

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

1. ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Измерительным преобразователем (ГОСТ 16263—70) называется средство измерения, предназначенное для выработки сигнала информации о значениях измеряемых физических величин в удобной для передачи и дальнейшего преобразования форме, но не поддающееся непосредственному восприятию наблюдателем. Измерительный преобразователь, предназначенный для дистанционной передачи сигнала измерительной информации, называется передающим измерительным преобразователем, а преобразователь, к которому подведена измеряемая величина, называется первичным измерительным преобразователем.

Принцип действия электроконтактных передающих преобразователей заключается в использовании перемещений измерительного стержня, замыкающего электрическую цепь.

Электроконтактные преобразователи обычно предназначены для оценки размера контролируемой детали в определенных пределах и для определения числового значения измеряемой величины. Некоторые модели электроконтактных преобразователей снабжены отсчетными устройствами в виде индикаторов часового типа, работающих параллельно с электрическими контактами. Электроконтактные преобразователи по назначению разделяются на предельные и амплитудные.

Предельные электроконтактные преобразователи предназначены для того, чтобы установить, находятся ли размеры контролируемых деталей в пределах заданного поля допуска, амплитудные — для контроля амплитуды непрерывно изменяющегося размера, т. е. для контроля разности между наибольшим и наименьшим значениями проверяемого размера (в частности, для контроля погрешности геометрической формы или взаимного расположения поверхностей).

Предельные преобразователи применяются для сортировки деталей на размерные группы. Эти преобразователи разделяются на однопредельные, двухпредельные и многопредельные. Наибольшее распространение получили двухпредельные преобразователи. Они применяются для сортировки деталей на три группы: брак исправный (брак +), годные и брак неисправный (брак —) *.

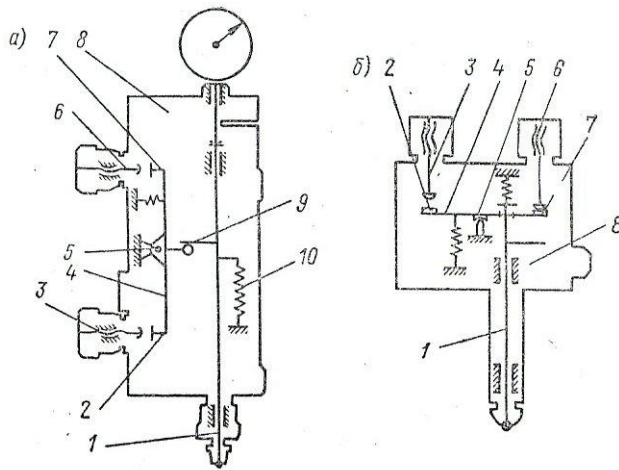


Рис. 34. Принципиальные схемы электроконтактных двухпредельных преобразователей: а — модели 228; б — модели 233

*Число контактных пар, т. е. система контактов преобразователей, замыкающихся при определенном положении измерительного стержня, всегда на единицу меньше числа размерных групп, на которые преобразователи сортируют детали.

На рис. 34 представлены принципиальные схемы двухпредельных преобразователей моделей

228 и 233. Во втулках корпуса 8 перемещается измерительный стержень 1 со сменным наконечником. Перемещение измерительного стержня вызывает поворот вокруг оси 5 двухплечего рычага 4, несущего подвижные контакты 2 и 7. На рис. 34, а малое плечо рычага — расстояние от оси 5 рычага до точки его контакта с упором 9, большое плечо — длина рычага от оси поворота 5 до подвижных контактов 2 или 7. На рис. 34, б малое плечо рычага — расстояние от точки контакта измерительного стержня 1 с рычагом 4 до оси призматической опоры 5; большое плечо — длина рычага от оси опоры 5 до подвижных контактов 2 или 7.

При крайних отклонениях рычага 4 замыкается один из контактов 2 или 7. Измерительное усилие создает пружина 10. Неподвижные контакты 3 и 6 регулируются при помощи микрометрических винтов,

Преобразователь настраивается на размер по двум образцовым деталям, с размерами, соответствующими предельным размерам контролируемых деталей.

Трехконтактные преобразователи применяются для сортировки контролируемых деталей на две размерные группы годных деталей, а также на брак исправимый (брак+) и неисправимый (брак —). Эти преобразователи находят применение в различных измерительных установках, где требуется выдача трех команд в определенной последовательности. Трехконтактные преобразователи моделей 229 и 230 (рис. 35), выпускаемые заводом «Калибр», имеют схему, аналогичную схеме двухконтактного преобразователя модели 228, и отличаются они только тем, что имеют три регулируемых контакта, причем у преобразователя модели 229 два контакта расположены в верхней части, а у преобразователя модели 230 — в нижней части. Выдача команд у этих преобразователей производится не в последовательности расположения контактов. В частности, у преобразователя модели 229 при перемещении измерительного стержня 7 снизу вверх сначала размыкается нижняя пара контактов 1 и 2, что влечет за собой замыкание средней пары контактов 3 и 4, а затем верхней пары контактов 5 и 6. Вследствие этого трехконтактные преобразователи для каждой группы контактов имеют различные пределы измерения; общий предел измерения, равный 1 мм, у преобразователя модели 229 находится между нижней и средней парами контактов, а между средней и верхней парами контактов он составляет 0,02—0,03 мм. У преобразователя модели 230 при перемещении измерительного стержня сверху вниз сначала размыкается верхний контакт, затем замыкается средний и дальше — нижний контакт, поэтому общий предел измерения, равный 1 мм, находится у этой модели между верхней и средней парой контактов, а между средней и нижней он равен 0,02—0,03 мм.

Амплитудные преобразователи по сравнению с предельными получили значительно меньшее распространение.

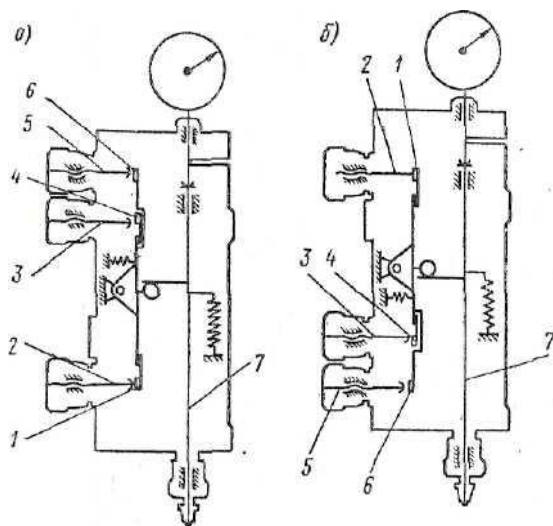


Рис. 35. Принципиальные схемы трехконтактных преобразователей завода «Калибр»: а — модели 229; б — модели 230

Схема амплитудного преобразователя показана на рис. 36. Измерительный стержень 6, подвешенный на пружинном параллелограмме, связан с фрикционной планкой 8, которая с помощью плоской пружины поджимается к подшипнику 2. На наружном кольце подшипника установлен рычаг 5 с подвижными контактами 4 и 7, контактирующими с контактами 1 и 3, из которых контакт 3 является регулируемым. Радиус наружного кольца подшипника 2 выполняет роль малого плеча рычажной передачи. Большое плечо передачи — длина рычага 5.

Измерительное усилие преобразователя создается пружиной, вставленной в полый измерительный стержень 6.

Амплитудный преобразователь можно настраивать по образцовой детали, имеющей величину перепада размера, соответствующую контролируемой детали. Настройка производится с помощью настроечного винта либо с помощью отсчетной (индикаторной) головки. Шкальные электроконтактные преобразователи представляют собой сочетание механизмов, имеющих стрелочное устройство для визуального отсчета, и электрических контактов — для выдачи команды. Изготавливаются эти преобразователи заводом «Красный инструментальщик» ГОСТ 11703—66 с использованием рычажно-зубчатого механизма (тип ЭГР). Ранее ЛИЗ по тому же ГОСТ 11703—66 были выпущены электроконтактные преобразователи с пружинным механизмом (тип ЭГП). Схема рычажно-зубчатого преобразователя представлена на рис. 37. Измерительный стержень 1, расположенный в направляющих втулках корпуса 18, взаимодействует с рычагом 16, имеющим зубчатый сектор 7. Этот сектор находится в зацеплении с другим сектором 11, на одной оси с которым расположен третий сектор 4. По обеим сторонам сектора 4 расположены подвижные электрические контакты 10 и 12. Вторая пара неподвижных контактов 8 и 13 установлена на плоских пружинах 15 и настраивается с помощью винтов 9 и 14. Сектор 4 находится в зацеплении с трибкой 17, на ось которой насажена стрелка 6. Беззазорное зацепление сектором 4 с трибкой обеспечивается спиральной пружиной (волоском), один конец которой закреплен на трибке, а другой — на корпусе. Измерительное усилие создается пружиной 6, воздействующей на рычаг 3. Этот рычаг вместе с винтом 2 служит для подъема измерительного стержня (арретирования).

При перемещении измерительного стержня освобождается рычаг 16, который приводит в движение секторы 11 и 4. При этом в зависимости от размеров контролируемых деталей произойдет замыкание одного из подвижных контактов на секторе 4 с неподвижными контактами. Одновременно происходит поворот стрелки, с помощью которой по шкале преобразователя можно отсчитывать величину перемещения измерительного стержня.

Основные технические характеристики электроконтактных преобразователей, выпускаемых в СССР, приведены в табл. 22.

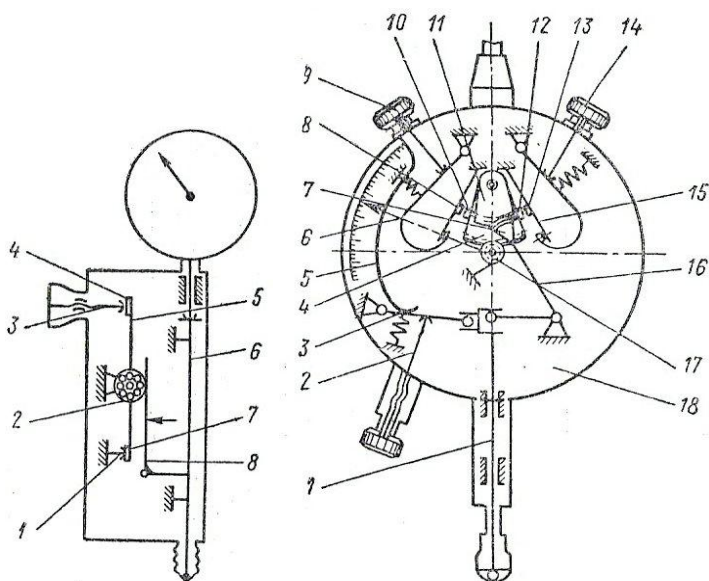


Рис. 36. Схема амплитудного преобразователя

Рис. 37. Схема рычажно-зубчатого электроконтактного преобразователя типа ЭГР

Основные технические характеристики электроконтактных преобразователей

Таблица 22

Наименование и модель преобразователя	Предел измерения в мм	Свободный ход измерительного стержня в мм	Передаточное отношение рычага	Цена деления шкалы барабанов в мм	Смещение настройки (в мм) после 25 000 условных измерений	Измерительное усилие в Г	Габаритные размеры в мм	Вес в г	Диаметр присоединительной части в мм	Завод-изготовитель	Номер ГОСТа или ТУ
Двухпределный:											
модели 233 *	0—0,4	1,4	5 : 1	1	± 0,5	60	83×48× ×16	200	8C _{2a}	«Калибр»	ГОСТ 5.651—70
модели КДМ-13	0—3	7	—	5	± 1	300	98×51× ×17	115	8C _{2a}	ЛИЗ	—
модели 228	0—1	3	5 : 1	2	± 1	500	66×21× ×131	420	8C _{2a}	«Калибр»	ГОСТ 3899—68
модели 2ЭКШ	± 0,25	3	100 : 1	10	± 0,8	200	65×193× ×109	220	8C _{2a}	«Красный инструментальщик»	ТУ 2-034-614—68
модели ЭГР	± 0,05	3	1000 : 1	1	± 0,5	200	65×193× ×109	300	8C _{2a}	То же	ГОСТ 11703—66

Продолжение табл. 22

Наименование и модель преобразователя	Предел измерения в мм	Свободный ход измерительного стержня в мм	Передаточное отношение рычага	Цена деления шкалы барабанов в мм	Смещение настройки (в мм) после 25 000 условных измерений	Измерительное усилие в Г	Габаритные размеры в мм	Вес в г	Диаметр присоединительной части в мм	Завод-изготовитель	Номер ГОСТа или ТУ
Трехпределный:											
модели 229	0—1	3	5 : 1	2	± 1	500	66×21× ×131	420	8C _{2a}	«Калибр»	ТУ 2-034-42—69
модели 230	0—1	3	4 : 1	2	± 1	500	66×21× ×131	420	8C _{2a}	»	ТУ 2-034-42—69
Амплитудный модели 248	0—0,2	1,5	—	2	± 1	500	66×21× ×126	400	8C _{2a}	«Калибр»	—

* Этому преобразователю, обозначенному в ГОСТ 5.651—70 под шифром ДП-0,4, присвоен Государственный знак качества.

2. ИНДУКТИВНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Действие этих приборов основано на принципе преобразования линейных перемещений измерительного наконечника в изменения напряжения индуктивным методом.

При перемещении измерительного стержня 1 (рис. 38) преобразователя перемещается якорь 2 относительно катушек 3 сердечника 4,

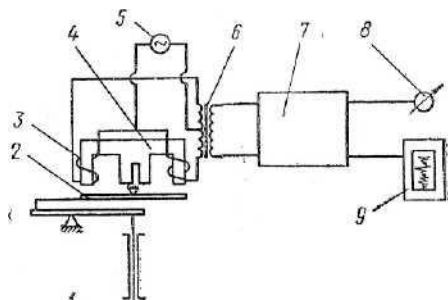


Рис. 38. Принципиальная схема работы индуктивных преобразователей

что вызывает изменение напряжения на выходе трансформатора 6. Катушки и две половины первичной обмотки входного трансформатора образуют балансный мост, питание которого осуществляется от генератора частоты 5. Полученное изменение напряжения усиливается электронным блоком 7, на выходе которого подключается записывающий 9 или показывающий 8 приборы.

Индуктивные преобразователи разделяются на простые и дифференциальные. Простые индуктивные преобразователи имеют одну катушку, а дифференциальные—две катушки, включенные в измерительную схему, т. е. имеются два магнитопровода с общим якорем.

Бюро взаимозаменяемости разработало дифференциальные индуктивные преобразователи моделей БВ-6009, БВ-6033М, БВ-6067М осевого действия и преобразователь модели БВ-6039 бокового действия.

Преобразователи моделей БВ-6033М, БВ-6067М и БВ-6039 работают с отсчетным устройством БВ-3103, модели БВ-6009 с отсчетным устройством модели БВ-6070М. Отсчетные устройства БВ-6070М и БВ-3103 представляют собой электроблок, состоящий из стабилизатора, генератора, демодулятора, усилителя и микроамперметра. Эти отсчетные устройства могут работать как с одним преобразователем, так и с двумя одновременно. В этом случае отсчетное устройство фиксирует величину суммарных перемещений измерительных наконечников преобразователей. Технические данные этих приборов приведены в табл. 23.

На рис. 39 показана схема работы индуктивного измерительного прибора, основанного на изменении индуктивности, вызываемого изменением воздушного зазора между катушками и якорем. Прибор состоит из отсчетного устройства 1 и выносного преобразователя 6. Якорь 8 подвешен на плоской пружине между полюсами магнитов 5 и 7. Катушки электромагнитов включены в мост, питаемый переменным током через трансформатор 3 и стабилизатор напряжения 2. Перемещение якоря под действием измерительного стержня 4 вызывает изменение зазоров, а следовательно, и индуктивности катушек. По такой схеме работает прибор Куйбышевского авиационного института, предназначенный для измерения наружных размеров гладких точных изделий.

Технические данные этого прибора приведены в табл. 23.

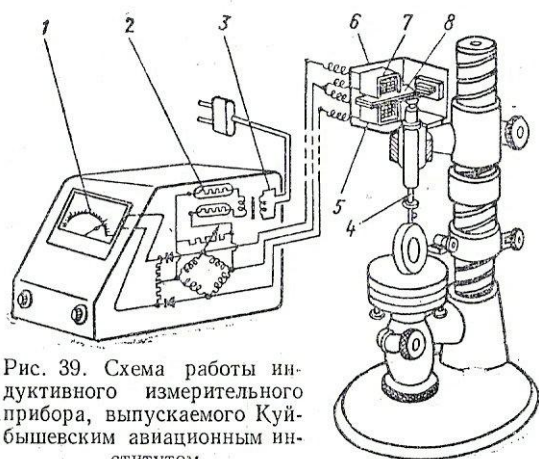


Рис. 39. Схема работы индуктивного измерительного прибора, выпускаемого Куйбышевским авиационным институтом

Характеристики индуктивных приборов

Показатель	Приборы конструкции БВ		Прибор Куйбышевского авиационного института
	Отсчетное устройство модели БВ-6070М с преобразователем модели БВ-6009	Отсчетное устройство модели БВ-3103 с преобразователями моделей 6033М; 6067М; 6039М	
Пределы измерения в <i>мкм</i> (\pm)	1; 2,5; 5; 12,5; 25	3; 6; 15; 30; 60 (для модели БВ-3103-3М: 15; 18; 27; 42; 72)	1; 2,5; 10
Цена деления шкалы отсчетного устройства в <i>мкм</i>	0,02; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5	0,1; 0,2; 0,5; 1; 2	0,01; 0,05; 0,2
Свободный ход измерительного шпинделя преобразователя в <i>мм</i>	0,18	Для модели БВ-6039М и БВ-6067М—1 Для модели БВ-6033М—2	0,20
Измерительное усилие преобразователя в <i>Г</i> (не более)	50	30	35
Вариация в показаниях прибора в <i>мкм</i> (не более)	0,015	0,05	—
Присоединительный размер преобразователя в <i>мм</i>	28C _{2a}	Для модели БВ-6033М 8C _{2a} Для модели БВ-6067М 16C _{2a} Для модели БВ-6039М 28C _{2a}	14C _{2a}
Габаритные размеры отсчетного устройства в <i>мм</i>	130×180××236	135×183××250	280×160××160
Вес в <i>кг</i>	3,5	5	5
Погрешность в показаниях прибора по данным завода-изготовителя (не более)	Цена деления шкалы	Цена деления шкалы	$\pm 0,1$ <i>мкм</i>

Завод «Калибр» выпускает индуктивные преобразователи двух типов: преобразователь БВ-844, работающий с электрическим самописцем БВ-662, и преобразователь, работающий с регистрирующими измерительными приборами моделей 254 или 260.

Преобразователь БВ-844 (рис. 40, а) смонтирован в цилиндрическом корпусе 1, в котором расположены две катушки индуктивности 2. Обмотки катушек соединены в мостик с обмотками дифференциального трансформатора. На измерительном стержне 3, подвешенном на **пружинах** мембранного типа, помещены два диска 4. Эти диски при движении измерительного стержня меняют зазоры в магнитных цепях катушек, тем самым меняя их индуктивности: при возрастании индуктивности одной из катушек снижается индуктивность другой. Это ведет к разбалансу моста.

Электрический самописец БВ-662 (рис. 40, б), выполняемый по ГОСТ 10383—63, предназначен для записи результатов измерений размерных параметров на основе самобалансирующего моста переменного тока (рис. 41). В данном случае два плеча моста образуют индуктивный преобразователь, а два других — реохорд самописца. Автоматическая балансировка моста осуществляется сервомотором М, питающимся от усилителя напряжения разбаланса У. Напряжение разбаланса возникает за счет изменения индуктивности преобразователя, соединенного шлангом с самописцем.

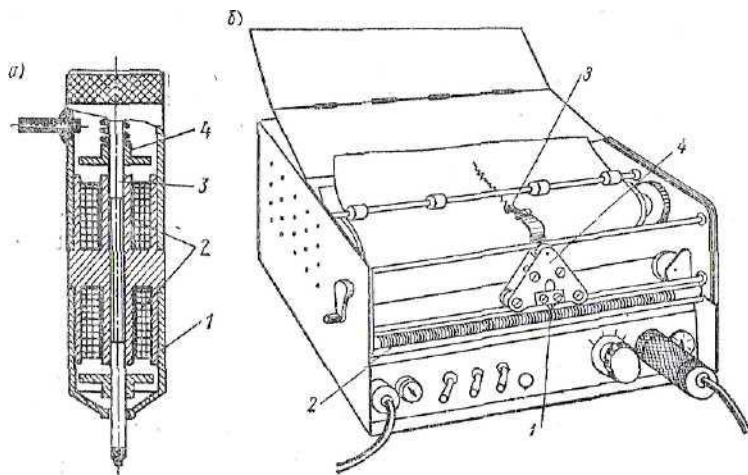


Рис.40. Схема индуктивного преобразователя БВ-844 (а) и электрического самописца БВ-662 (б)

Напряжение, снимаемое с реохорда, предварительно проходит через фазосдвигающую цепь Φ .

Самописец дает возможность записать на ленте миллиметровой бумаги линейные перемещения с определенным увеличением, указанным в табл. 24.

Пишущее устройство самописца (рис. 40, б) имеет движущуюся по двум направляющим каретку 4 с укрепленным на ней пером 3. На нижней части каретки закреплен ползунок-щетка 1, опирающийся на реохорд 2. Каретка приводится в движение фазочувствительным серводвигателем типа 2АСМ-50 при помощи капроновой нити. Лентопротяжной механизм приводится в действие от сельсинного дистанционного привода. Самописец питается переменным током. Скорость движения диаграммной ленты 120 мм/мин. Габаритные размеры самописца: 363X318X205 мм, вес 14 кг.

Таблица 24

Увеличения, диапазон измерения и погрешность самописца БВ-662

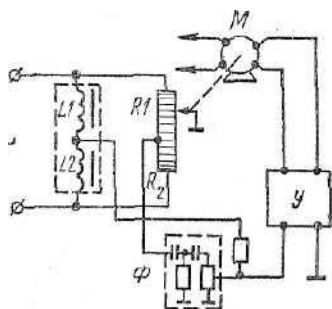
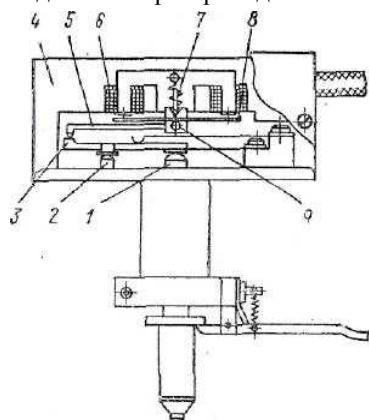


Рис. 41. Самобалансирующий мост переменного тока, применяемый в самописцах БВ-662

Масштаб записи по вертикали(увеличение)	Диапазон измерений самописца в мкм	Допускаемая погрешность на ленте в мкм (не более)
500:1	±200	±4,0
1000:1	±100	±2,0
2000:1	±50	±1,0
5000:1	±20	±0,5

Принципиальная схема другого индуктивного преобразователя показана на рис. 42. Такие преобразователи выпускаются для осевого и бокового действия. Технические характеристики индуктивных преобразователей завода «Калибр» приведены в табл. 25.



В качестве регистрирующих измерительных приборов к индуктивным преобразователям осевого и бокового действия заводом «Калибр» выпускаются две модели приборов: модель 260 (рис. 43) выпускается 2-го класса. (ГОСТ 10383—63) и комплектуется отчетным устройством и самописцем; модель 254 (рис. 44) — 3-го класса и может быть использована только в качестве самописца. Технические параметры этих приборов аналогичны: пределы измерения ± 400 ; ± 200 ; ± 80 ; ± 40 ; ± 20 ; ± 8 ; ± 4 мкм; соответственно увеличение самописца 100 : 1; 200 : 1; 500 : 1; 1000 : 1; 2000 : 1; 5000 : 1; 10000 : 1; цена деления отчетного устройства прибора модели 260 : 20; 10; 5; 2; 1; 0,5 и 0,2 мкм, координаты записи самописца — прямоугольные, рабочая ширина поля записи 80 мм. Габаритные размеры записывающего прибора 214x237x X225мм, электронного блока — 246X466X430 мм. Вес прибора — 28 кг.

Рис.49. Принципиальная схема малогабаритного индуктивного преобразователя

осевого действия:

1 — измерительный стержень; 2 — сферическая опора; 3 — рычаг; 4 — корпус; 5 — коромысло; 6 — катушки; 7 — кож; 8 — якорь; 9 — опора

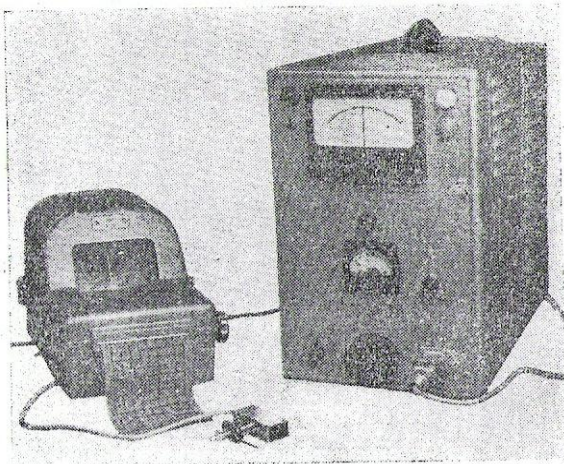


Рис. 43. Индуктивный прибор модели 260 завода «Калибр»

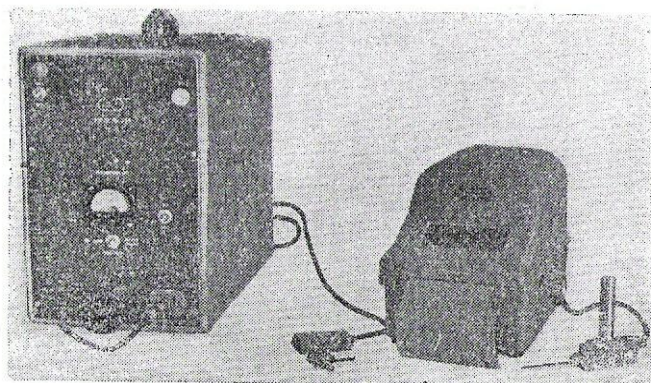


Рис. 44. Индуктивный прибор модели 254 завода «Калибр»

Таблица 25

Технические характеристики
индуктивных преобразователей завода «Калибр»

Показатель	Преобразователь к регистрирующим приборам моделей 254 и 260		Преобразо- ватель БВ-844 к самописцу БВ-662
	осевого действия	бокового действия	
Ход измерительного стержня в мм:			
полный	2	2	1
рабочий	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	0,5
Измерительное усилие в Г	110	50	200 (± 50)
Диаметр присоеди- тельной части в мм	16C _{2a}	16C _{2a}	28C _{2a}
Габаритные размеры в мм	99×82×17	121×110×26	∅ 28×120
Вес в г:			
без шланга	290	360	500
со шлангом	450	520	—

Погрешность показывающего прибора не превышает \pm цены деления шкалы.

Погрешность записи при статическом режиме:

а) составляющая от ширины поля записи не более $\pm 2\%$;

б) составляющая от амплитуды записи не более $\pm 3\%$

При динамическом режиме дополнительная погрешность от амплитуды записи — не более $\pm 5\%$.

3. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПНЕВМОЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Фотоэлектрические преобразователи разработаны на базе механизма пружинно-оптической головки, в которую встроен блок соответствующих фотосопротивлений. Работа преобразователя осуществляется следующим образом. При перемещении измерительного стержня 1 (рис. 45) поворачивается угловая подвеска 2, растягивая пружину 4, на которой укреплено зеркальце. Это приводит к повороту зеркала на угол, пропорциональный перемещению измерительного стержня. На зеркало проектируется луч света от осветителя; отражаясь, этот луч попадает на фоторезистор 5, что резко уменьшает его омическое сопротивление. Ток, протекающий через фоторезистор, резко возрастает и обеспечивает срабатывание высокоомного реле.

Фотоэлектрические преобразователи обычно применяются для контрольно-сортировочных устройств.

Многокомандные фотоэлектрические преобразователи ПФС, изготавливаемые Ленинградским инструментальным заводом, обеспечивают сортировку деталей на различное число групп. Технические характеристики этих фотоэлектрических преобразователей ПФС даны в табл. 26.

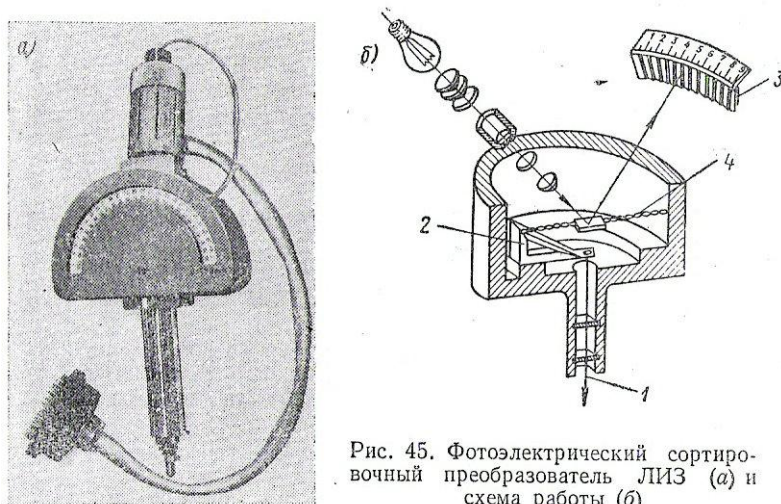


Рис. 45. Фотоэлектрический сортировочный преобразователь ЛИЗ (а) и схема работы (б)

Пневмоэлектроконтактные преобразователи и отсчетные устройства к ним по принципу действия делятся на простые и дифференциальные. По конструктивным признакам они разделяются на мембранные, мембранно-компенсационные и сильфонные.

Принципиальная схема работы мембранного преобразователя показана на рис. 46. Воздух под постоянным давлением через трубку 4 поступает в пневматическую сеть прибора и разветвляется: одна ветвь воздухопровода направляет воздух через входное сопло 5 в измерительное сопло 10, другая ветвь направляет воздух через входное сопло 3 в сопло 2. Размер рабочего отверстия этого сопла регулируется винтом 1. Обе ветви воздухопровода соединены с камерой 6, в которой помещена мембрана 8. Если давление воздуха в обеих ветвях воздухопровода будет одинаковым, то мембрана будет находиться в покое. Если же (из-за изменения зазора δ между соплом 10 и контролируемой деталью 11) равенство давлений в камерах нарушится, то мембрана прогнется в ту или иную сторону и замкнет один из контактов 7 или 9, связанных с чувствительным элементом измерительного механизма.

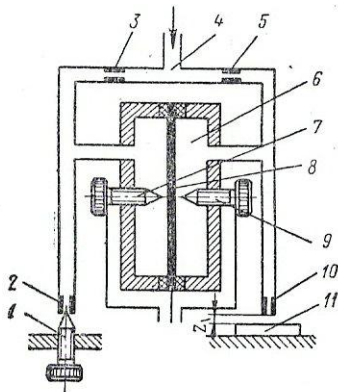


Рис. 46. Принципиальная схема работы мембранного преобразователя

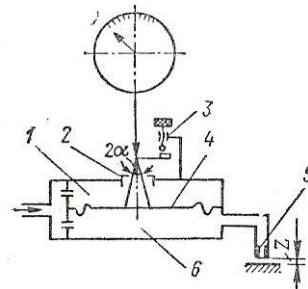


Рис. 47. Принципиальная схема работы мембранно-компенсационного преобразователя

По этой схеме работает пневмоэлектроконтактный мембранный преобразователь БВ-Н-808.

Принципиальная схема работы мембранно-компенсационного преобразователя показана на рис. 47. Отличается он от мембранного преобразователя тем, что здесь на мембране 4, разделяющей камеры 1 и 6, закреплен конический клапан. Изменение зазора z между измерительным соплом 5 и деталью приводит к разности давлений в камерах 1 и 6, что вызывает прогиб мембраны. Конический клапан при этом занимает положение, при котором обеспечивается равенство расхода воздуха через сопла 2 и 5, и давление в камерах уравнивается. Положение конического клапана можно определить по отсчетному устройству — индикатору или по замыканию электроконтактов 3, связанных с чувствительным элементом. Из мембранно-компенсационных преобразователей завод «Калибр» ранее выпускал модели 244, 243, 245 — с различным числом контактов, для разбраковки деталей на различное число групп.

Простейшими первичными и измерительными пневматическими преобразователями являются пневматические пробки и кольца, изготовляемые по ГОСТ 14864—69 и 14865—69, а также малогабаритные контактные преобразователи прямого и обратного действия модели 302, пневматические контактные преобразователи бокового действия модели 345 производства завода «Калибр» и сопла измерительные, выполненные по типу сопел, изготовляемых по отраслевым нормам ОНБВ-9-68 и ОНБВ-10-68. Через соединительный шланг измерительная оснастка присоединяется к штуцеру отсчетного устройства.

Техническая характеристика
фотоэлектрических преобразователей ПФС

Таблица 26

Показатель	ПФС-05	ПФС-1	ПФС-2	ПФС-5
Цена деления шкалы в <i>мкм</i>	0,5	1	2	5
Число рабочих групп сортировки	20	30	40	50
Предельная погрешность показаний в <i>мкм</i>	± 0,25 деления шкалы			
Смещение настройки за 25 000 условных измерений	0,5	»	»	
Измерительное усилие в <i>Г</i>	200			
Диаметр присоединительной части в <i>мм</i>	28			
Габаритные размеры в <i>мм</i>	110×156×360			
Вес в <i>г</i>	1800			

В качестве отсчетного устройства для пневматических преобразователей могут быть использованы пневмоэлектрические сильфонные устройства, представленные на рис. 48. Чувствительным элементом в этих отсчетных устройствах являются сильфоны 3 и 10, свободные концы которых связаны с пружинным параллелограммом 2. Давление в сильфоне 3 регулируется винтом 9. Сильфон 10 (сильфон - тонкостенная металлическая гофрированная трубка) соединяется шлангом с преобразователем, и давление в этом сильфоне зависит от величины зазора между измерительным соплом преобразователя и образующими контролируемой детали. Изменение этого зазора воздействует через сильфон на пружинный параллелограмм. Это регистрируется поворотом стрелки 11 по шкале. Одновременно перемещается плавающий контакт 6 и подвижные контакты 4 и 5, расположенные против настроечных контактов 5 и 7.

Наличие жестких и плавающих контактов делает это отсчетное устройство универсальным. Оно может применяться как для оснащения пневматических контрольных автоматов, так и для пневматических приборов со световой сигнализацией.

При контроле правильности геометрической формы деталей используется плавающий контакт. При контроле предельных размеров это отсчетное устройство работает с противодействием, получаемым регулировочным винтом 9 (в данном случае канал 1 глушится).

В настоящее время пневмоэлектрические дифференциальные сильфонные устройства выпускаются заводом «Калибр» трех моделей: 235, 236 и 249, используемых в промышленности для контроля правильности геометрической формы и многодиапазонной сортировки деталей.

а)

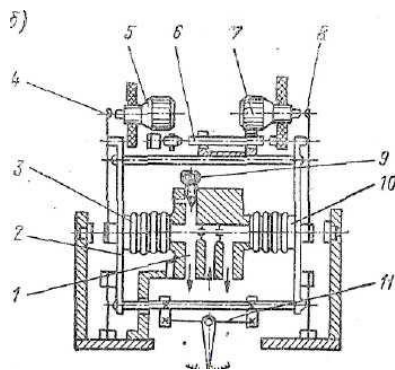
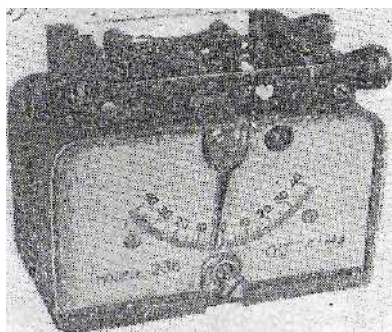


Рис. 48. Отсчетное пневмоэлектрическое сильфонное устройство для пневматических преобразователей: а - общий вид; б — схема работы

Кроме вышерассмотренных преобразователей, существуют электронные и емкостные. В электронных преобразователях типа механотронов используется зависимость электрических характеристик электронных ламп от положения электродов. Электронный преобразователь представляет собой электровакуумный прибор, в котором управление электронными токами осуществляется путем перемещения электродов. Причем

изменение напряжения электрического поля внутри прибора прямо пропорционально величине смещения подвижного электрода — анода, связанного с измерительным стержнем) относительно другого, неподвижного электрода — катода. Так как при этом происходит изменение анодного тока с одновременным усилением его, электронные преобразователи могут работать без усилителя.

Механотроны обладают малым "внутренним сопротивлением, значительной чувствительностью по току и перемещениям (не менее 3 мкА/мкм), большими пределами измерения (до ± 100 мкм) и малой вариацией в показаниях (не более ± 0,04 мкм). Высокая чувствительность по току позволяет измерять электрический сигнал механотрона непосредственно стрелочным электроизмерительным прибором. Долговечность работы механотрона — до 2000 ч.

Московским заводом электровакуумных приборов (МЗЭВП) серийно выпускаются механотронные преобразователи. Это сдвоенные диодные механотроны, предназначенные для особо точных и длительных измерений линейных размеров. Принципиальная схема такого механотрона показана на рис. 49. В качестве источника питания для механотронов завод освоил выпуск универсальных блоков питания Б.621.05.

На основе диодных механотронов заводом «Калибр» выпущены малогабаритные измерительные системы для измерения линейных размеров (БВ-3040У; БВ-3041 и БВ-3066). В частности, измерительная система БВ-3040У состоит из механотронного преобразователя и малогабаритного электроблока. Прибор имеет три диапазона измерений: + 50; ±25 и ±5 мкм. Цена деления шкалы отсчетного устройства: 1; 0,5 и 0,1 мкм. Погрешность системы не превышает ± цены деления шкалы.

Механотронные преобразователи перемещения выпускаются также и рядом иностранных фирм.

Основные параметры механотронных преобразователей перемещения приведены в статье Г. С. Берлина [10]. Что касается емкостных преобразователей, то следует сказать, что принцип действия их аналогичен индуктивным с той лишь разницей, что вместо якоря индуктивных катушек в этих преобразователях перемещается конденсаторная пластина, изменяющая емкость и реактивное сопротивление электрической цепи. Измеряя эту емкость, определяют размер изделия. Эти преобразователи имеют высокую точность измерения (доли микрометров) и незначительное измерительное усилие. Однако из-за сложности электронных схем емкостные преобразователи широкого применения в промышленности не получили.

Рис. 49. Схема сдвоенного диодного механотрона с двумя подвижными анодами:

- 1 — катод; 2 — аноды; 3 — никелевая траверса; 4 — газопоглотитель;
- 5 — мембрана; 6 — стержень; 7 — переходное кольцо; 8 — стеклянный баллон;
- 9 — керамические изоляторы; 10 — слюдяные пластины; 11 — подогреватель

