



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

214975

(11)

(B1)

[22] Přihlášeno 25 09 80
[21] [PV 6472-80]

[40] Zveřejněno 31 08 81

[45] Vydáno 15 09 84

{51} Int. Cl.³

G 01 B 7/02

B 07 C 5/08

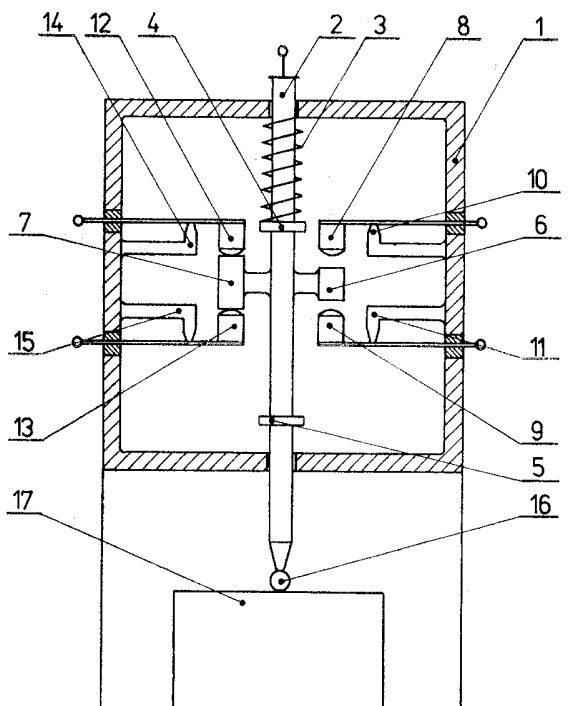
[75]

Autor vynálezu

BRANÝ JAROSLAV ing., PRAHA

[54] **Způsob vyhodnocování měřených rozměrů součástí a zařízení k provádění způsobu**

Účelem vynálezu je vyhodnocování měřených součástí při rozměrové kontrole na dobré a špatné kusy. Účelu se dosahuje tím, že v oblasti krajů tolerančního pole působí na třídící zařízení současně signál snímače s přímou funkcí a signál snímače s inverzní funkcí. Seřízení snímače umožňuje, že osy souměrnosti hustoty pravděpodobnosti chyby měřidla leží přímo na hranicích tolerančního pole rozměru tříděných součástí. Tím se sníží počet dobrých kusů vyřazených do zmetků.



Vynález se týká způsobu vyhodnocování měřených součástí a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Ve výrobních linkách jsou v současné době používány pro rozměrovou kontrolu strojírenských součástí měřicí zařízení s úměrným stupněm automatizace či mechanizace. Jejich společným znakem je využívání snímačů založených na různých principech. V současné době převažují snímače elektrické, a to elektrokontaktní, indukční, případně kapacitní.

Výsledek jakosti a ekonomičnosti měření a následného třídění je závislý nejen na přesnosti a seřazení použitých snímačů vzhledem k tolerančním mezím, ale též k rozložení měřených rozměrů vzhledem k požadovanému rozměru, které může mít obecně různý tvar, závislý na některých parametrech příslušného obráběcího stroje.

Z hlediska předpisu je nutné nastavit snímač tak, aby žádný zmetkový kus nebyl zařazen mezi dobré kusy. Tomu by odpovídalo např. seřazení měřicích kontaktů elektrokontaktního snímače nebo nastavení spouštových obvodů indukčního či kapacitního snímače. Výsledkem tohoto způsobu seřazení je, že z hlediska zavedené praxe hodnocení sice žádný špatný kus nebude zařazen mezi dobré kusy, ale určitý počet dobrých kusů bude zařazen mezi kusy špatné, což pochopitelně je z hlediska efektivnosti jev nežádoucí, ale dosud nezbytný.

Tyto nevýhody odstraňuje způsob vyhodnocení měřených rozměrů snímači pro třídění na dobré a špatné kusy podle vynálezu. Podstata vynálezu je v tom, že snímané hodnoty měřeného rozměru, které leží v oblasti krajů tolerančního pole se převádějí současně na signál s přímou funkcí a signál s inverzní funkcí, přičemž oba tyto signály řídí současně třídění součástí na dobré a špatné. Podstatou zařízení k provádění způsobu je, že v jeho tělese je posuvně uložen odpružený měřicí dík s omezovacím nákrůžkem a měřicím dotekem, na kterém je z jedné strany upevněn spojovací kontakt v oblasti odpruženého horního a dolního spojovacího měřicího doteku, jejichž první horní resp. první dolní regulační doraz je upevněn na tělese a z druhé strany měřicího díku je upevněn rozpojovací kontakt v oblasti odpruženého horního a dolního rozpojovacího měřicího doteku, jejichž druhý horní resp. druhý dolní regulační doraz je upevněn na druhé straně tělesa, přičemž horní spojovací měřicí dotek je spojen s vinutím čtvrtého třídícího elektromagnetu a dolní spojovací měřicí dotek je spojen s třetím třídícím elektromagnetem, přičemž horní rozpojovací měřicí dotek je spojen s prvním třídícím elektromagnetem a dolní rozpojovací měřicí dotek s druhým třídícím elektromagnetem.

Pokrok dosažený vynálezem spočívá v tom, že umožňuje takové seřazení snímače, že osy souměrnosti hustoty pravděpodobnosti chyby

měřidla leží přímo na hranicích tolerančního pole rozměru tříděných součástí. Tím se sníží počet dobrých kusů vyřazených do zmetků až o 80 %.

Vynález je objasněn na přiložených výkresech, kde obr. 1 ukazuje hustotu pravděpodobnosti rozložení rozměrů měřených součástí, obr. 2 představuje grafické znázornění podílu dobrých kusů vyřazených do zmetků jako výsledek třídění snímačem s přímou funkcí, obr. 3 je schéma zařízení k vyhodnocení měřených rozměrů podle vynálezu a obr. 4 představuje zapojení tohoto zařízení k vyhodnocení měřených rozměrů. Obr. 5 znázorňuje výsledek třídění snímače s inverzní funkcí, obr. 6 výsledek třídění při současném působení snímače s přímou a inverzní funkcí a obr. 7 výsledek třídění při současném působení snímače s přímou a inverzní funkcí s posunutím seřazení na hranici tolerančního pole.

Jakost kontroly závisí zejména na přesnosti snímačů, která se obvykle vyjadřuje v jednotkách směrodatné odchylky δ . Maximální chyba se zpravidla vyjadřuje ve tvaru $\delta_{\max} = \pm 2\delta$ případně $\delta_{\max} = \pm 3\delta$. Přitom platí pro $\delta_{\max} = \pm 2\delta$, že pravděpodobnost správnosti měření bude na obou tolerančních mezích 95,45 % a pro $\delta_{\max} = \pm 3\delta$ bude tato pravděpodobnost 99,73 %. Hustota pravděpodobnosti v normovaném normálním tvaru se vyjadřuje Gauss-Laplaceovou

křivkou
$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{u^2}{2}}$$
. Jelikož obsah

celé plochy
$$O(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{u^2}{2}} du = 1,$$

odpovídá obsahu plochy omezené uvedenou křivkou v integračních mezích $\pm 2\delta$ 95,45 % a $\pm 3\delta$ 99,73 % obsahu celé plochy. V případě, že u příslušného obráběcího stroje, který obrábí měřené součásti, budou eliminovány systematické chyby, bude pravděpodobné rozložení rozměrů φ_v normální, a tato funkce bude mít tvar

$$f(x)_v = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_v^2}}$$
. Rozložení rozměrů

odpovídající uvedené funkci, které jsou souměrně rozloženy vzhledem k požadované toleranci T, která může např. nabýt hodnoty $\frac{1}{2} T = 2,5\sigma_v$.

Pro určení přesnosti snímače se běžně dodržuje zásada, že max. chyba $\delta_{\max} = \pm 3\sigma_M$ má být $1/10$ až $1/5$ velikosti tolerance T měřeného rozměru.

Snímač je nutno nastavit tak, aby žádný zmetkový kus nebyl zařazen mezi dobré kusy. Tomu odpovídají polohy nastavení snímače na horní a dolní mezní úchylce tak, aby jejich středy ležely uvnitř tolerančního pole a jejich posunutí směrem ke středu tolerančního pole odpovídalo

max. chybě $2\delta_{\max}$, jak vyplývá z obr. 1, kde je znázorněna hustota pravděpodobnosti $f_v(x)$ rozložení rozměrů, hustota pravděpodobnosti $f_{M1}(x)$ rozložení chyb měřidla na dolní úchylce, hustota pravděpodobnosti $f_{M2}(x)$ rozložení chyb měřidla na horní úchylce, střední souřadnice m_v rozměrů měřených kusů, dále souřadnice m_{M1} osy souměrnosti funkce $f_{M1}(x)$, souřadnice m_{M2} osy souměrnosti funkce $f_{M2}(x)$. Pro názornost je uveden konkrétní příklad grafickým znázorněním na obr. 2.

Při seřazení měřidla podle schématu bude podíl dobrých kusů, které budou zařazeny mezi kusy špatné na horní mezní úchylce

$$P_{DZ} = \int [f_v(x) \cdot f_{M2}(x) dx] dx$$

po dosazení za $f_v(x)$ a $f_{M2}(x)$

$$P_{DZ} = \int_{-3\sigma_{M2}}^{3\sigma_{M2}} \left[\frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu_v)^2}{2\sigma_v^2}} \cdot \int \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu_{M2})^2}{2\sigma_{M2}^2}} dx \right] dx,$$

kde P_{DZ} je plocha úměrná počtu dobrých kusů, zařazených do zmetků.

Tento podíl je graficky znázorněn na obr. 2 vyšrafovanou plochou označenou P_{DZP} , jejíž velikost je na obou mezích stejná.

Budou-li např. kontrolovány válcové čepy s úhrynnou tolerancí $20\mu m$ vyrobené na obráběcím stroji, jehož max. chyba $\pm 3\sigma_v = 24\mu m$ na kontrolním automatu, jehož nastavení snímačů o přesnosti $\sigma_M = \frac{4}{3}\mu m$ bude vyhovovat požadavku, aby žádné zmetkové kusy nebyly zařazeny do dobrých kusů, bude 7,11 % dobrých kusů vyřazeno do zmetků. To při průměrném výkonu běžných automatů 3000 ks/h činí přibližně 1700 dobrých kusů vyřazených do zmetků za 1 směnu.

Způsob vyhodnocování měřených rozměrů součástí spočívá ve společném využití působení činných a inverzních funkcí třídícího snímače. V oblasti krajů tolerančního pole působí na třídící zařízení současně signály z měřicích doteků části snímače s přímou funkcí a z měřicích doteků části snímače s inverzní funkcí.

Působí-li signál na třídící zařízení např. v oblasti středu nastavení tohoto snímače s přímou funkcí, bude hustota pravděpodobnosti rozdělení na dobré a špatné kusy odpovídat distribuční funkci, která má přibližně nulovou hodnotu pro $-3\sigma_M$ a pro $+3\sigma_M$ přibližně hodnotu 1. V případě, že bude použit snímač s inverzní funkcí, bude hustota pravděpodobnosti rozdělení na dobré a špatné kusy odpovídat distribuční funkci, která má přibližně hodnotu 1 pro $-3\sigma_M$ a pro $+3\sigma_M$ přibližně hodnotu 1.

Využití způsobu je nezávislé na použitém druhu snímače, pokud umožňuje realizovat inverzi.

V případě, že jsou v činnosti oba třídící elektromagnety ovládané doteky s inverzní funkcí a současně vypnuty oba třídící elektromagnety ovládané doteky s přímou funkcí, je měřený kus zařazen mezi dobré. V případě, že je v činnosti alespoň jeden z třídících elektromagnetů ovládaných doteky s přímou funkcí, nebo vypnut alespoň jeden z třídících elektromagnetů ovládaných doteky s inverzní funkcí, je kus zařazen do špatných.

Zařízení k vyhodnocování měřených rozměrů (obr. 3) sestává z tělesa 1, ve kterém je posuvně uložen měřicí dřík 2, opatřený na jednom konci nákrůžkem 4 a na opačném konci omezovacím nákrůžkem 5. Mezi nákrůžkem 4 a tělesem 1 je na měřicím dříku 2 pružina 3 pro vyvození měřicího tlaku. Omezovací nákrůžek 5 slouží k omezení měřicího zdvihu. Na měřicím dříku 2 jsou upevněny kontakty, a to z jedné strany spojovací kontakt 6 a z druhé strany rozpojovací kontakt 7. Nad spojovacím kontaktem 6 je umístěn horní spojovací měřicí dotek 8, připevněný na pružině, vetknuté v horní části stěny tělesa 1. Pod spojovacím dotekem 6 je dolní spojovací měřicí dotek 9, připevněný na pružině, vetknuté v dolní části stěny tělesa 1. Pod pružinou vetknutou v horní části stěny tělesa 1 je na stěně tělesa 1 umístěn první horní regulační doraz 10, dotýkající se pružiny zespoda a sloužící k omezení zdvihu horního spojovacího měřicího doteku 8. Nad pružinou vetknutou ve spodní části stěny tělesa 1 je na stěně tělesa 1 umístěn první dolní regulační doraz 11, dotýkající se pružiny zeshora a sloužící k omezení zdvihu dolního spojovacího měřicího doteku 9. Obdobně je uspořádána druhá strana s rozpojovacím kontaktem 7, nad kterým je horní rozpojovací měřicí dotek 12 a pod ním dolní rozpojovací měřicí dotek 13, přičemž pružiny, na které je připevněn horní rozpojovací měřicí dotek 12, se zespoda dotýká druhý horní regulační doraz 14, vymezující zdvih horního rozpojovacího měřicího doteku 12 a pružiny, ve které je připevněn dolní rozpojovací měřicí dotek 13 se zeshora dotýká druhý dolní regulační doraz 15. Dolní konec měřicího dříku 2 je opatřen měřicím dotekem 16 pro snímání velikosti měřeného předmětu 17. Horní spojovací měřicí dotek 8 je spojen s vinutím čtvrtého třídícího elektromagnetu 20 (obr. 4) a dolní spojovací měřicí dotek 9 je spojen s třetím třídícím elektromagnetem 21. Horní rozpojovací měřicí dotek 12 je spojen s prvním třídícím elektromagnetem 18 a dolní rozpojovací měřicí dotek 13 je spojen s druhým třídícím elektromagnetem 19.

Při měření předmětu, jehož rozměr je menší než předepsaná tolerance, je spojen spojovací kontakt 6 s dolním spojovacím měřicím dotekem 9 a rozpojovací kontakt 7 s dolním rozpojovacím měřicím dotekem 13, zatímco spojovací

kontakt 6 a horní spojovací měřicí dotek 8 jsou rozpojeny, stejně jako jsou rozpojeny rozpojovací kontakt 7 a horní rozpojovací měřicí dotek 12. V důsledku toho je v činnosti třídící elektromagnet 19. Současně je přiváděn proud do třídícího elektromagnetu 21 přes kontakt 6 a dolní spojovací měřicí dotek 9. Je-li rozměr předmětu na hranici dolní tolerance, začíná fáze, kdy pravděpodobnost uvedení v činnost třídícího elektromagnetu 19 působením rozpojovacího kontaktu 7 a dolního rozpojovacího měřicího doteku 13 se blíží 1 a pravděpodobnost uvedení v činnost elektromagnetu 21 spojovacím kontaktem 6 a dolním spojovacím měřicím dotekem 9 se blíží 0. Jestliže velikost předmětu odpovídá středu nastavení snímače, tj. ve vzdálenosti $3\sigma_M$ od dolní toleranční meze, je pravděpodobnost vyřazení tohoto kusu působením rozpojovacího kontaktu 7 a dolního rozpojovacího měřicího doteku 13 0,5 a působením spojovacího kontaktu 6 a dolního spojovacího měřicího doteku 9 také 0,5. Jestliže velikost měřeného předmětu odpovídá vzdálenosti $6\sigma_M$ od dolní toleranční meze, pak pravděpodobnost uvedení v činnost třídícího elektromagnetu 19 působením rozpojovacího kontaktu 7 a dolního rozpojovacího měřicího doteku 13 se blíží 0 a pravděpodobnost vyřazení elektromagnetem 21 působením spojovacího kontaktu 6 a dolního spojovacího měřicího doteku 9 se blíží 1. V oblasti od tohoto bodu až ke středu tolerance není vyřazován žádný kus do zmetků. Od středu tolerance pro narůstání rozměrů měřeného předmětu platí děj v opačném smyslu, v činnosti je však třídící elektromagnet 18 a třídící elektromagnet 20. Výsledkem činnosti působení snímače podle vynálezu je snížení počtu dobrých kusů vyřazených do zmetků o 80 % a to

tím, že při použití uvedeného snímače stačí ho seřadit tak, že osy souměrnosti funkcí $f_{M1}(x)$ a $f_{M2}(x)$ leží na hranicích tolerančního pole a nemusí být tedy posunuty o $3\sigma_M$.

Pro větší přehlednost je dále uveden příklad grafického znázornění.

Na obr. 2 je šrafovaním vyznačena velikost plochy P_{DZP} , která je úměrná počtu dobrých kusů vytříděných do kusů zmetkových při použití běžného snímače s přímým působením seřizovacího tak, aby žádný špatný kus nebyl zařazen mezi dobré kusy, tj. osa souměrnosti jeho funkce $f_M(x)$ je posunuta o hodnotu $3\sigma_M$ dovnitř tolerančního pole.

Obr. 5 znázorňuje tvar plochy P_{DZI} , jejíž velikost je úměrná počtu dobrých kusů vytříděných do kusů zmetkových snímačem s inverzním zapojením při stejných parametrech seřízení jako v předešlém případě.

Na obr. 6 je znázorněn výsledek třídění při současném působení přímého a inverzního snímače šrafovanými plochami P_{DZP} a P_{DZI} , kde je vidět, že žádný kus, jehož rozměr je v intervalu

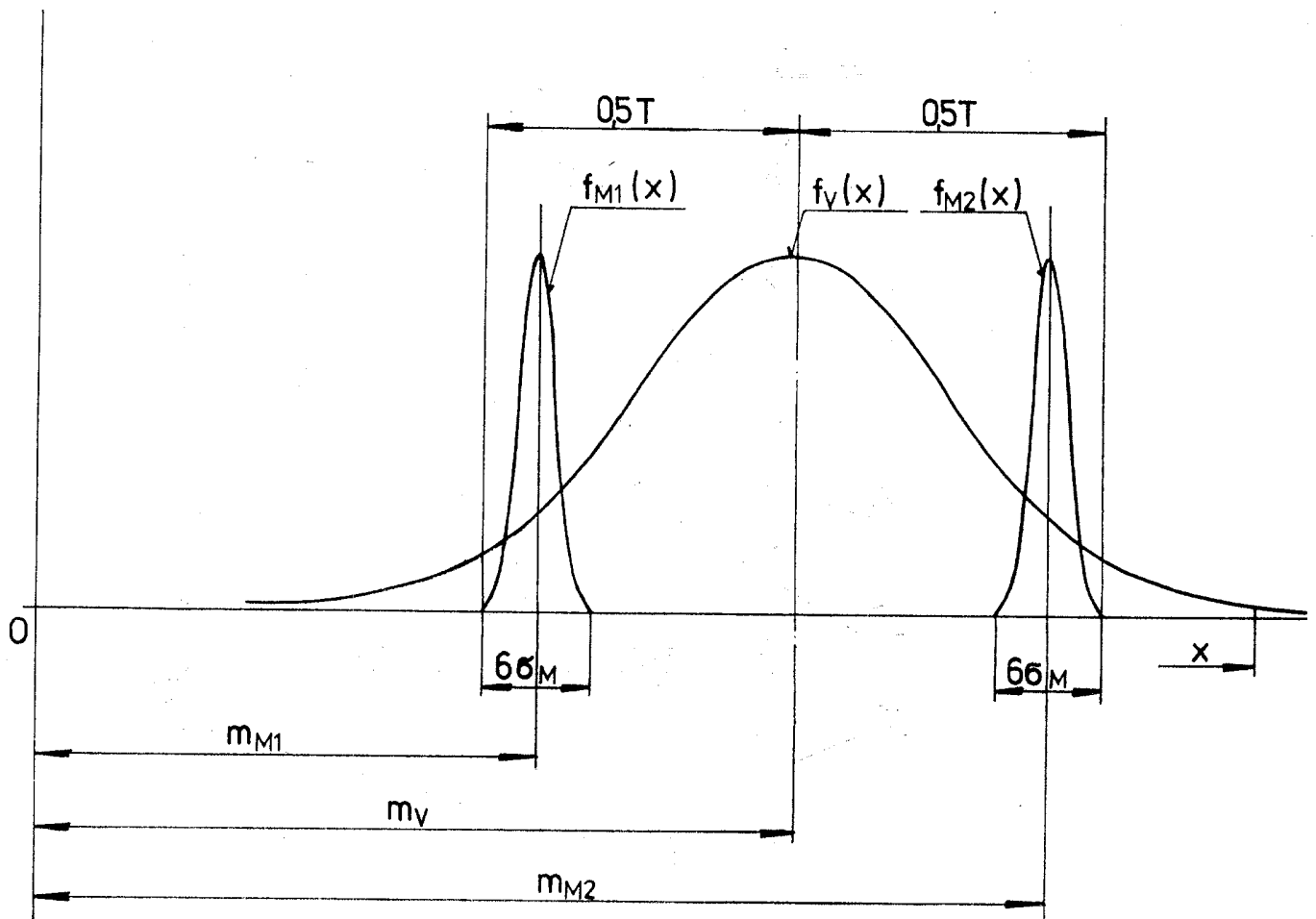
$$-\frac{T}{2} \text{ a } -\frac{T}{2} + 3\sigma_M \text{ není zařazen do}$$

dobrych. Z této skutečnosti vyplývá, že pro správné třídění při použití snímače podle vynálezu je dostačující jeho seřízení tak, aby osa souměrnosti funkce $f_M(x)$ ležela na hranicích tolerance, jak je znázorněno na obr. 7. Vzniklá úspora je úměrná rozdílu $P_{DZP} - (P_{DZP} + P_{DZI})$, která činí až 80 %, takže např. v případě, kdy při použití snímače s přímou funkcí bylo vytříděno 1000 kusů dobrých do zmetků, bylo by při použití snímače podle vynálezu vytříděno do zmetků pouze 200 kusů.

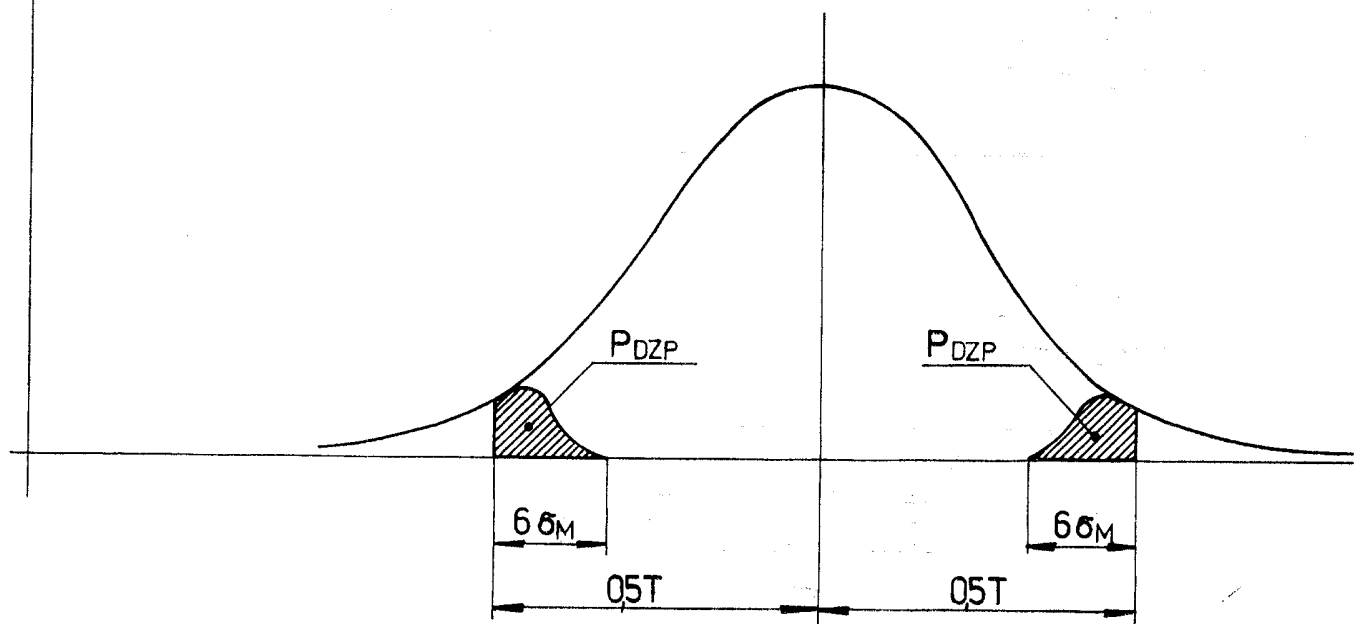
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob vyhodnocování měřených rozměrů součástí pro třídění na dobré a špatné kusy, vyznačený tím, že snímané hodnoty měřeného rozměru, které leží v oblasti krajů tolerančního pole se převádějí současně na signál s přímou funkcí a signál s inverzní funkcí, přičemž oba tyto signály řídí současně třídění součástí na dobré a špatné.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1 opatřené měřicím dotekem a elektromagnety, vyznačené tím, že v jeho tělese (1) je posuvně uložen odpružený měřicí dřík (2) s omezovacím nákrůžkem (5) a měřicím dotekem (16), na kterém je z jedné strany upevněn spojovací kontakt (6) v oblasti odpruženého horního a dolního spojovacího měřicího doteku (8, 9), jejichž první horní regulační do-

raz (10) a první dolní regulační doraz (11) je upevněn na tělese (1) a z druhé strany měřicího dříku (2) je upevněn rozpojovací kontakt (7) v oblasti odpruženého horního a dolního rozpojovacího měřicího doteku (12, 13), jejichž druhý horní regulační doraz (14) a druhý dolní regulační doraz (15) je upevněn na druhé straně tělesa (1), přičemž horní spojovací měřicí dotek (8) je spojen s vinutím čtvrtého třídícího elektromagnetu (20) a dolní spojovací měřicí dotek (9) je spojen s třetím třídícím elektromagnetem (21) a horní rozpojovací měřicí dotek (12) je spojen s prvním třídícím elektromagnetem (18) a dolní rozpojovací měřicí dotek (13) je spojen s druhým třídícím elektromagnetem (19).

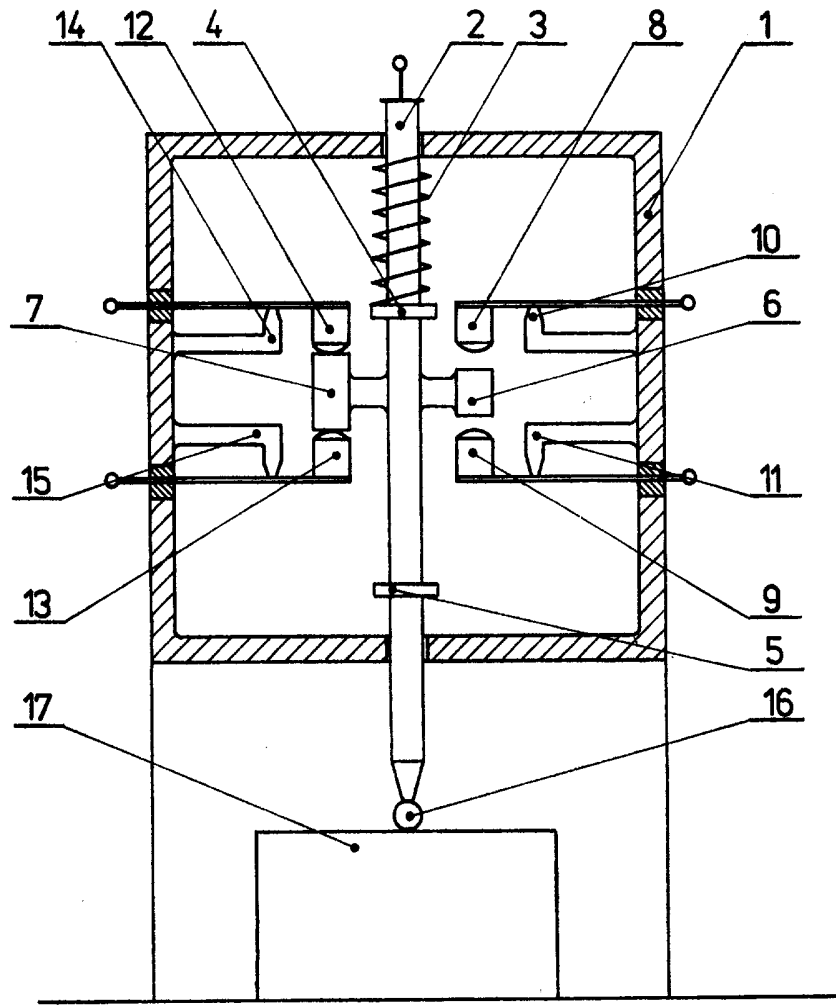


Obr. 1

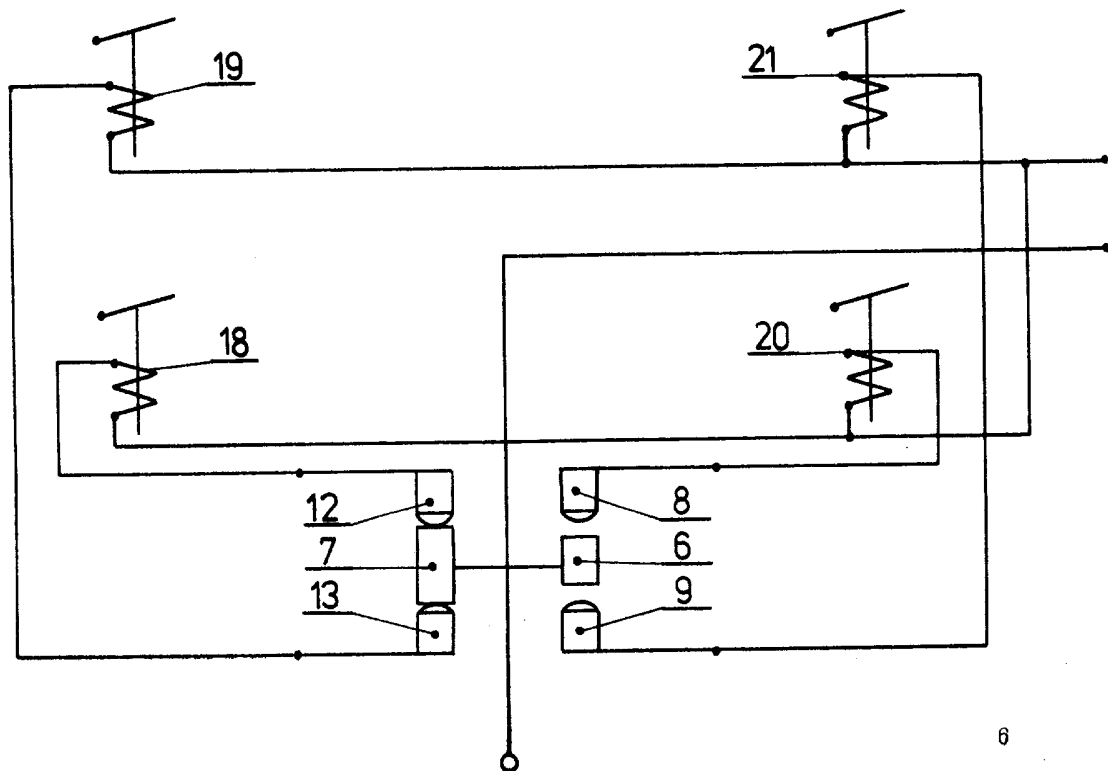


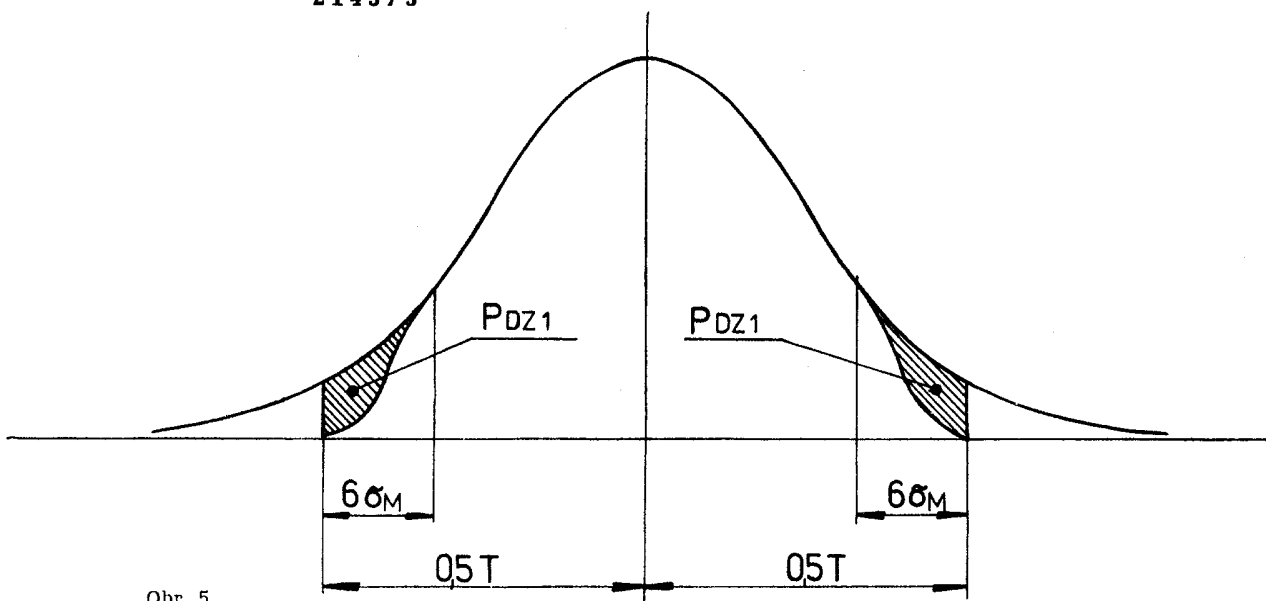
Obr. 2

Obr. 3

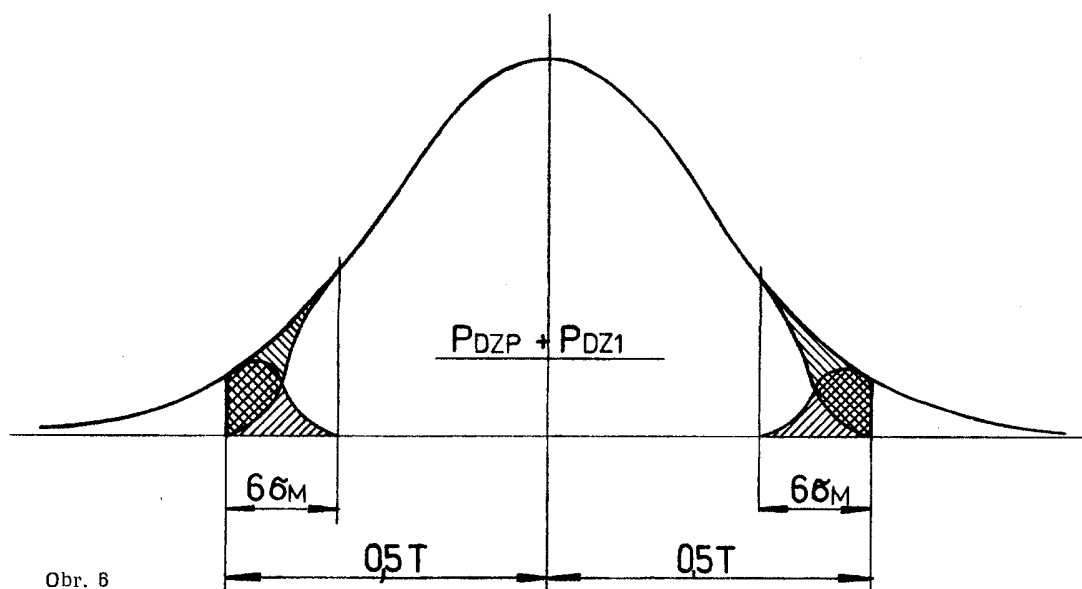


Obr. 4

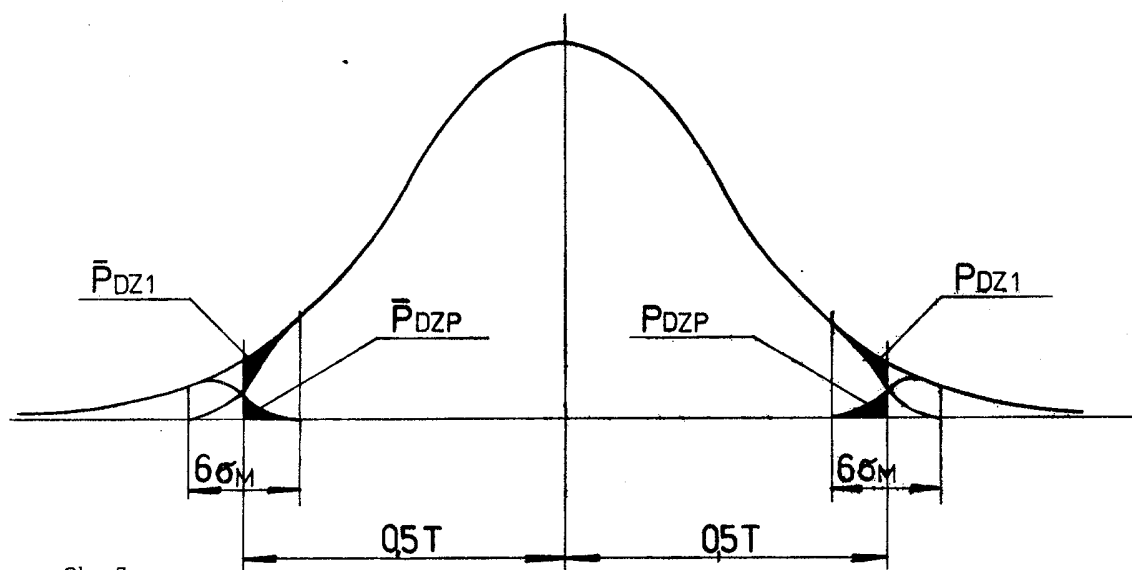




Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7