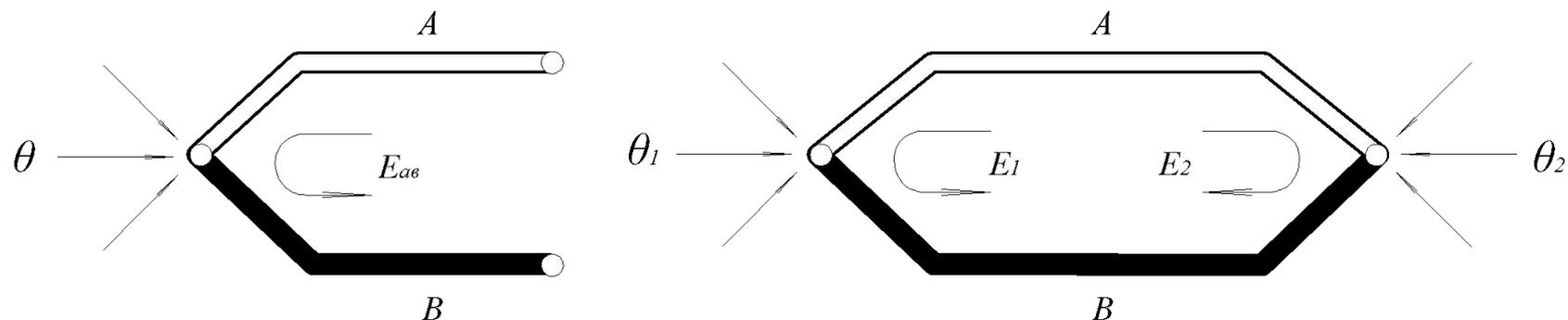
теплочувствительный элемент; корпус (1); штепсельный разъём (5).

Теплочувствительный элемент представляет собой тонкую ($d = 0,05$ мм) никелевую проволоку (8), намотанную на слюдяную пластину (9). Для изоляции никелевую обмотку закрывают с обеих сторон так же слюдяными пластинами. Для улучшения теплообмена между никелевой проволокой и окружающей средой применяют теплопроводящие прокладки (10) из серебра.

Конструкция датчика типа ТНВ



$$T = T_T / 0,978 (1 - 0,2 M^2)$$



Термопары с одним и двумя спаями

Для термопары термо-э.д.с. равна алгебраической сумме разностей потенциалов всех спаев. В термопаре, имеющей два спая, термо-э.д.с.

$$E_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B) + (\varphi_B - \varphi_A) = f(T_1) - f(T_2)$$

где, φ_A и φ_B – потенциалы проводников A и B соответственно;

T_1 – температура исследуемой среды или температура горячего спая;

T_2 – температура окружающей среды или температура холодного спая.

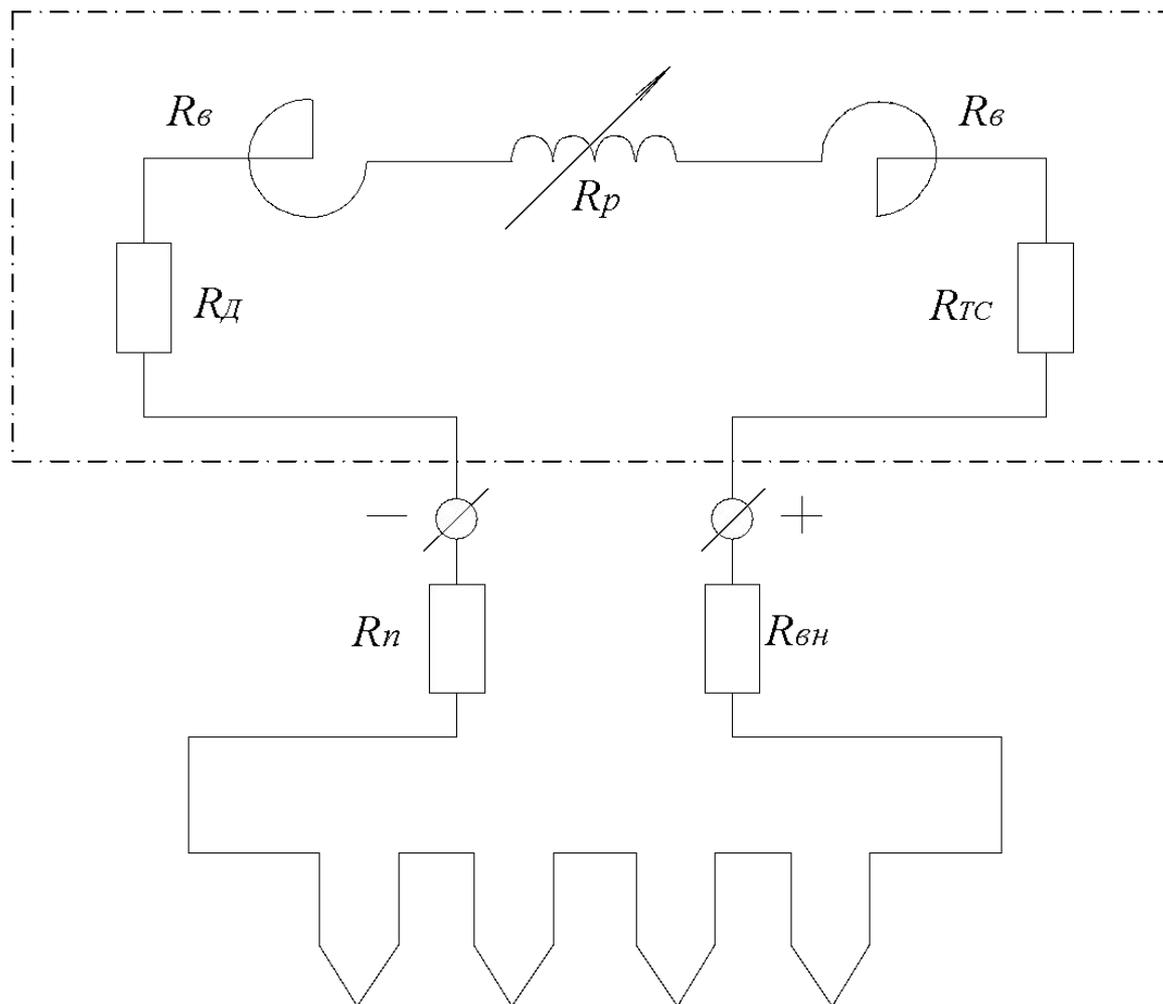
Для многих металлов возможна аппроксимация предыдущего выражения

$$E_{AB} = k(T_1 - T_2)$$

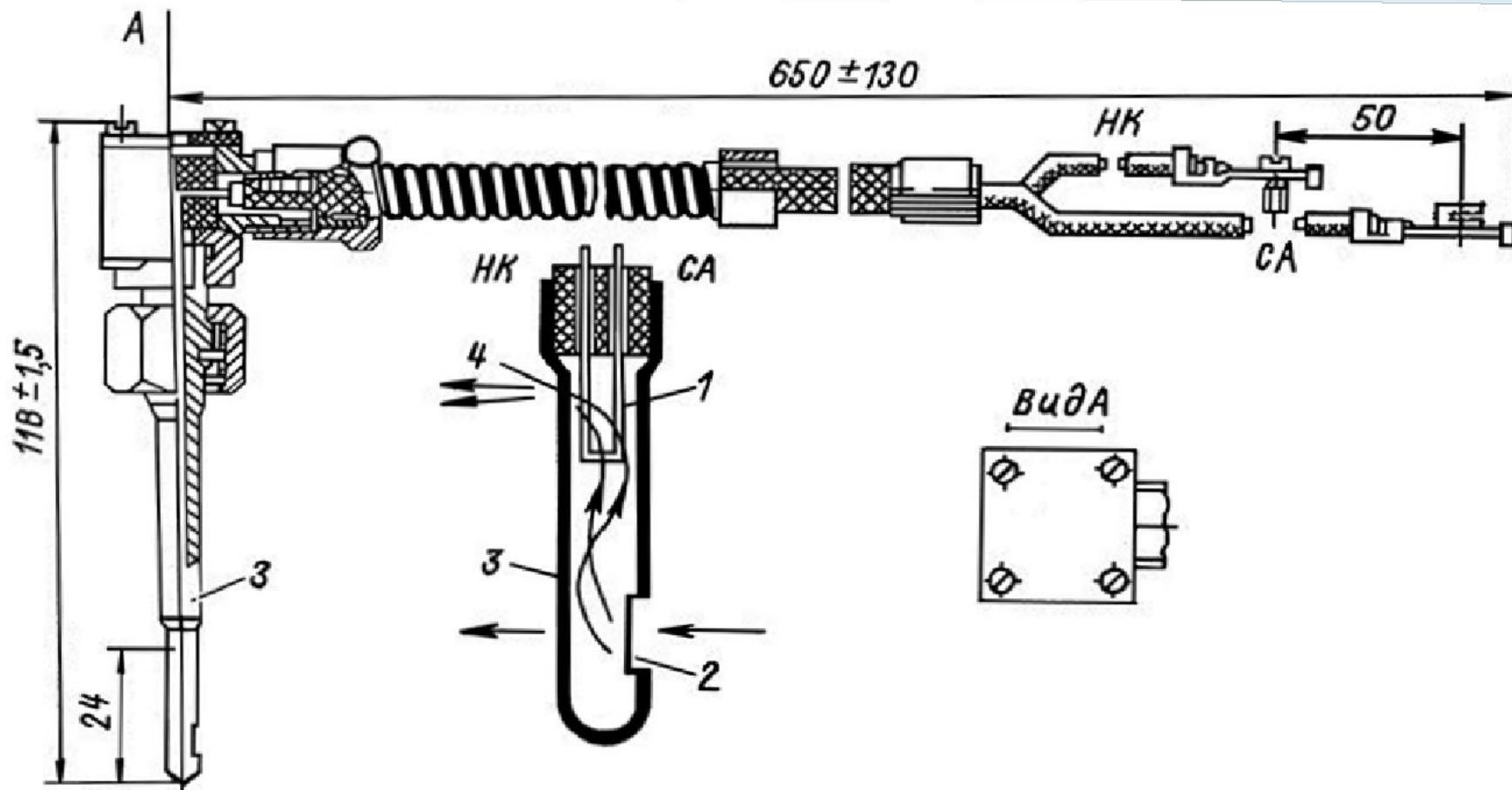
где, k – коэффициент пропорциональности, зависящий от материалов термопары.

Термопары НК-СА

(никель – кобальтовый сплав – специальный алюмель)



Конструкция датчика-термометра (ТВГ) с термопарой



Указатель термометра типа ТВГ

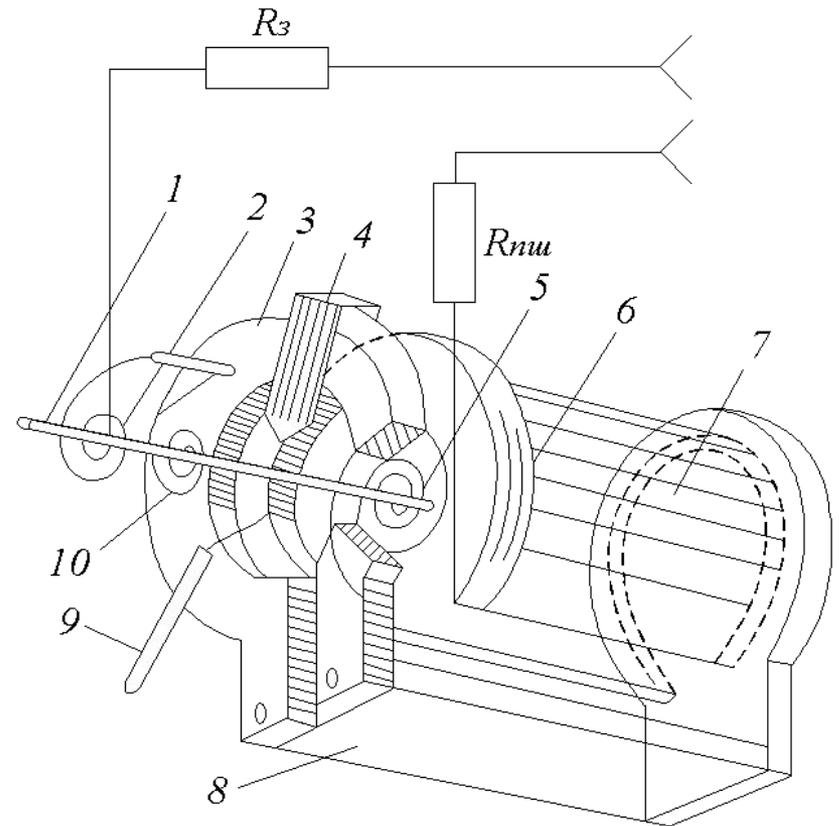
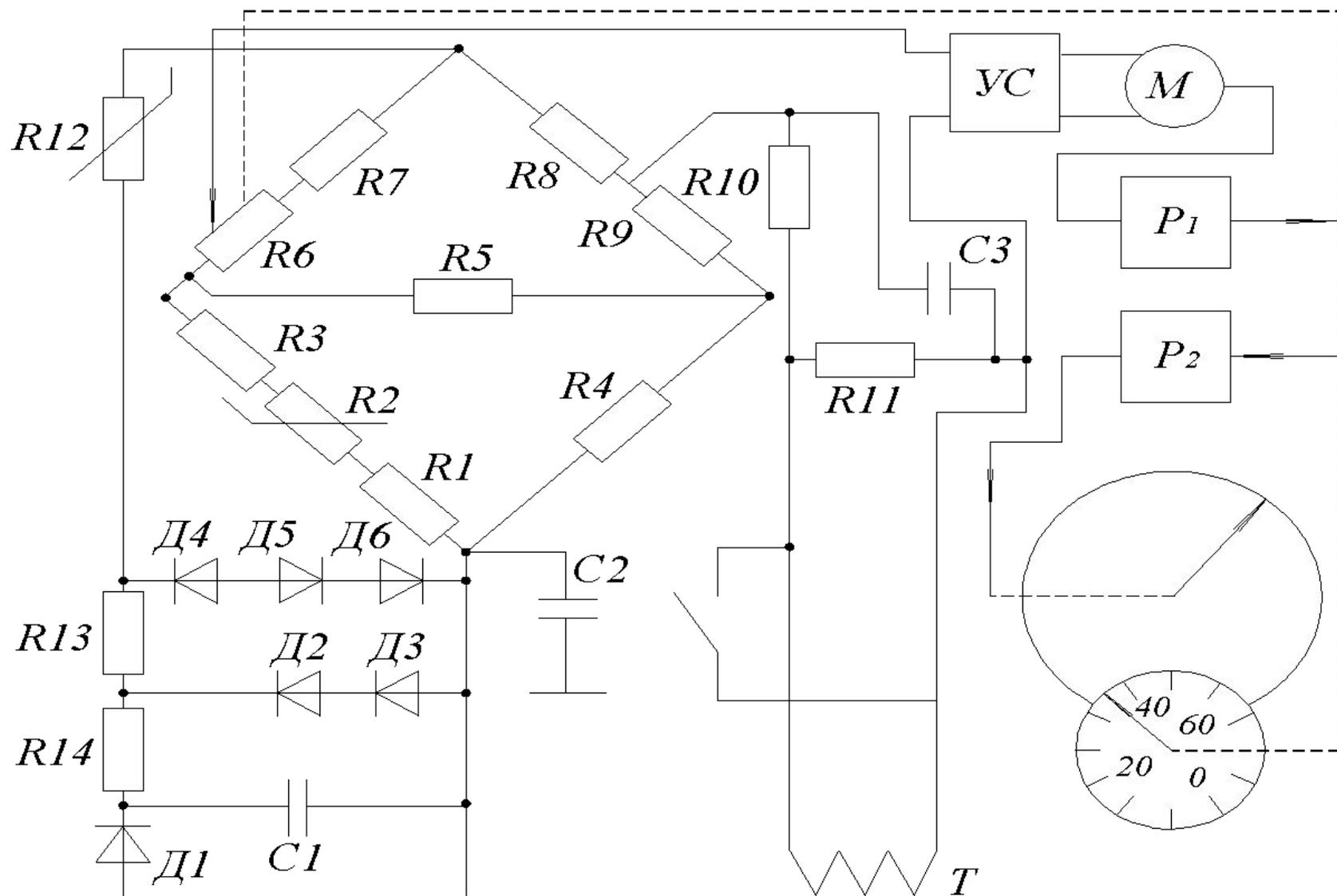


Схема термометра, основанного на компенсационном методе измерений



ВОПРОС 3

Приборы контроля состояния масляных систем двигателя

Устройство мановакуумметра

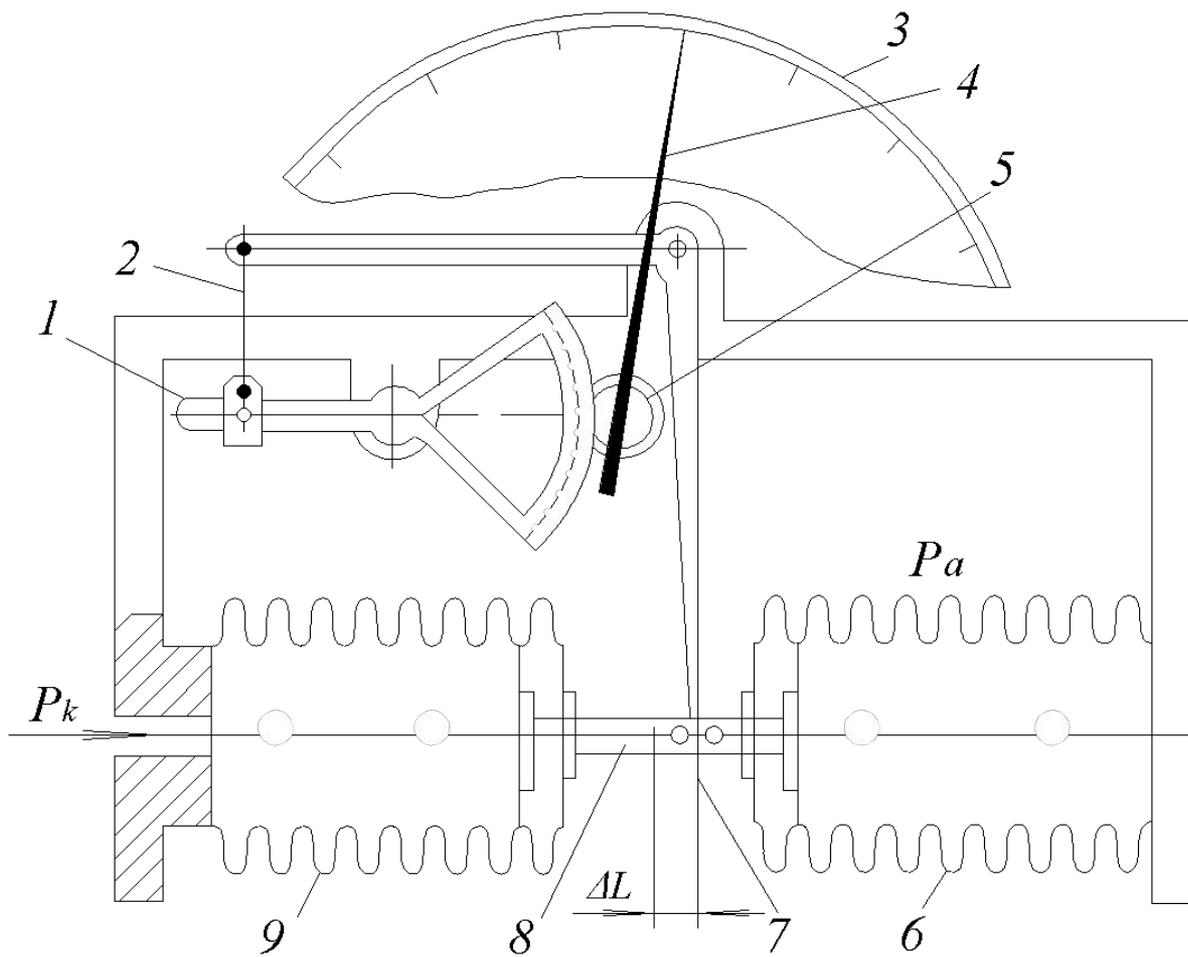
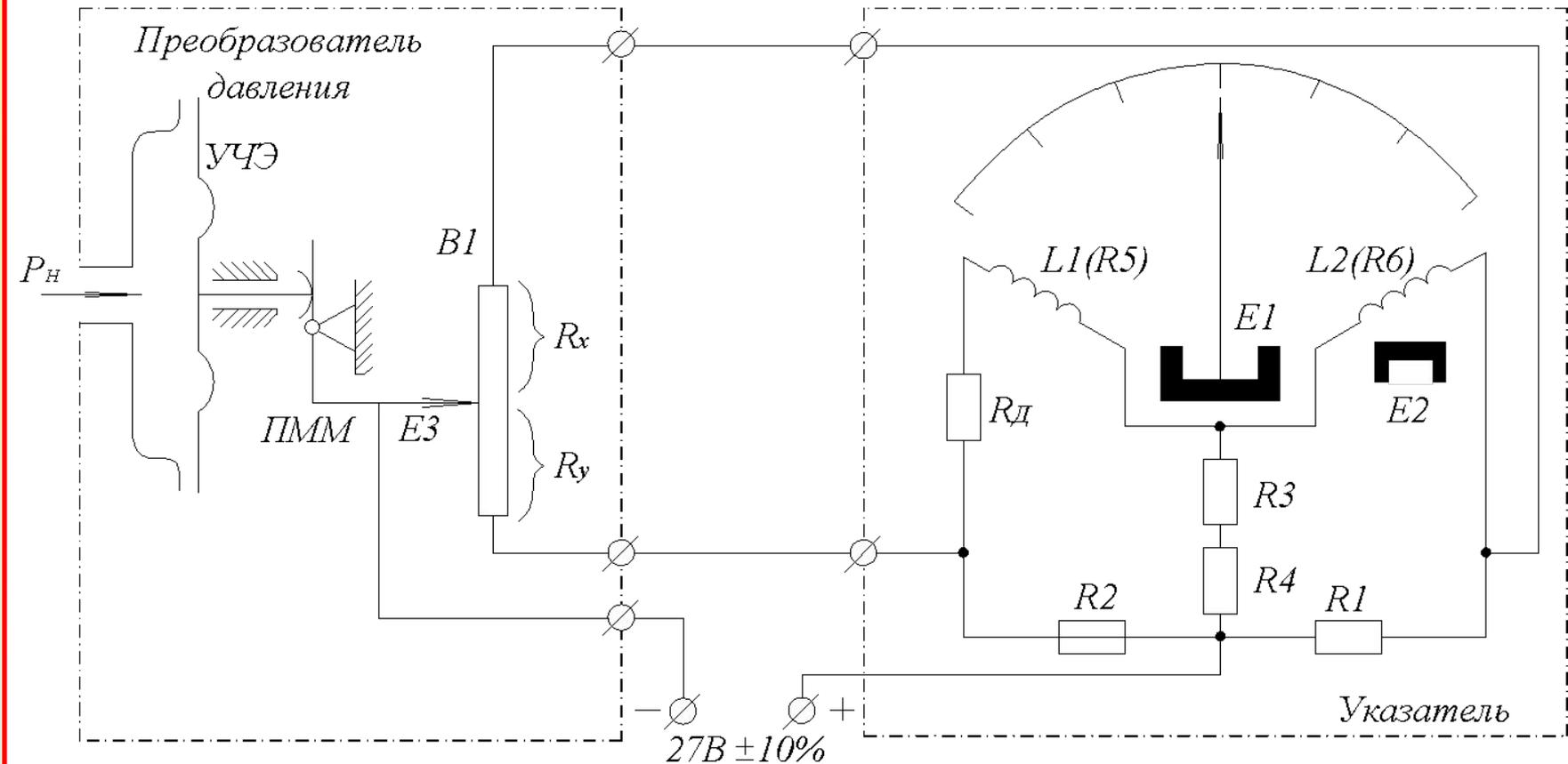
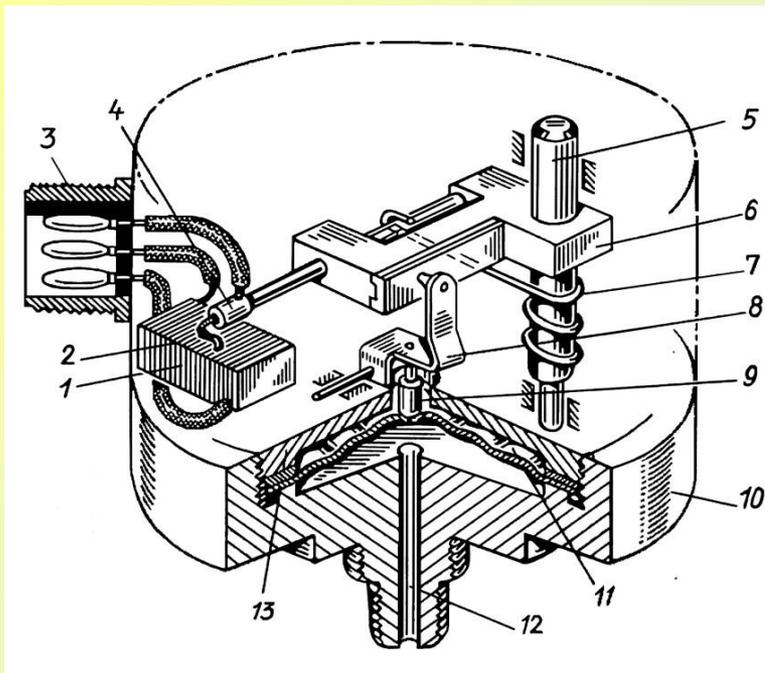
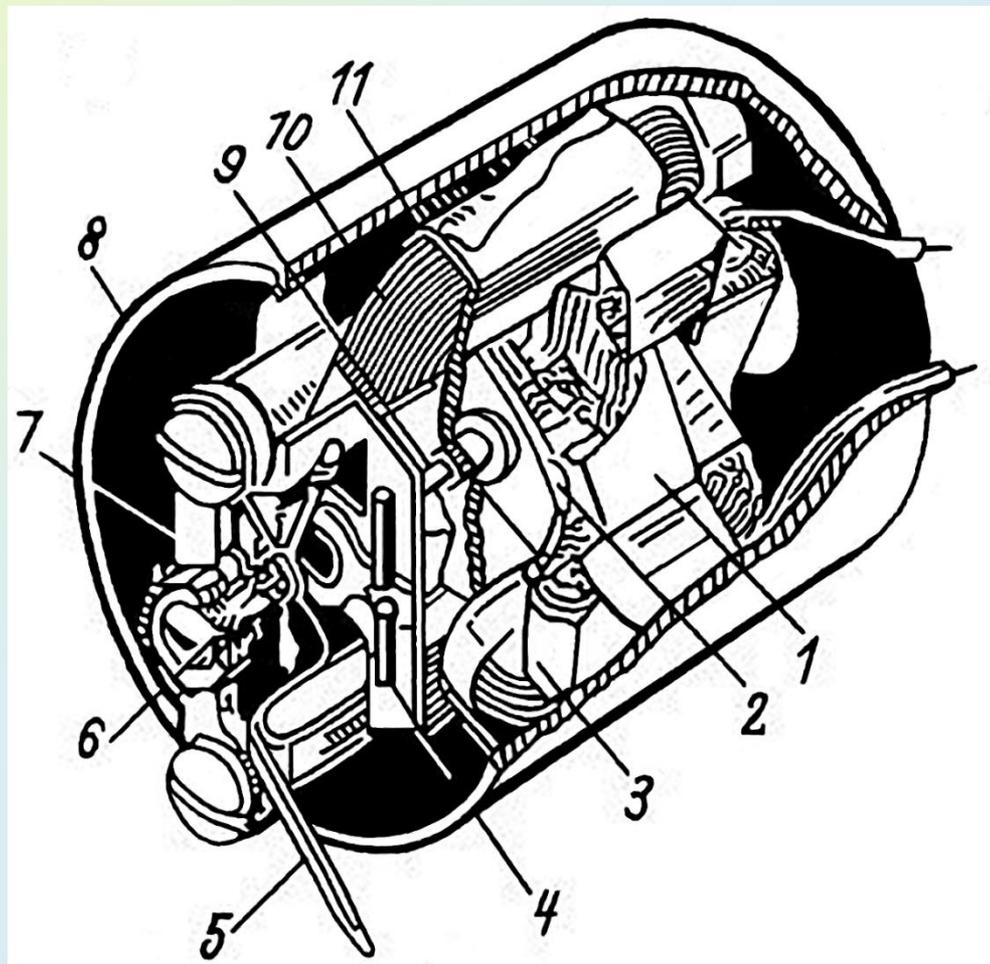


Схема манометра типа ЭДМУ (Электрический дистанционный манометр унифицированный)





Кинематическая схема преобразователя давления



Конструкция логометра ЭДМУ

Схема манометра типа ЭМ

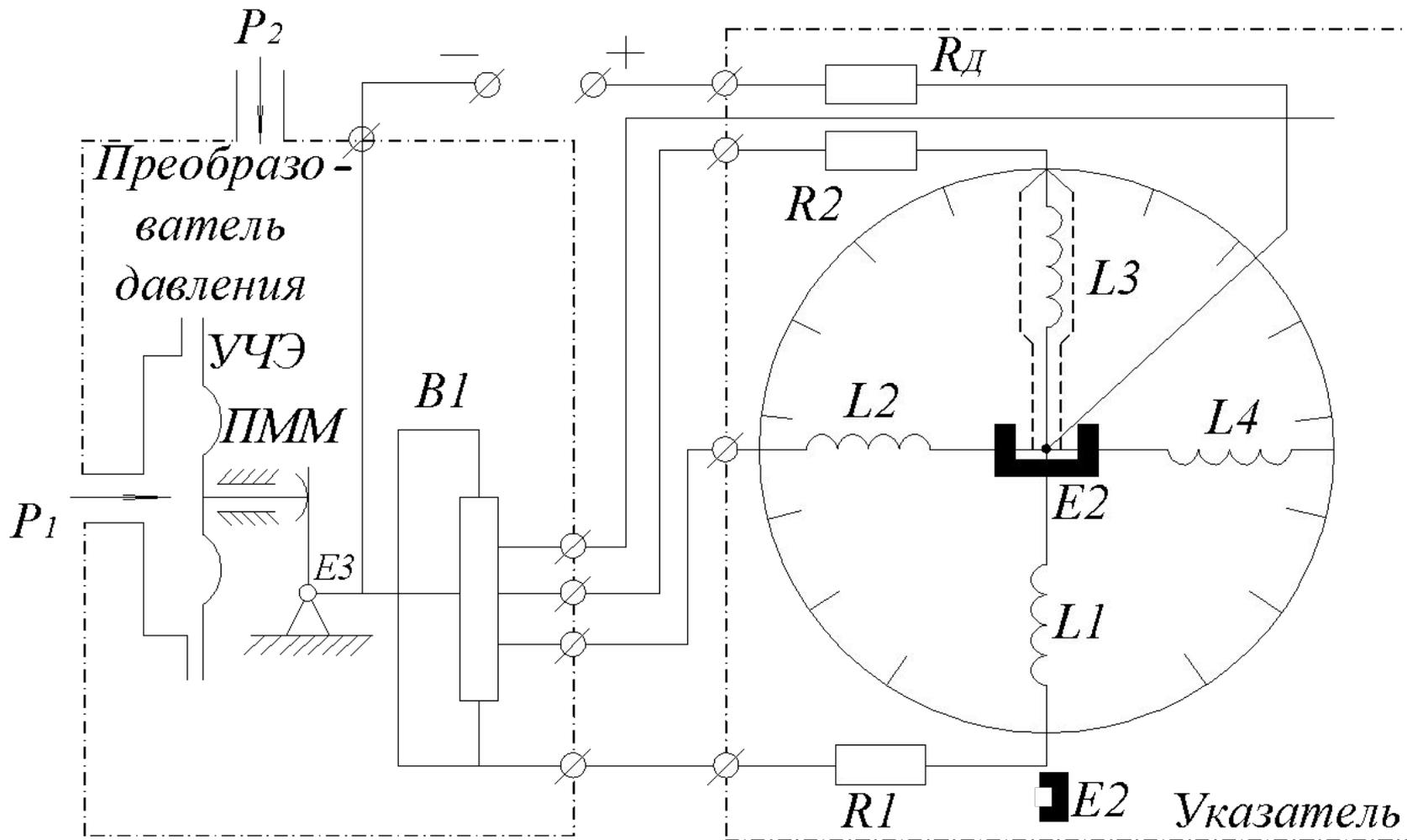


Схема манометра типа ДИМ (дистанционный индуктивный манометр)

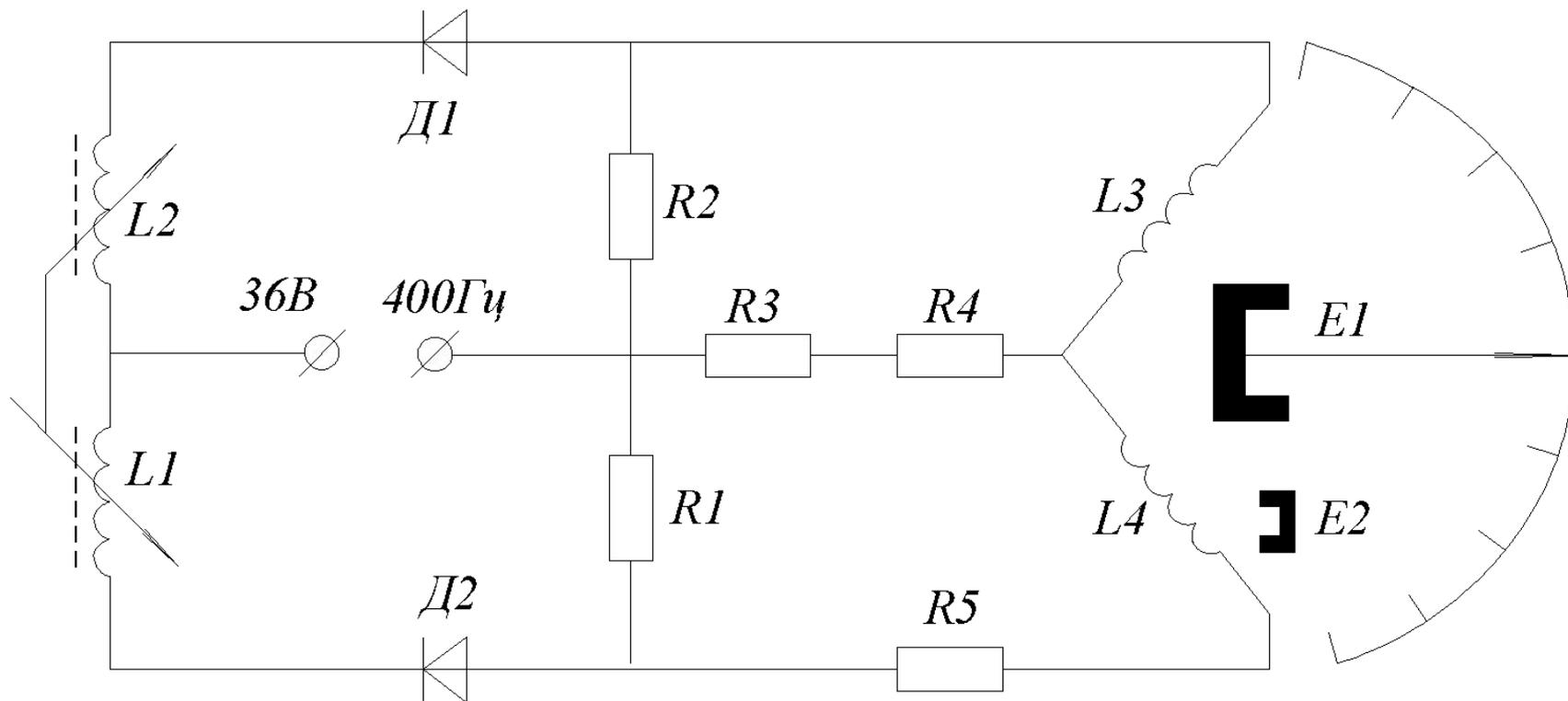


Схема сигнализатора давления

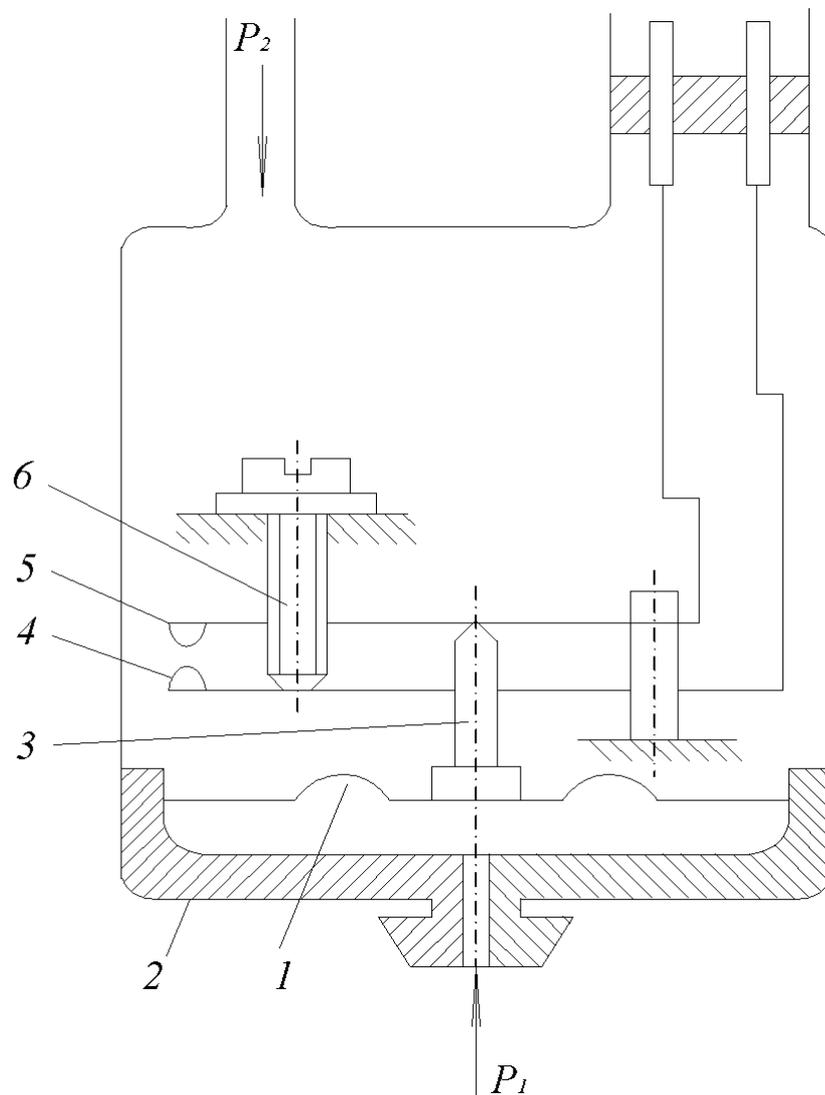
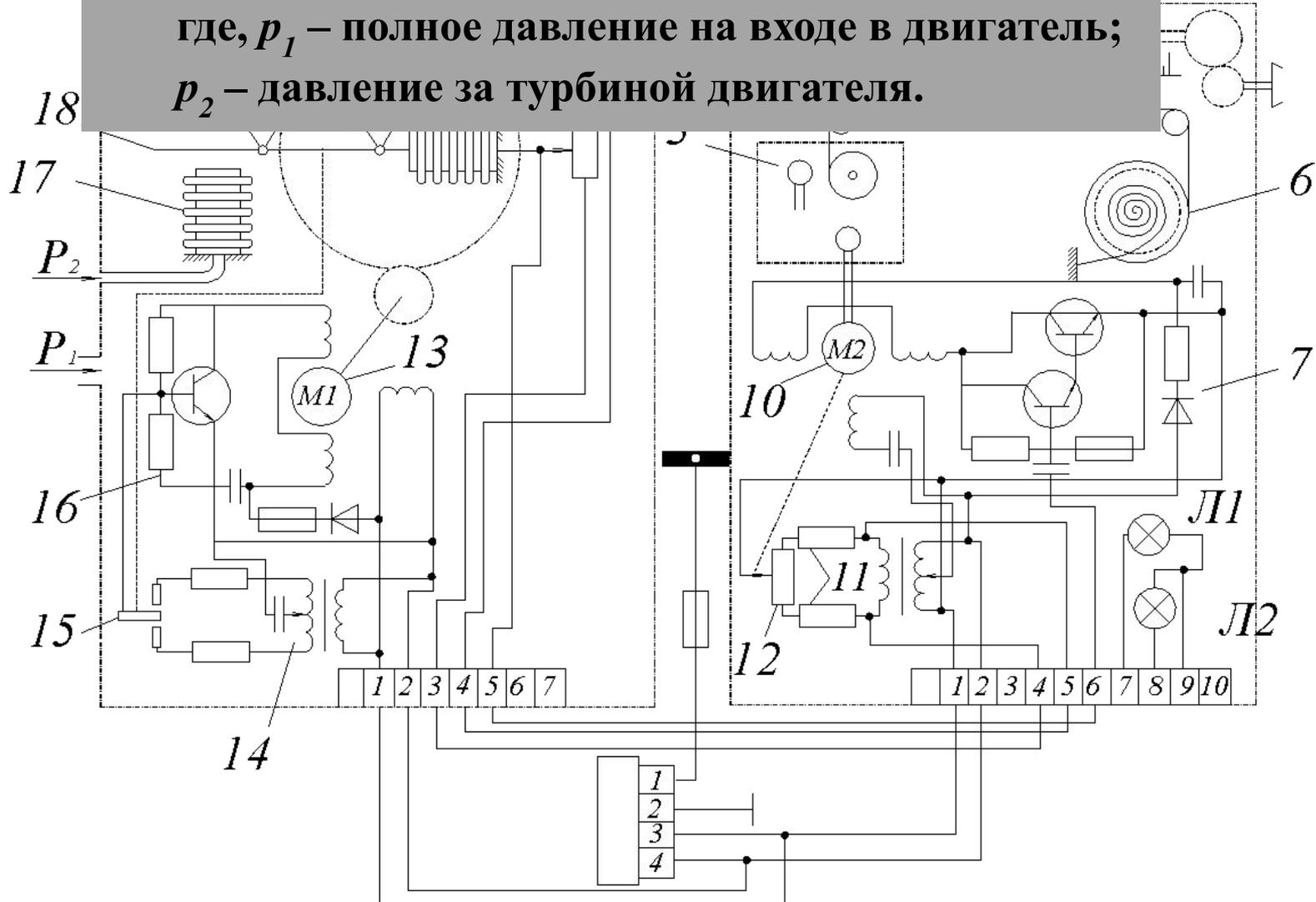


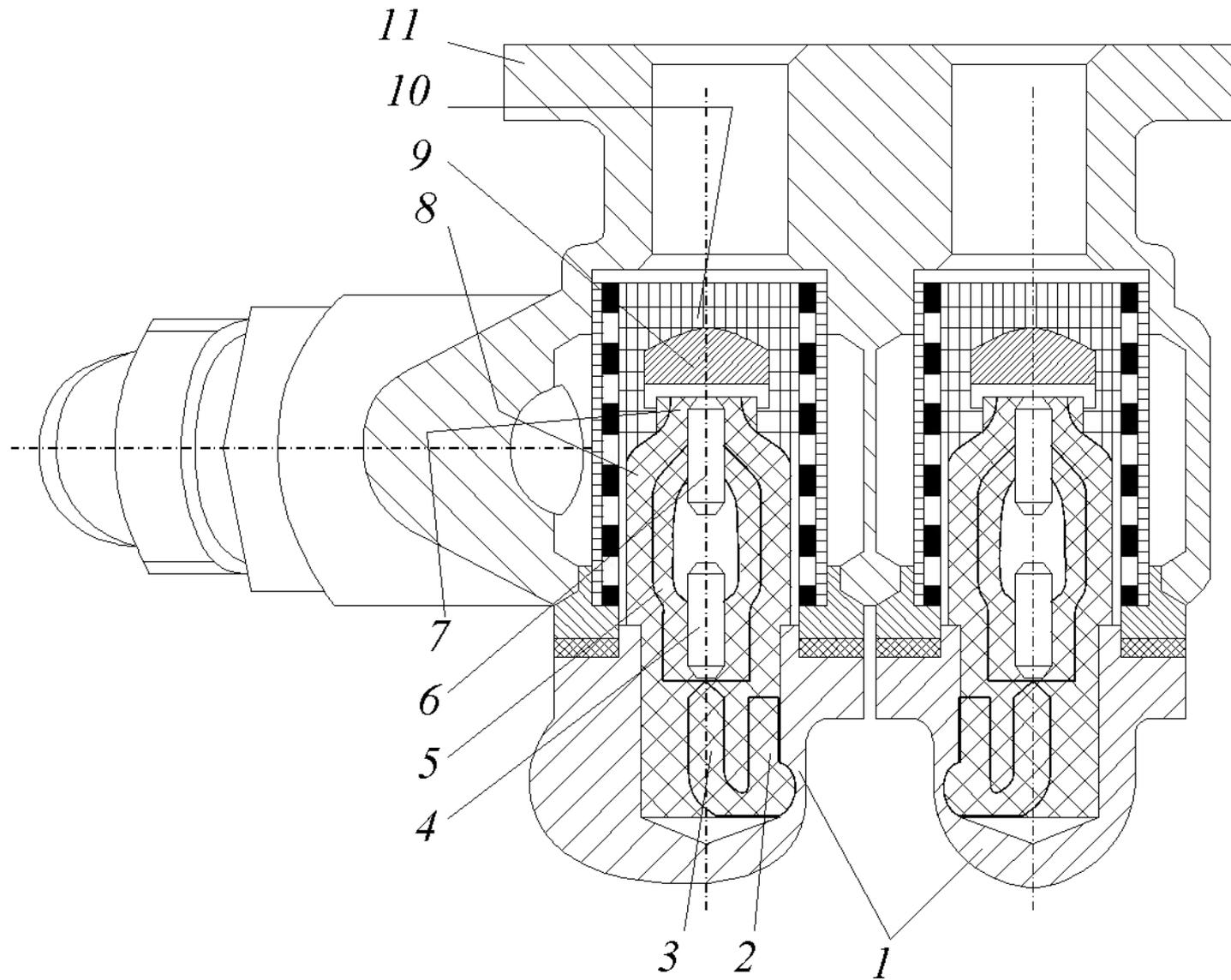
Схема измерителя отношения давлений типа ИОД

$$\pi = p_2 / p_1$$

где, p_1 – полное давление на входе в двигатель;
 p_2 – давление за турбиной двигателя.



Конструкция маслофильтра



Вопросы на самостоятельную подготовку

- 1. Контролируемые параметры силовых установок, агрегатов и систем ЛА.**
- 2. Принцип работы термометра типа ТЭУ.**
- 3. Принцип работы термодатчика.**
- 4. Принцип работы ТНВ.**
- 5. Принцип работы термоэлектрических термометров.**
- 6. Принцип действия магнитоэлектрического гальванометра**
- 7. Приборы контроля состояния масляных систем двигателя.**