

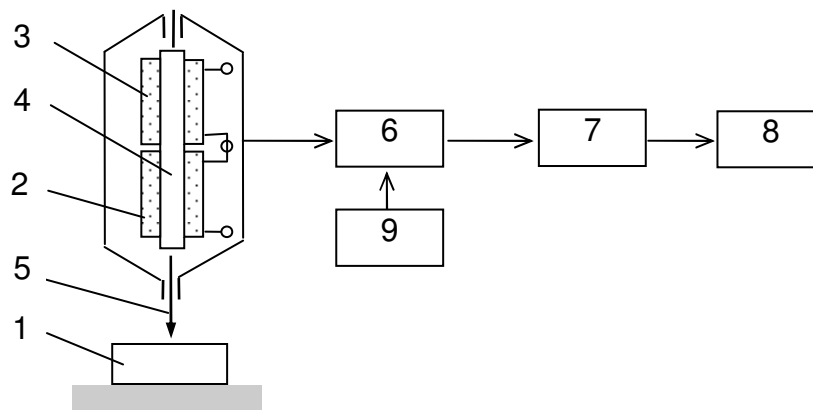
Контролноизмервателни средства за линейни размери

В зависимост от използвания принцип на преобразуване средствата за контрол на линейни размери се делят на механични, електрически, пневматични, оптични, и хибридни (пневмоелектрически, оптикоелектронни и др.). Най-голямо практическо приложение са намерили средствата за контрол, които имат електрически изходен сигнал, тъй като той е най-удобен за осъществяване на логическите операции на контрола и лесно може да се осъществи управление на технологичните процеси. От електрическите средства за контрол най-голямо разпространение са намерили индуктивните и електроконтактните.

Индуктивни КИС

Принципът на действие на индуктивните средства се основава на изменение на магнитното съпротивление на магнитна верига, респективно изменение на индуктивността L на бобина под въздействие на входната величина, която най-често е преместване.

Известни са различни видове индуктивни преобразуватели [19], но в средствата за измерване и контрол на линейни размери най-често се използва диференциален преобразувател, соленоиден тип. Той се състои от две бобини 2 и 3 (фиг.4.13) в които е разположена феромагнитна сърцевина (котва) 4, свързана с измервателния накрайник 5. Промяната на размера на контролирания обект 1 предизвиква преместване на котвата 4 спрямо бобините 2 и 3 и изменя тяхната индуктивност (индуктивността на едната бобина се увеличава с ΔL , а на другата се намалява с ΔL). С помощта на мостова измервателна схема 6, към която са включени двете бобини, разликата в изменение на индуктивностите $L_1 - L_2 = 2\Delta L$ се преобразува в електрическо напрежение, което през усилвател 7 се подава на устройство за индикация и формиране на командни сигнали 8. За работа на уреда е необходим и източник на захранване 9 - променливотоков генератор с честота 5 - 20 kHz.

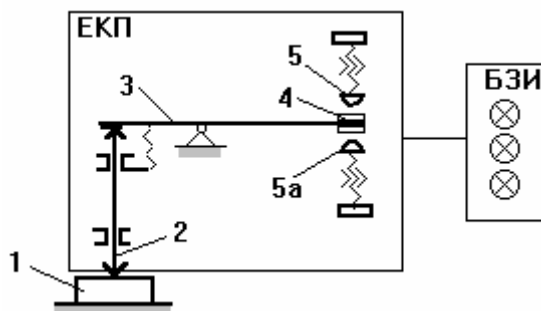


Фиг.4.13 Блокова схема на индуктивно контролно-измервателно средство.

Измервателният обхват на индуктивните средства за контрол е в границите от $\pm 0,01$ до $\pm 2\text{mm}$, при грешка 1-2%. Техен недостатък е чувствителността им към температурата и външни магнитни полета, която в значителна степен се намалява с използването на диференциална схема и подбиране на конструктивните параметри.

Електроконтактни КИС

Широко разпространение са намерили и електроконтактните средства за контрол на линейни размери. Те са основани на промяна на съпротивлението на електрически вериги от безкрайност до стойности близки до нула под въздействието на контролираната величина. Това се осъществява от електрически контактни двойки, които прекъсват или включват електрически вериги. Състоят се от електроконтактен преобразувател (ЕКП) и блок за захранване и индикация БЗИ (фиг.4.14). В зависимост от броя на електрическите контактни двойки преобразувателите биват едноконтактни, двуконтактни или многоконтактни. Броят на индицираните дискретни състояния или на подадените командни сигнали е равен на броя на електрическите контактни двойки плюс единица. При две контактни двойки може да бъде включена една или втора електрическа верига или и двете да са изключени.



Фиг. 4.14 Електро-контактно КИС.

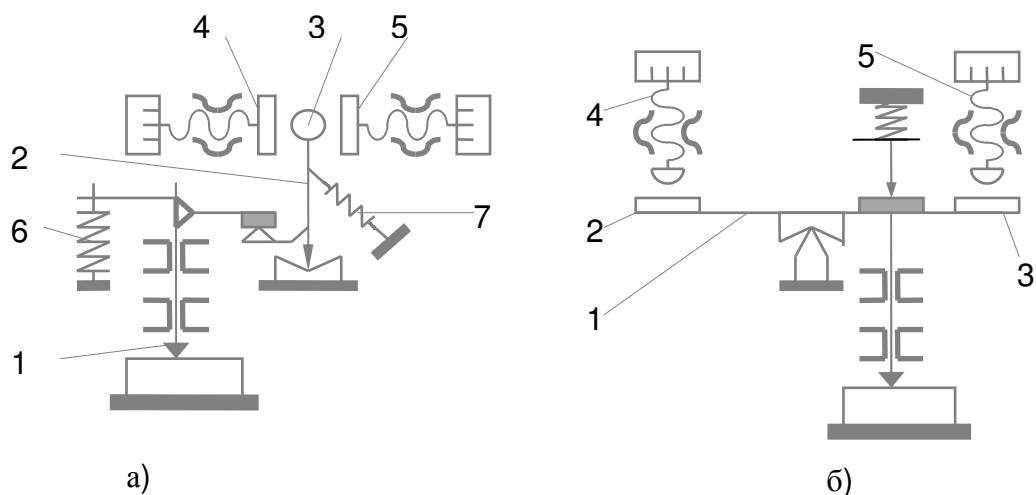
Двуконтактният преобразувател се състои от измервателен накрайник 2 (фиг.4.14), който възприема контролираната величина (размера на контролирания обект 1), предавателен механизъм 3 с подвижен електрически контакт 4 и два неподвижни регулируеми електрически контакти 5 и 5а, снабдени с механизъм за настройка на положението им.

Предавателният механизъм може да бъде лостов, лостово-пружинен, пневматичен и др. и способсва за повишаване на чувствителността. Той представлява един мащабен преобразувател на преместване - увеличава преместването на подвижния електрически контакт в сравнение с преместването на измервателния накрайник.

Електроконтактните преобразуватели се използват в средствата за контрол на линейни размери, формата и разположението на повърхнини и оси на детайли в машиностроенето. В зависимост от предназначението си те биват гранични, амплитудни и трикоординатни индикатори на положение.

Граничните ЕКП реагират на определени стойности на контролирания размер (напр. допусковите граници), на които предварително са настроени. Те се характеризират с връзка между измервателния прът и системата за придвижване на подвижните контакти в границите на работния ход, така, че на контролирания размер съответства определена комбинация от затворени и отворени контакти.

На фиг.4.15а) е показан преобразувател с лостов предавателен механизъм. Измервателният прът 1 е лагуруван на втулки в тялото на преобразувателя, а ъгловият лост 2 - на призматична опора. Към вертикалното рамо на лоста 2 е закрепен подвижният електрически контакт 3. Неподвижните електрически контакти 4 и 5 са закрепени към настройващи микрометрични винтове, които имат барабани със скала. Измервателният натиск се създава от цилиндричната винтова пружина 6, а пружината 7 служи за затваряне на кинематичната връзка между пръта 1 и лоста 2. Тази принципна схема се използва в електроконтактните преобразуватели модели "Zwerg" и "Normal" на фирма Massi (Германия).



Фиг.4.15 Гранични ЕКП.

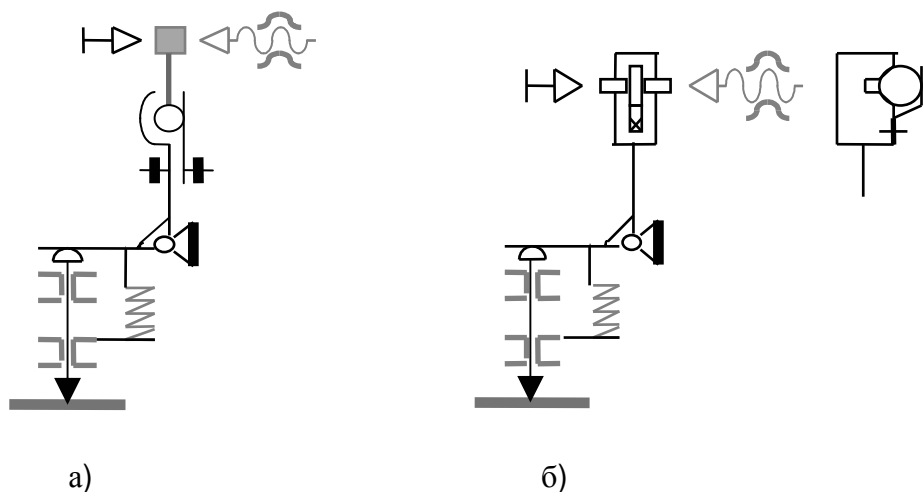
На фиг.4.15б) е показана принципната схема на ЕКП модел Калибър-233 (Русия). Той е разработен с хоризонтално разположен лост 1, който носи двата подвижни електрически контакта 2 и 3. Неподвижните контакти са монтирани върху вертикално разположените настройващи винтове 4 и 5.

Амплитудните преобразуватели се използват за контрол на отклоненията от правилната геометрична форма и взаимното раз-положение на повърхнините на детайлите. При зададена амплитуда на линейното преместване се извършва подаване на електрически сигнал към съответния командно-показващ уред.

Предвид предназначението на амплитудните преобразуватели - контролиране амплитудната стойност на измерваната величина (челно биене, радиално биене, овалност и т.н.) - в тях се налага използването на механизми за “запомняне” на нейната минимална или максимална стойност. Това се осъществява чрез въвеждането на фрикционни връзки в предавателния механизъм на преобразувателя.

На фиг.4.16а) е показан амплитуден преобразувател с реализиране на фрикционното звено в лостова предавка, а на фиг.4.16б) - в самия възел за закрепване на подвижния контакт.

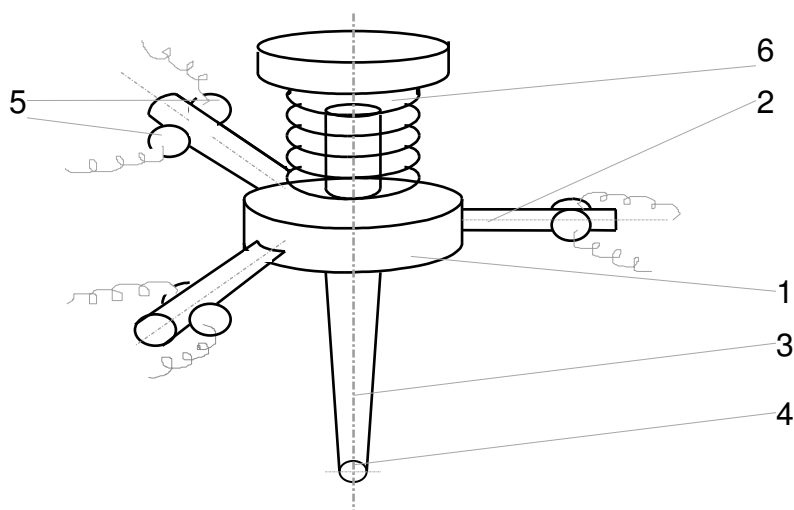
Трикоординатните индикатори на положение се използват главно при координатните измервания в съвременните средства за автоматичен контрол на размерите. Те представляват основна част от позициониращата система на металоорежещите машини с цифрово програмно управление, обработващите центри и трикоординатните измервателни машини.



Фиг.4.16 Амплитудни ЕКП.

На фиг.4.17 е показана принципната схема на трикоординатен електроконтактен преобразувател тип “Renyshaw”. Основен елемент на преобразувателя е дискът 1, към който са свързани три цилиндрични щифта 2, разположени в една равнина на 120° един спрямо друг. В средата на диска е закрепен измервателният лост 3, разположен перпендикулярно на равнината на щифтовете. В долната част на лоста е оформен сферичен накрайник 4. Към тялото на преобразувателя са закрепени три двойки базиращи сфери 5, изолирани електрически една от друга и от тялото. Тези сфери представляват неподвижни електрически контакти, които са свързани последователно в електрическата верига на преобразувателя. Те са разположени така, че под действието на пружината 6 се осъществява надежден електрически контакт между всеки щифт и съответните две базиращи сфери. Вследствие на това, когато измервателният накрайник 4 се намира в началното положение, електрическата верига на преобразувателя е затворена.

Действието на трикоординатния преобразувател е основано на прекъсването на електрическата верига вследствие на отварянето на която и да е двойка електрически контакти щифт-сфера при отклонението на накрайника 4 от неговото начално положение.



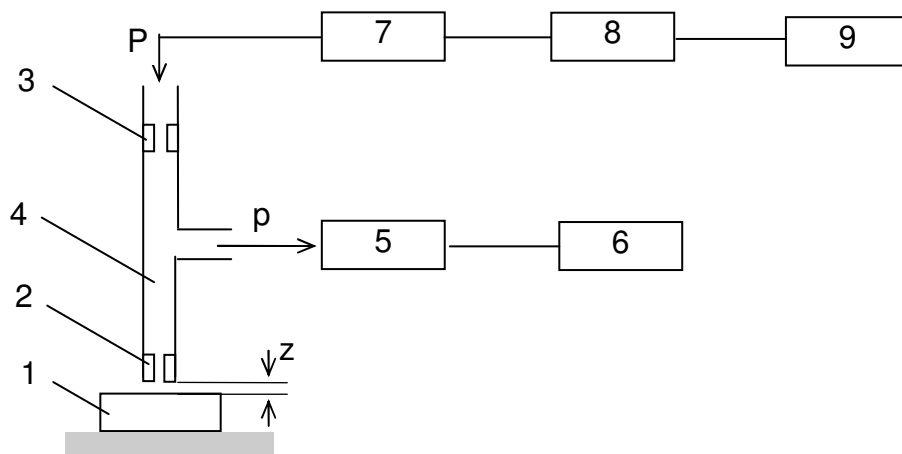
Фиг.4.17 Трикоординатен ЕКП.

Електроконтактните уреди за контрол имат проста конструкция, добра точност (грешка 1-2 μ m) и надеждност, ниска цена и са лесни за обслужване. Техен недостатък е невъзможността да се използват за измерване (получаване на числената стойност на контролираната величина). Поради това са намерили приложение предимно в контролно-сортировъчните автомати.

Пневматични КИС

При пневматичните средства за контрол се използва зависимостта на налягането в измервателна камера от разхода на въздух през проходното сечение, образувано между дюза и преграда. За преграда най-често се използва самият контролиран обект, което означава, че контролът може да се осъществи безконтактно.

Принципната схема на пневматичен уред за контрол е показана на фиг.4.18.

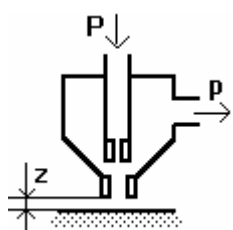


Фиг.4.18 Блокова схема на пневматично КИС.

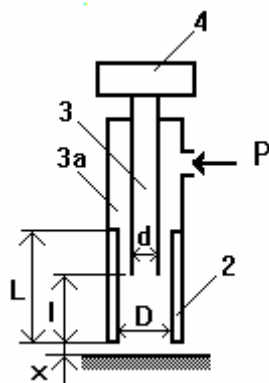
Сгъстен въздух, създаван от източника 9, пречистен от филтъра 8, с постоянно налягане P , осигурено от стабилизатора 7 се подава през входна дюза 3 към изходна (измервателна) дюза 2 и през хлабината z , образувана между дюзата 2 и преградата (контролирания обект) 1 изтича в атмосферата. При изменение на хлабината z се променя измервателното налягане p в камерата 4, което от преобразувателя 5 се преобразува в сигнал, удобен за регистрация от индикатора 6.

Характеристиката на пневматичния преобразувател е нелинейна, но в определен участък може да се апроксимира с линейна зависимост. С подбиране на параметрите (захранващо налягане, диаметри на входната и изходната дюзи) този участък може да достигне $100 - 150 \mu\text{m}$ при чувствителност $0,2 - 0,7 \text{ kPa}/\mu\text{m}$ и хлабина z от порядъка на $0,1 - 0,2 \text{ mm}$.

Линейният участък от характеристиката, респективно измервателният обхват, може да се увеличи до $400 \mu\text{m}$ с използването на инжекторен пневматичен преобразувател (фиг.4.19), при който съсно разположените входна и изходна дюзи са в непосредствена близост една до друга. Изтичащата от входната дюза струя попада директно в измервателната дюза и при голяма скорост на изтичане, т.е. при голяма хлабина, тя засмуква въздух от глухата измервателна камера, при което измервателното налягане достига и стойности по-ниски от атмосферното (подналягане). Още по-голям обхват се постига с инжектор при който входната дюза е коаксиална (фиг.4.20). - сечението между измервателната дюза 2 и тръбата 3, в която се установява измервателното налягане. То се преобразува от пиезорезистивен преобразувател в електрически сигнал, което позволява да се увеличи сериозно бързодействието.



Фиг.4.19 Инжекторен преобразувател

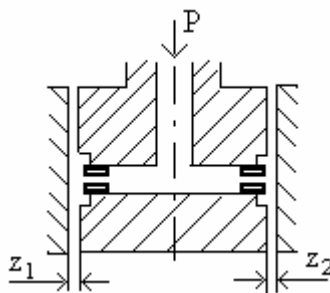


Фиг.4.20 Пневмоелектронен инжекторен преобразувател коаксиален тип.

е на измервателното налягане p в електрически изходен сигнал контактни, пиезорезисторни и др. преобразуватели на налягане.

Използването на пиезорезисторни преобразуватели на измервателното налягане позволява получаване на аналогов изходен електрически сигнал, който може да се усилва, дискретизира и т.н. На фиг.4.20 е показана схемата на пневмоелектронен инжекторен преобразувател в който измервателното налягане се преобразува в аналогов електрически сигнал от пиезорезисторния преобразувател 4. Той има обхват 0,6 mm. Освен това, бързодействието на контрола се повишава. За сравнение при пневматични уреди с механични еластични елементи (мембрани, силфони) времето за установяване е 0,5 - 2 s, а при пневмоелектронните средства то е на порядък по-малко.

За контрол на диаметрите на отвори в серийното и масово производства широко се използват пневматични пробки (фиг.4.22) с две диаметрално разположени измервателни дюзи. В този случай налягането p е функция на сумата от хлабините z_1 и z_2 . Настройката се извършва по образцова гривна.

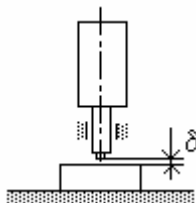
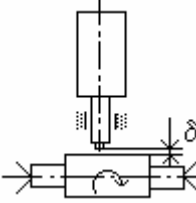
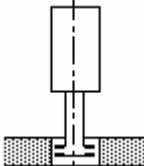
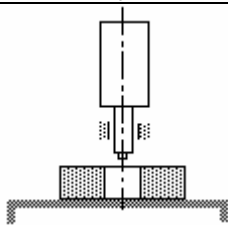
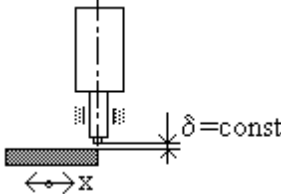
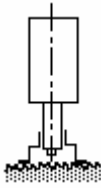
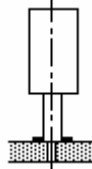


Фиг.4.22 Пневматична пробка за контрол на отвори.

В таблица 4.1 са дадени типични приложения на пневматичните и пневмоелектронните КИС.

Предимства на пневматичните средства за контрол са : възможност за осъществяване на безконтактен контрол, нечувствителност към вибрации и замърсеност на околната среда (твърде важно условие за контрол в процеса на производството), проста конструкция, което е предпоставка за висока надеждност. Като недостатък може да се посочи необходимостта от захранване със сгъстен въздух.

Таблица 4.1

Контролиран параметър	Принципна схема	Пневно-електронни КИС (с инжектор)	Пневматични КИС
Линейни размери		600 μm	200 μm
Форма и разположение на повърхнини		600 μm 60 Hz	100μm 5 Hz
Диаметри на отвори		600 μm	200μm
Наличие на обект		1 mm	0,5 mm
Малки премествания	 дюза с правоъгълно сечение	3 mm	3 mm
Грапавост на повърхнини		$1 < R_a < 40 \mu m$	$1 < R_a < 20 \mu m$
Сечение на малки отвори		30 mm ²	20 mm ²