

1. Манометры типа ЭДМУ

Унифицированные манометры ЭДМУ предназначены для измерения давления топлива и масла в магистралях авиационных двигателей.

Комплект манометра состоит из одного или двух датчиков и указателя. Манометры ЭДМУ выпускаются с диапазонами измерений давления от 0—1 кг/см² до 0—150 кг/см². Размах шкалы указателя 120°.

Подготовлено с личных материалов специально для

<http://turbinium.com>

14 февраля. 2018 г.

Характерной особенностью манометров ЭДМУ является идентичность электрокинематической схемы датчиков и конструкции передаточного механизма указателей, за исключением градуировки шкал, зависящей от диапазона измерения давления.

Унификация манометров этого типа обеспечивается установкой различных чувствительных элементов в примерно одинаковые по конструкции датчики. В датчиках, рассчитанных на измерение давления в пределах от $0-1 \text{ кг/см}^2$ до $0-3 \text{ кг/см}^2$, в качестве чувствительного элемента используется манометрическая мембранная

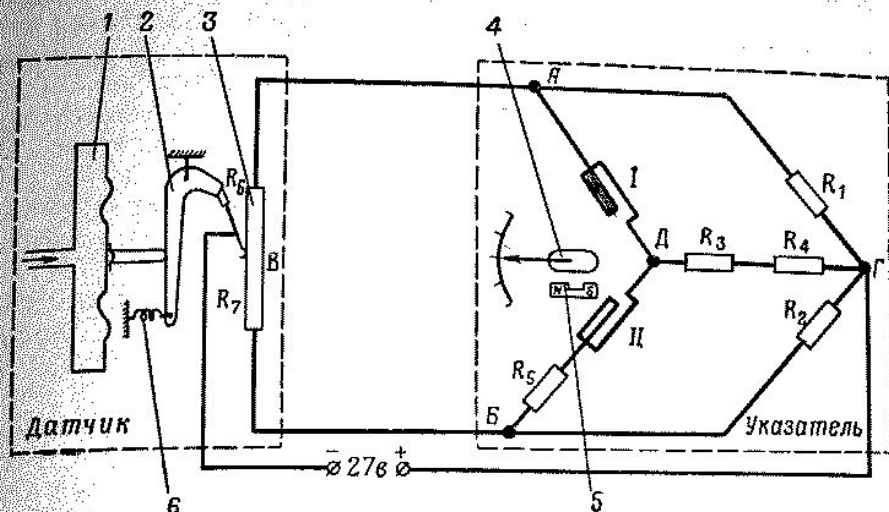


Рис. 2.5. Электрокинематическая схема манометра ЭДМУ:

1 — мембранная коробка; 2 — передаточно-множительный механизм; 3 — потенциометр; 4 — подвижный магнит; 5 — неподвижный магнит; 6 — пружина

коробка. В датчиках с пределом измерения давления от $0-6 \text{ кг/см}^2$ до $0-100 \text{ кг/см}^2$ чувствительным элементом служит гофрированная мембрана.

Датчики с диапазоном измерения давления в пределах $0-6 \text{ кг/см}^2$ имеют специальный штуцер для подачи внутрь корпуса статического давления от приемника воздушного давления или давления наддува. Датчики и указатели манометров типа ЭДМУ взаимозаменяемы, что облегчает их эксплуатацию.

Электрокинематическая схема манометра ЭДМУ приведена на рис. 2.5.

Чувствительным элементом датчика является манометрическая мембранная коробка 1. Измеряемое давление подается внутрь коробки. Под действием давления мембрана деформируется, перемещаясь на величину, пропорциональную измеряемому давлению. Максимальное перемещение подвижного центра мембраны для манометров всех диапазонов измерения не превышает 1,2 мм, что обеспечивает унификацию деталей передаточно-множительных ме-

ханизмов чувствительных элементов манометров различных типов. Чувствительные элементы манометров типа ЭДМУ отличаются один от другого лишь толщиной мембраны. С помощью передаточно-множительного механизма 2 поступательное движение начального звена механизма преобразуется во вращательное движение щетки потенциометра. Передаточно-множительный механизм состоит из штока, качалки и щеткодержателя со щеткой. Для возвращения механизма в исходное положение служит пружина 6.

Потенциометр 3 обеспечивает преобразование неэлектрической величины — угла поворота щетки — в определенные значения электрического сопротивления участков потенциометров R_6 и R_7 . При работе датчика каждой величине давления соответствует какое-то определенное положение щетки на потенциометре, а следовательно, и определенное соотношение значений сопротивлений R_6 и R_7 . Обмотка потенциометра 3 датчика изготовлена из константана, что позволяет значительно уменьшить изменение сопротивления потенциометра при изменении температуры окружающей среды.

В качестве указателя в схеме ЭДМУ используется логометр магнитоэлектрической системы с подвижным магнитом 4. Рамки I и II логометра установлены неподвижно под углом 120° одна к другой. Этот угол определяет размах шкалы указателя. Катушки логометра имеют одинаковое число витков, но разные размеры, так как одна из них надевается на другую. Внутренняя катушка имеет меньшее сопротивление. Для обеспечения симметричности схемы последовательно с этой катушкой включено сопротивление R_5 . Обмотки рамок логометра изготовлены из медного провода. Логометр включен в схему моста, плечами которого являются постоянные по величине сопротивления R_1 и R_2 и переменные по величине сопротивления R_6 и R_7 участков потенциометра 3 датчика. Рамки логометра свободными концами включены в диагональ моста (точки А и Б), а общей точкой (точка Д) — к полудиagonали моста, состоящей из сопротивлений R_3 и R_4 . Сопротивление R_3 изготовлено из константана, а R_4 — из меди. Такой выбор материалов обусловлен различной величиной температурного коэффициента сопротивления и обеспечивает уменьшение погрешности прибора, возникающей из-за изменения величины электрического сопротивления обмоток рамок логометра при изменении температуры окружающей среды.

Подвижный магнит 4 логометра устанавливается внутри массивного медного корпуса, что обеспечивает быстрое успокоение подвижной системы логометра при возникновении колебательных движений. При поворотах магнита в корпусе индуцируются вихревые токи. Магнитное поле вихревых токов, взаимодействуя с полем постоянного магнита, приводит к успокоению подвижной системы. Подвижный магнит укреплен на одной оси со стрелкой прибора. Подвижная система логометра в исходное положение при

выключении питания возвращается с помощью неподвижного магнита 5.

Работа логометра при измерении давления заключается в следующем. Если при измеряемом давлении щетка потенциометра датчика заняла среднее положение (точка B), то сопротивления участ-

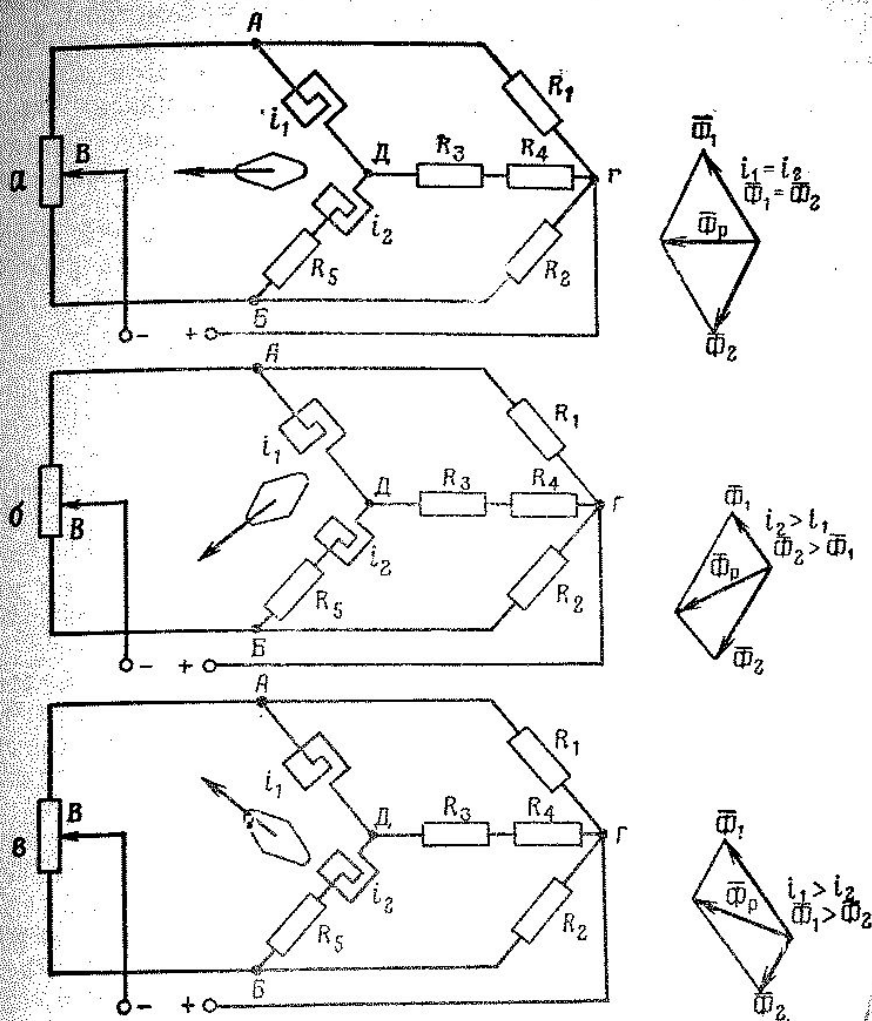


Рис. 2.6. Принцип действия манометра ЭДМУ:

a — давление средней величины; $б$ — максимальное давление; $в$ — минимальное давление

ков AB и BB равны между собой и мостовая схема находится в равновесии. Ток, протекающий по полудиагонали $ГД$, разветвляется в точке D на два равных и противоположных по направлению тока i_1 и i_2 (рис. 2.6, a). Токи в рамках логометра образуют магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , равные по величине и развернутые один относительно другого на угол 120° .

выключении питания возвращается с помощью неподвижного магнита 5.

Работа логометра при измерении давления заключается в следующем. Если при измеряемом давлении щетка потенциометра датчика заняла среднее положение (точка B), то сопротивления участ-

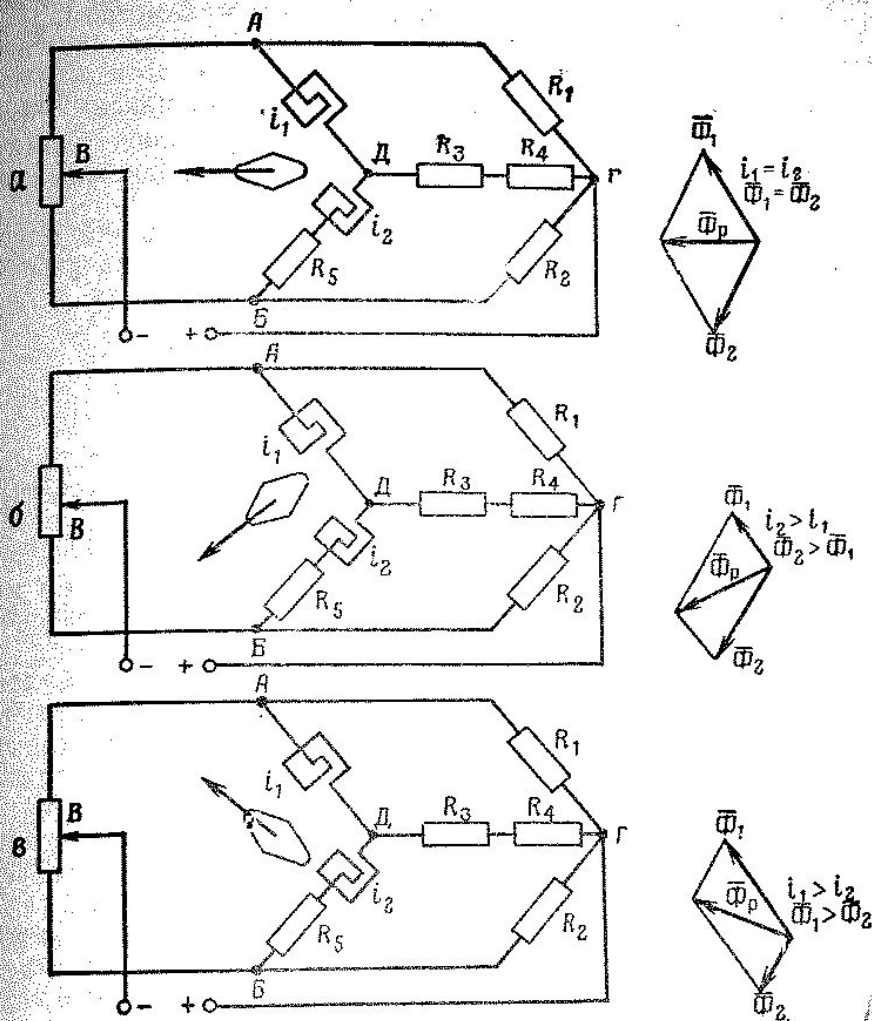


Рис. 2.6. Принцип действия манометра ЭДМУ:

a — давление средней величины; $б$ — максимальное давление; $в$ — минимальное давление

ков AB и BB равны между собой и мостовая схема находится в равновесии. Ток, протекающий по полудиагонали $ГД$, разветвляется в точке D на два равных и противоположных по направлению тока i_1 и i_2 (рис. 2.6, a). Токи в рамках логометра образуют магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , равные по величине и развернутые один относительно другого на угол 120° .

Сложение векторов $\vec{\Phi}_1$ и $\vec{\Phi}_2$ дает результирующий вектор $\vec{\Phi}_p$. При взаимодействии вектора $\vec{\Phi}_p$ с полем постоянного магнита подвижный магнит устанавливается по направлению вектора $\vec{\Phi}_p$, занимая среднее положение между рамками. Вместе с подвижным магнитом поворачивается и стрелка прибора, показывая половину максимального давления, измеряемого данным манометром.

При увеличении давления до максимального щетка потенциометра занимает крайнее нижнее положение, при этом величина тока в рамке I минимальна, а в рамке II достигает максимума. Результирующий вектор $\vec{\Phi}_p$ поворачивается в сторону рамки II (рис. 2.6, б). В эту же сторону поворачивается и подвижный магнит со стрелкой, показывая максимальное давление.

При уменьшении давления до нуля результирующий магнитный поток $\vec{\Phi}_p$ устанавливает подвижный магнит в направлении рамки I (рис. 2.6, в), а стрелку на нуль шкалы.

Устройство манометра ЭДМУ

Устройство датчиков и указателей манометров ЭДМУ с различными пределами измерения давления в основном одинаковое. Исключение составляет датчик манометра ЭДМУ-150, устройство которого будет рассмотрено отдельно.

Указатель. Основным элементом указателя является логометр магнитоэлектрической системы с подвижным магнитом и неподвижными рамками. Кинематическая схема логометра приведена на рис. 2.7.

Ось 2 с кернами, подвижный магнит 1, крестовина с балансировочными грузиками 8 и стрелка 5 образуют подвижную систему логометра. Один конец оси опирается на камень-подпятник 13, укрепленный в успокоителе 16, а другой — на камень-подпятник, укрепленный в регулировочном винте 7.

Подвижный магнит 1 расположен внутри медного успокоителя 16, закрытого крышкой 11. На успокоитель надеты две пары рамок 3 и 14, расположенные под углом 120° одна к другой. Рамки каждой пары располагаются параллельно одна другой и крепятся с помощью квадратных пластин. Возвращение стрелки 5 в исходное положение при выключении питания обеспечивается дополнительным магнитом 4. Крышка 11 и успокоитель 16 скреплены с помощью стоек 10 и винтов 9.

В передней части логометра к стойкам 10 двумя винтами крепится мостик 6. Узел логометра помещен в цилиндрический экран 12 из пермаллоя, предназначенный для защиты логометра от влияния внешних магнитных полей.

Логометр в указателе крепится на специальном бакелитовом основании. В задней части основания имеется мостик, на котором смонтированы четыре катушки сопротивлений R_1 , R_2 , R_4 и R_5 . Сопротивление R_3 размещено в специальном углублении основания.

На основании крепится также трехштырьковая вилка для соединения указателя с датчиком с помощью соединительных проводов.

Датчик. Кинематическая схема датчика манометра ЭДМУ показана на рис. 2.8.

Чувствительным элементом датчика является упругая гофрированная мембрана 1, закрепленная между основанием 2 и крышкой 3.

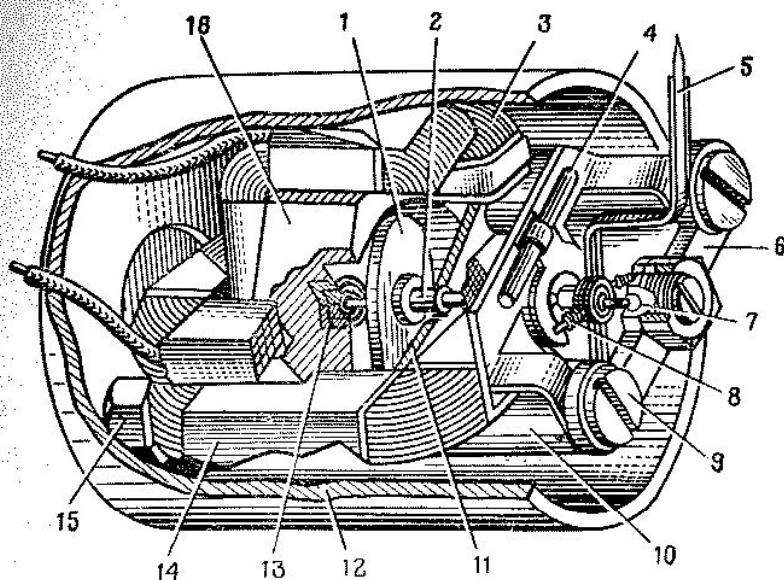


Рис. 2.7. Кинематическая схема логометра:

1 — подвижный магнит; 2 — ось; 3 — рамка; 4 — дополнительный магнит;
5 — стрелка; 6 — мостик; 7 — регулировочный винт; 8 — баланспровочный груз;
9 — винт; 10 — стойка; 11 — крышка; 12 — экран; 13 — камень-подпятник;
14 — рамка; 15 — гайка; 16 — успокоитель

Измеряемое давление подводится в полость под мембрану через штуцер 17. При увеличении давления мембрана 1 прогибается и перемещает толкатель 15, который нажимает на одно из плеч качалки 13. Качалка 13 поворачивается и другим плечом перемещает колодку 9 со щеткодержателем 7. Колодка 9 поворачивается вместе со щеткодержателем в двух цапфах 10, причем щетка 5 скользит по потенциометру 4. Обратный ход механизма датчика при уменьшении давления обеспечивается возвратной пружиной 11. Обмотка потенциометра связана со штырьками вилки 6 гибкими многожильными проводами 8. Весь механизм и элементы электрической схемы датчика смонтированы внутри алюминиевого корпуса, скрепленного с основанием 2 четырьмя винтами. Для предохранения мембраны от разрушения при действии перегрузочного давления служит регулируемый упор 16, ввернутый в крышку 3 основания. Упор отрегулирован таким образом, что мембрана упи-

рается в него вершинами своих гофр при давлении, превышающем на 10% максимальное значение измеряемого давления.

Корпус датчика закрывают крышкой, которая крепится резьбовым кольцом. Внутри герметичного корпуса датчика от приемника воздушного давления подводится статическое давление через штуцер 12.

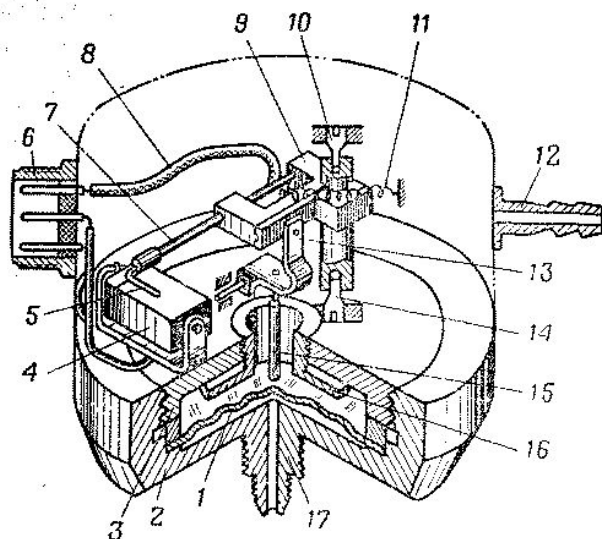


Рис. 2.8. Кинематическая схема датчика манометра ЭДМУ:

1 — мембрана; 2 — основание; 3 — крышка; 4 — потенциометр; 5 — щетка; 6 — вилка со штырьками; 7 — щеткодержатель; 8 — гибкие многожильные провода; 9 — коiledка; 10 — цапфа; 11 — возвратная пружина; 12 — штуцер; 13 — качалка; 14 — винт; 15 — толкатель; 16 — регулируемый упор; 17 — штуцер

Датчики с диапазоном измерения давления 0—1 кг/см^2 и 0—3 кг/см^2 отличаются от рассмотренного выше наличием манометрической мембранной коробки вместо гофрированной мембраны.

Устройство манометра ЭДМУ-150

Принципиальная схема манометра ЭДМУ-150 приведена на рис. 2.9.

В датчике манометра ЭДМУ-150 в качестве чувствительного элемента используется трубчатая пружина (манометрическая трубка).

Измеряемое давление воздействует на чувствительный элемент датчика. Чем оно больше, тем больше разность между давлением внутри и снаружи пружины (т. е. между измеряемым давлением и атмосферным). Трубчатая пружина под действием разности давлений деформируется, стремясь принять в сечении форму круга, что вызывает отклонение свободного конца пружины от первоначального положения.

чального положения. Конец пружины через передаточный механизм перемещает щетку *C* по потенциометру *AB*. Каждому значению разности давлений соответствует одно определенное положение щетки *C* на потенциометре. Потенциометр *AB* с указателем образуют мостовую измерительную схему, в которой измеряется соотношение сопротивлений плеч моста *AC*, *BC* с помощью логометра.

В остальном принцип работы схемы ЭДМУ-150 не отличается от принципа работы схем других манометров ЭДМУ.

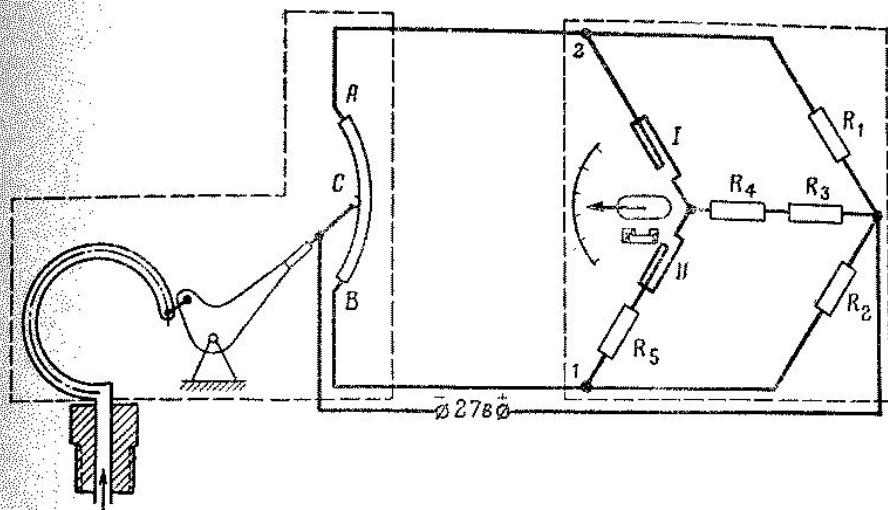


Рис. 2.9. Принципиальная схема манометра ЭДМУ-150

Кинематическая схема датчика приведена на рис. 2.10. Она состоит из двух систем: измерительной (рабочей) и вспомогательной. Измерительная система включает рабочую пружину 5, передаточно-множительный механизм со щеткой 8 потенциометра. Вспомогательная система состоит из пружины 6, передаточно-множительного механизма и потенциометра 7. Вспомогательная система устраняет взаимные перемещения щетки и потенциометра при воздействии внешних вибраций на датчик.

Измеряемое давление через штуцер 20 и трубопровод 19 подается внутрь пружины 5, жестко закрепленной в стойке 1. При увеличении давления свободный конец трубчатой пружины с наконечником 13 отклоняется и через тягу поворачивает рычаг 16 относительно оси 2 вместе со щеткой 8, которая скользит по потенциометру 7. При уменьшении давления обратный ход механизма обеспечивается возвратной пружиной 15. Один конец пружины крепится к кронштейну рычага 14 потенциометра 7, другой — к кронштейну рычага 16 щетки 8. Подвод тока к щетке и отвод от потенциометра осуществляются гибкими пластинчатыми токопроводами 3 и 9, которые через переходные колодки подсоединяются монтажным проводом к штырькам вилки 12.

При вибрации датчика или действии линейных ускорений свободный конец пружины 5 смещается и через тягу поворачивает рычаг 16 со щеткой 8. Одновременно смещается конец пружины 6 и через тягу 10 поворачивает рычаг 14 с потенциометром 7 на такой же угол. В результате смещения щетки по потенциометру при неизменном давлении не произойдет.

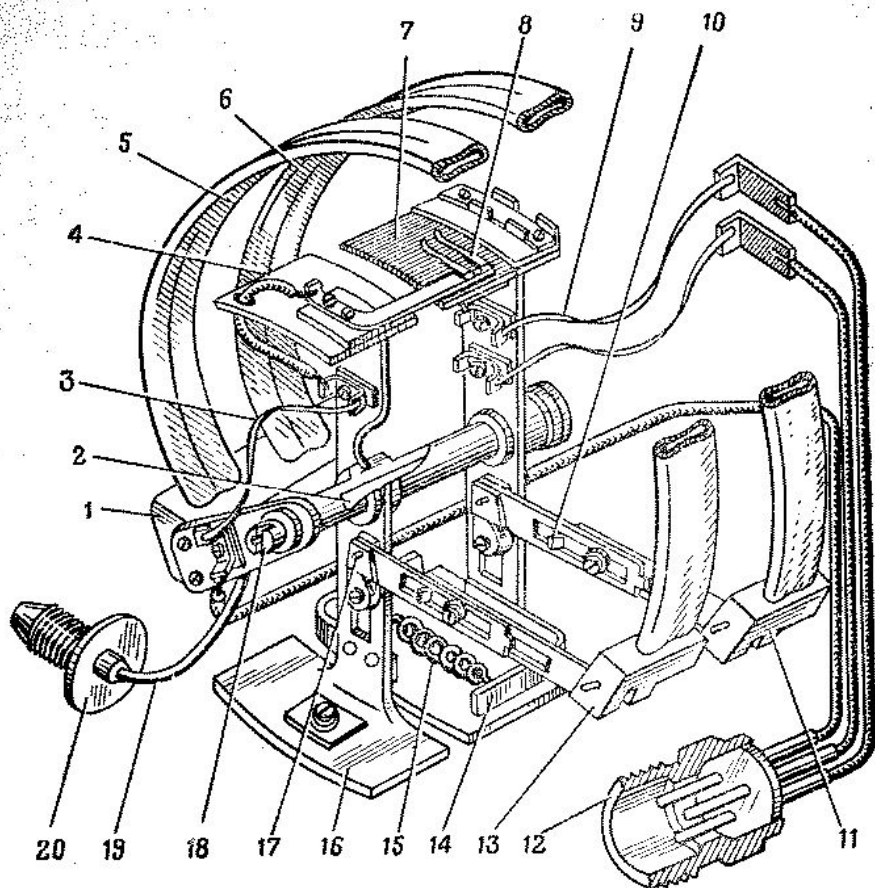


Рис. 2.10. Кинематическая схема датчика манометра ЭДМУ-150:

1 — стойка; 2 — ось; 3 — токоподвод; 4 — щеткодержатель; 5 — рабочая пружина; 6 — пружина вспомогательной системы; 7 — потенциометр; 8 — щетки; 9 — токоподвод; 10 — тяга; 11 — наконечник; 12 — вилка со штырьками; 13 — наконечник; 14 — рычаг; 15 — возвратная пружина; 16 — рычаг; 17 — ось; 18 — винт; 19 — трубопровод; 20 — штуцер

Механизм датчика смонтирован в литом корпусе из сплава алюминия и закрывается крышкой. Основные технические данные манометров типа ЭДМУ приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Тип манометра	Диапазон измерения, кг/см ²	Рабочий диапазон, кг/см ²	Допустимая перегрузка, кг/см ²	Цена деления	Погреш- ность в рабочем диапазоне при 20°C (±), кг/см ²
ЭДМУ-1	0—1	0—0,6	1,5	0,1	4
ЭДМУ-3	0—3	0,6—2,4	1,5	0,2	4
ЭДМУ-6	0—6	1—4,5	9	0,5	4
ЭДМУ-10	0—10	4—9	15	1	4
ЭДМУ-15	0—15	4—12	22,5	1	4
ЭДМУ-80	0—80	5—60	100	5	4
ЭДМУ-100	0—100	0—80	150	10	4
ЭДМУ-150	0—150	90—120	225	10	4

Для всех манометров:

- потребляемый ток каждым комплектом — 0,1 а;
- наибольшее отношение токов в рамках — 5;
- время успокоения подвижной системы — 1,5—2,0 сек.