

5.7.4 Системи за пасивен контрол.

СПК в машиностроенето се прилагат за контрол на геометрични (линейни е ъглови размери, отклонения на формата и разположението на повърхнини и др.), физикомеханични (твърдост, деформация, маса), електрически и др. параметри на качеството на изделията.

Като част от технологичния процес СПК трябва да съответстват на вида и степента на неговата автоматизация. За контрол при единично и дребно серийно производство в конвенционални технологични процеси с ниска степен на автоматизация най-често се използват калибрите и контролните приспособления (КП). При едросерийни и масови производства с автоматични технологични линии (АТЛ), които имат висока производителност и степен на автоматизация се прилагат предимно контролно-сортировъчните автомати (КСА). За гъвкавите автоматизирани производства се използват предимно координатни измервателни машини (КИМ), които притежават съответстваща универсалност и степен на автоматизация.

5.7.4.1 Калибри

Детайли със степени на точност от IT6 до IT17 в масовото и едросерийното производство се контролират предимно с калибри. Калибрите се използват за контрол на допуските на параметри на детайлите без определяне на конкретните им стойности.

Калибрите се класифицират в зависимост от:

- вида на контролирания детайл и параметър – гладки цилиндрични (диаметри на валове и отвори), резби, шлицы, конуси, взаимно разположение и др.;
- според броя на едновременно контролираните параметри – единични и комплексни (по няколко параметъра);
- според алгоритъма на контрол – нормални и гранични. При нормалните калибри се разчита на субективната оценка на

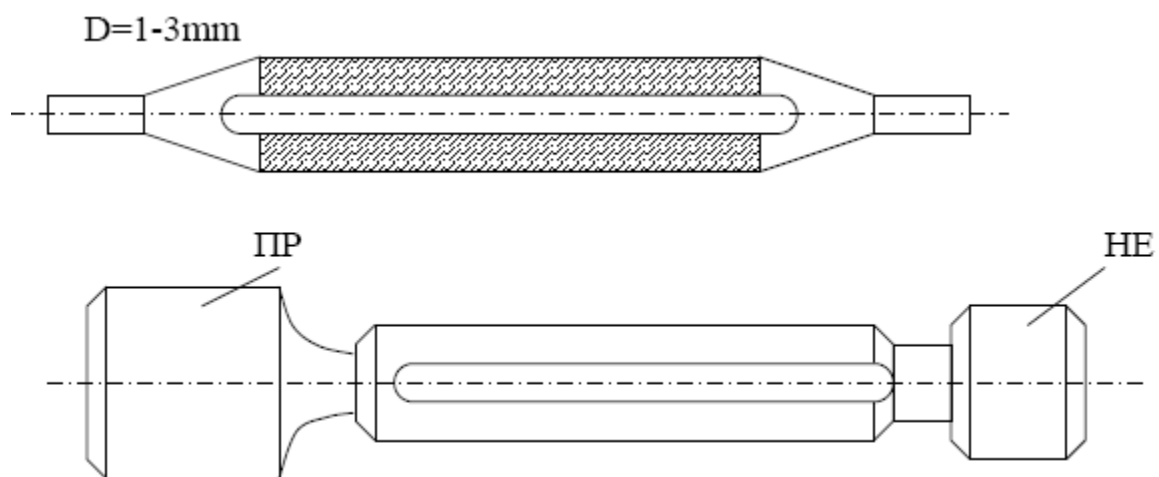
контрольора – напр. просвет при контрол с шаблон. Граничните калибри имат две части (страни) – преминаваща и не преминаваща. Изделието е годно, когато преминаващата част премине и не преминаващата не премине.

- според предназначението – работни (Р-ПР работен преминаващ, Р-НЕ не преминаващ), приемателни (П-ПР и П-НЕ) и контролни. Работните се използват за контрол на изделията при производство, приемателните – за краен контрол, а контролните калибри - за контрол на работните (К-ПР и К-НЕ) и приемателните (К-И контролен не преминаващ за износване на Р-ПР) .

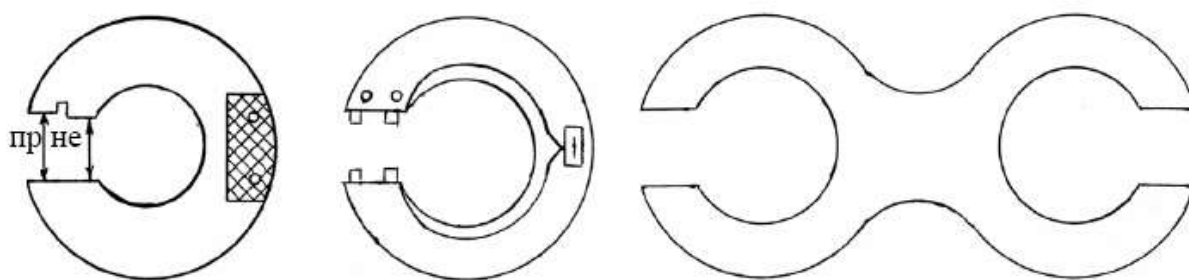
Конструкцията на калибрите трябва да отговаря на принципа на подобие (на Тейлор) съгласно, който преминаващия калибър трябва да е прототип на сглобявания с контролираната повърхнина детайл. Не преминаващия калибър трябва да реализира контакт близък до точковия.

Най-разпространени са калибрите за контрол на гладки цилиндрични изделия – отвор (фиг.5.12) и вал (фиг.5.13). На фиг.5.14 е показан външен вид на тези калибри.

Допуските на калибрите за гладки цилиндрични изделия са стандартизирани. Предвидени са допуски за изработване - Н, средно отклонение на допусковото поле за изработване на преминаващи калибри – z, допустимо износване – у, полета за компенсация на грешките при контрол на размери над 180 mm – α (фиг. 5.15).



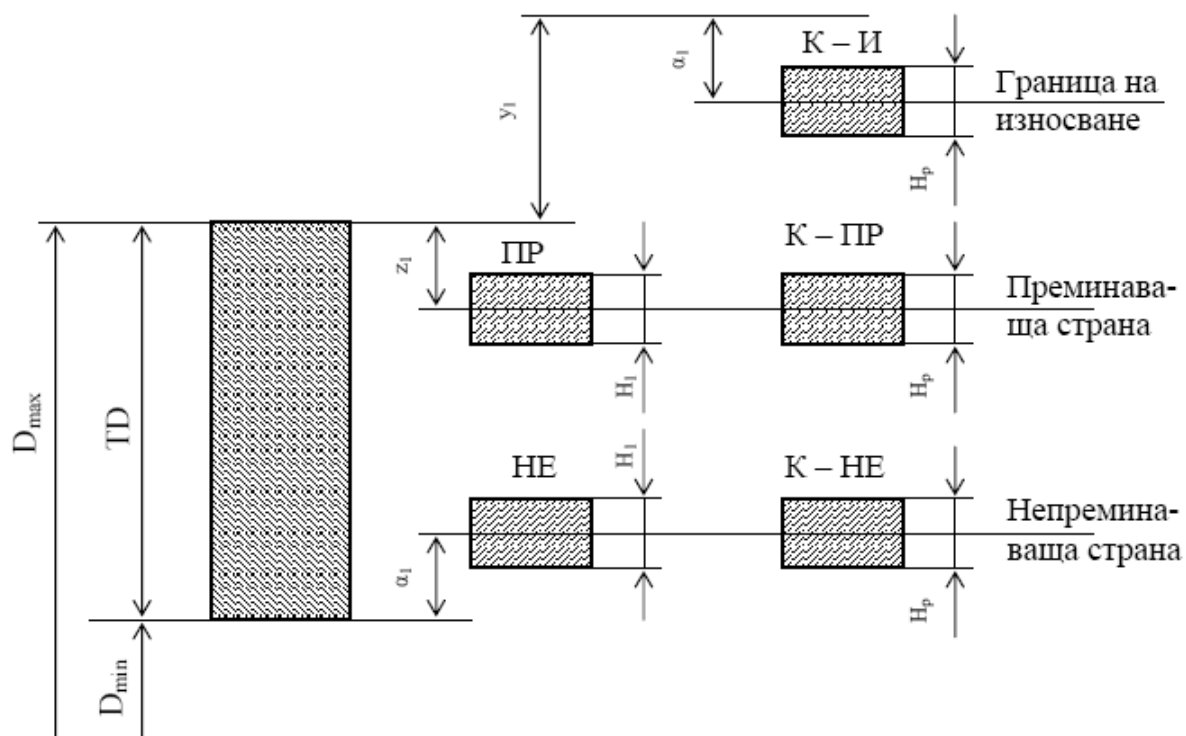
Фиг.5.12 Калибри за контрол на отвори.



Фиг.5.13 Калибри за контрол на валове.



Фиг.5.14 Външен вид на калибри за валове и отвори.



Фиг.5.15 Схема на допусковите полета на работни и контролни калибристи за контрол на гладки валове.

Калибрите за контрол на резба (фиг.5.16) извършват комплексна проверка на средния диаметър, стъпката и половината ъгъл на профила, външния и вътрешния диаметър на резбата. Преминаващата страна трябва да има съответната дължина на завинтване и профилът на резбата на калибъра да е пълен.



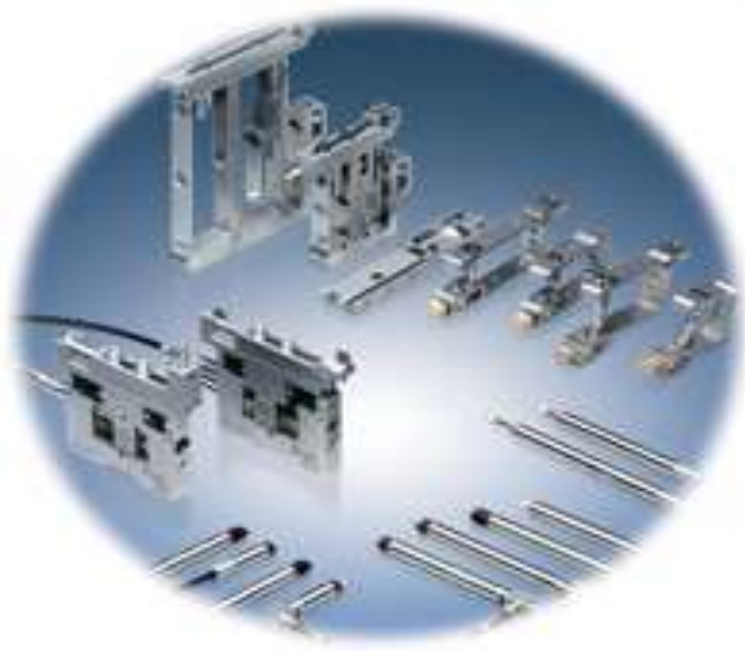
Фиг.5.16 Калибри за външна и вътрешна резба.

5.7.4.2 Контролни приспособления

При *контролните приспособления* е автоматизиран само контрола. Всички останали действия - начална ориентация на контролирания обект, базиране и де базиране, сортиране, се извършват от оператора. КП могат да бъдат едномерни (контрол на един параметър) и многомерни.

Основна тенденция в развитието на КП е изграждането им на агрегатно-модулен принцип върху унифицирана елементна база. По този начин потребителите могат да комплектват КП с готови елементи, което свежда до минимум времето за проектиране, изработване и внедряване, и повишава ефективността и качеството на контрола. Такива унифицирани системи от елементи, възли и модули произвеждат всички водещи фирми за контролноизмервателни средства. В областта на контрола на геометрични параметри могат да се посочат: TESA - Швейцария, Mahr - Германия, Калибър - Русия, НИТИ - България и др.

КП се изграждат от базирани, предавателни, закрепващи елементи, измервателни позиции с първични измервателни преобразуватели (фиг.5.17) и индикаторни блокове, които могат да бъдат специализирани или съставени от КПУ. На фиг. 5.18 са показани примери на КП.



Фиг.5.17 Елементна база на контролните приспособления.



Фиг. 5.18 Контролни приспособления.

5.7.4.3 Контролно-сортировъчни автомати.

Контролно-сортировъчните автомати (КСА) са комплекс от елементи, възли и устройства осъществяващи автоматично захранване, транспортиране, измерване, обработване на резултатите от измерването и сортиране на изделия по зададен алгоритъм за контрол на качеството. КСА се използват при масовите и едросерийни производства в машиностроенето - производство на лагери, електро - и двигатели с вътрешно горене и др., в електрониката - при сортиране на електронни елементи. В зависимост от броя на контролираните параметри КСА могат да бъдат едномерни и многомерни. При многомерните автомати са възможни два варианта: всички параметри се контролират на една измервателна позиция или на няколко последователно разположени позиции. На фиг. 5.19 е показана типова блокова схема на КСА.



Фиг. 5.19 Блокова схема на контролно-сортировъчен автомат.

Контролираните изделия се зареждат периодично в бункера на хранящото устройство, където се ориентират и подават в транспортиращото устройство, което ги придвижва до измервателната позиция. Там изделието се базира и закрепва, а чрез аретиращия механизъм се осъществява контакт на измервателните накрайници на ПКО с него. Измервателният сигнал от ПКО се подава в блока за обработка и управление, където се осъществява сравняването съгласно алгоритъма за контрол и се подава управляващ сигнал към сортиращото устройство. Когато КСА работи съвместно с АТЛ се предвиждат и входно-изходни връзки със системата за централизирано управление на линията.

КСА работят обикновено по твърда програма. В общия случай годните изделия се разпределят в i зони, а броят на сортировъчните групи е $k=i+2$. Всяка зона има големина $T_c = T / i$ (при еднакви сортировъчни групи), където T е допускът на контролирания параметър. При $T_c = T$ сортирането е еднозоново.

Ако на дадено изделие се контролират n параметъра, всеки от които има k сортировъчни групи, общият брой на сортировъчните групи е $N=k_1.k_2.....k_n$. Дори при три параметъра с еднозоново сортиране общият брой сортировъчни групи става 27. Големият брой сортировъчни групи усложнява сортиращите органи на КСА и е оправдан само в случаите, когато с това се облекчава технологичния процес (напр. по един от параметрите се прави многозоново сортиране поради селективно сглобяване).

Намаляване на броя на сортировъчните групи може да се извърши при избора на **схемата на доминиране**. Стойността на контролирания параметър, която определя номера на сортировъчната група се нарича доминираща, а групата към която трябва да се отнесе изделието - доминираща група. Определянето на реда на доминиращите сортировъчни групи - схемата на доминиране, е в пряка връзка с функциите на изделието. Това може да бъде групата на минималните или максималните стойности. По принцип групата, съответстваща на непоправим брак доминира над останалите.

Условията за доминиране при две типични контролни операции са:

- **Контрол на стойността на параметъра.** Условието, при което контролирания параметър се намира в сортировъчна група m е

$$P_{\min} + \sum_i^{m+1} T_c < P_o \leq P_{\min} + \sum_i^m T_c ,$$

където P_o е доминиращата стойност на параметъра, P_{\min} - най-малката допустима стойност, i - брой на сортировъчните зони.

Условието за доминиране на група (брак -) е $P_o \leq P_{\min}$, а това за доминиране на (брак +) - $P_o > P_{\min} + T$.

- **Контрол на колебанието (амплитудата)** ΔP на параметъра P . В този случай ΔP не зависи от стойността на P и всяка сортировъчна група се характеризира с определен допуск T_p на колебанието ΔP . Ако за годните детайли се предвижда само една група, условието за това е $\Delta P \leq T_p$. Това е случаят при контрол на овалност, неправолинейност и др.

На фиг.5.20 е показана схемата на доминиране при контрол на валове по диаметър. Главната доминираща група е (брак -), след това е (брак +) и групите в рамките на допускателен ред на намаляване.

При многомерните КСА схемата за доминиране се основава на параметъра с най-много сортировъчни зони (фиг.5.21). Всички останали параметри формират една сортировъчна зона, която отговаря на обхвата на зоните на главния параметър. Ако на изделието се контролират четири параметъра и главния е с i зони, общият брой на групите по този параметър ще е $(i+2)$. Изделието ще бъде отнесено към една от сортировъчните групи 1(i , ако по всички параметри няма групи (брак -) или (брак+)). Ако един от параметрите е в група (брак -), независимо от стойностите на останалите, изделието се сортира в група (брак -). Ако няма параметър в група (брак -), но някой е в група (брак+), изделието се отнася към (брак+). По този начин броят на сортировъчните групи е равен на броя на групите на главния параметър $(P_1) i+2$.

В зависимост от характера на контролирания параметър някои от сортировъчните му групи може да не съществуват в общата схема. Това са

всички параметри с една гранична стойност - напр. амплитудата. Това са, например, отклонения от правилната геометрична форма (овалност, конусност) и взаимното разположение на повърхнините (РЗ от фиг.5.15). Наличие на такива параметри не влияе върху схемата на доминиране.

Брак +
N 1
N 2
N 3
N i
Брак -

Фиг.5.20 Схемa на доминиране
при сортиране на вал по диаметър.

P1	P2	P3	P4
Брак +	Брак +		Брак +
N 1	N 1-i	N 1-i	N 1-i
N 2	Брак -	Брак -	Брак -
...			
N i			
Брак -			

Фиг.5.21 Схемa на доминиране
при четири параметъра.

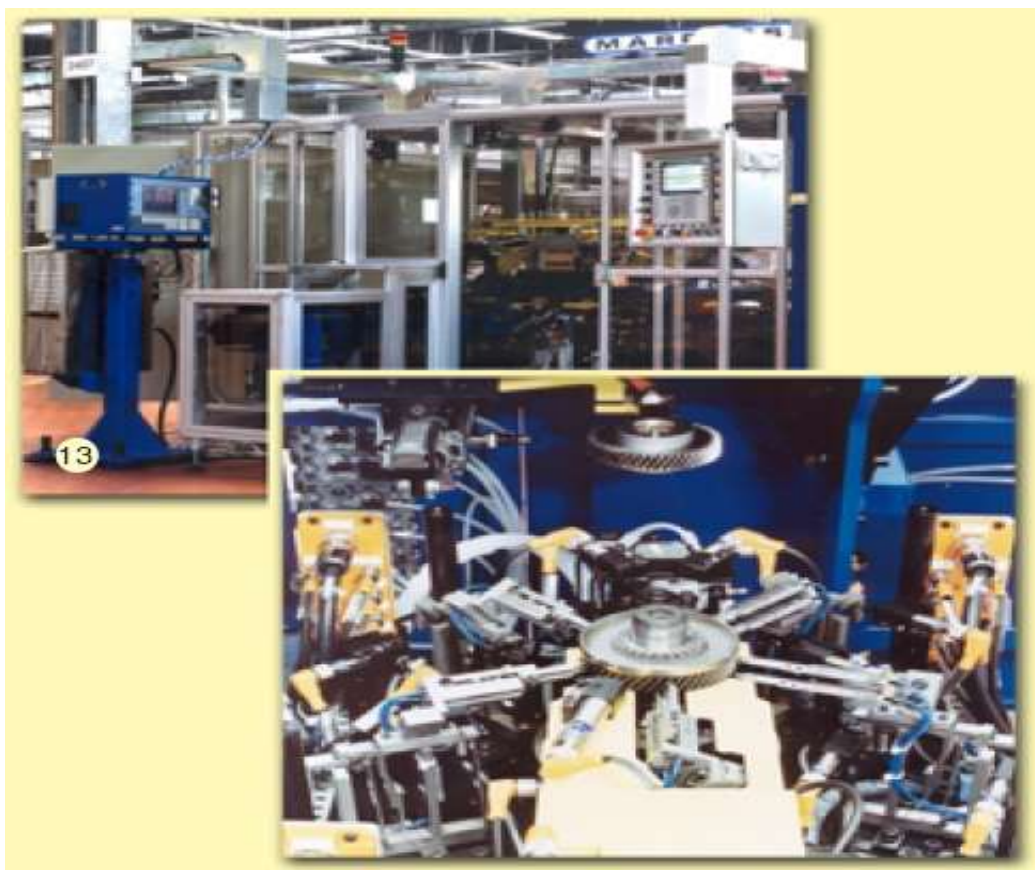
Важен показател на КСА е тяхната производителност Q - количеството изделия, което се контролира за единица време:

$$Q = pn / T,$$

където p е коефициент на производителност, отчитащ престоя на автомата за обслужване, настройка и т.н., n - брой на едновременно контролираните изделия за един цикъл, T - цикъл на автомата. Практически стойността на p е 0,7 - 0,8.

Цикълът на автомата зависи от вида на транспорта - при непрекъснат транспорт цикълът $T = t/v$, където t е стъпката между изделията в потока, а v - скоростта. За КСА с прекъснато действие $T = t_1 + t_2 + \dots + t_i$, където $t_1 - t_i$ са времената за захранване, транспортиране до измервателната позиция, измерване, сортиране, т.е. времената от циклограмата на автомата.

На фиг.5.22 е показан общия вид (13) на КСА за контрол зъбни колела на фирмата "Marposs" (Италия). КСА се произвеждат още от редица фирми като: "Sensor" (Лихтенщайн), "Somet" (Чехия), "Mitutoyo" (Япония), "Braun & Sharp" (САЩ) и др.



Фиг.5.22 Контролно-сортировъчен автомат за зъбни колела.

КСА се прилагат при изделия с относително малка маса - до 1-2 kg. При по-едрогабаритни и тежки детайли се използват *“измервателни роботи”*. При тях се съчетават транспортните функции на роботите и контрола чрез вградени в хващачите ПКО. По резултата от контрола робота транспортира изделието до контейнера за брак или към следващата технологична операция.

Координатните измервателни машини са най-универсалните и гъвкави контролни средства, които се използват във всички технологични процеси, но най-ефективно в гъвкавите автоматизирани производствени процеси (ГАПС). КИМ могат да измерват практически повечето геометрични параметри, отклонения на формата и взаимното разположение на повърхнини, оси и др. Обработката на информацията и управлението на КИМ се извършват от компютър, което позволява обработка на голямо количество данни по зададени програми, съхранение и използване в CAD/CAM/CAQ системите за управление на технологичните процеси.