



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

202009
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
B 24 B 5/16

(22) Přihlášeno 17 02 78
(21) (PV 1043-78)
(32) (31) (33) Právo přednosti od 22 04 77
(F 27 18 603.4)
Německá spolková republika
(40) Zveřejněno 29 02 80
(45) Vydáno 15 08 83

(72)
Autor vynálezu

GEIGER OTTO ing., RATINGEN/Hösel
a GENTER KARL-ERNST, DÜSSELDORF (NSR)

(73)
Majitel patentu

MANNESMANN AKTIENGESELLSCHAFT, DÜSSELDORF (NSR)

(51) Způsob výroby zářezu kalibru u poutnických válců poutnické válcovny
za studena a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Vynález se týká způsobu a zařízení k výrobě zářezu kalibru u poutnických válců poutnické válcovny za studena pomocí otáčejícího se brusného kotouče, postupujícího postupně po obrysu obvodu kalibru a obrysu příčného řezu, jehož poloha a směr se podle postupu broušení stále mění.

Vynález vychází ze zařízení k frézování a broušení válcovacích kalibrů, známého z něm. spisu DT-PS č. 1 179 438, u něhož brusný kotouč vykonává krouživý pohyb, jehož poloměr odpovídá momentálnímu poloměru kalibru.

Brusný kotouč pracuje tedy v příčném řezu kalibru po kruhovém oblouku, který leží v rovině, dané osou válců a brusného kotouče. Vzhledem k tomu, že bod dotyku mezi brusným kotoučem a poutnickým válcem leží vně této roviny, vzniká zkreslený kalibr, přičemž zkreslení navíc značně závisí na průměru brusného kotouče a tím také na stupni opotřebení brusného kotouče.

Kalibr, zhotovený novým brusným kotoučem, dává v důsledku rozdílného zkreslení jiné rozměry než kalibr, který byl zhotoven za jinak stejných podmínek pomocí již opotřebovaného brusného kotouče. Pochopitelně je možné korigovat řídicí křivky tak, aby kalibr byl v základně a na bocích přesný. Mezi těmito polohami neexistuje však žádná

2

možnost korekce. Řídicí křivky jsou snímány z odpovídajících šablon, jak je například znázorněno v něm. spise DT-OS-1 813 281.

Podle nových poznatků je však za účelem zabránění lámání trnů a válců žádoucí jednoznačně definovat a zhotovovat zářez kalibru po celém jeho účinném povrchu.

Žádný ze známých způsobů výroby zářezu kalibru při poutnickém válcování za studena není schopen vyrábět libovolné, teoreticky předem stanovené tvary kalibrů.

Často přitom dochází ke zkreslení průřezů kalibrů, které je o to větší, čím větší je redukce průměru a tím úhel stoupání při kalibrování. Příčinou je tvar kalibru, měnící se po obvodu poutnického válce, který způsobuje, že bod styku mezi válcem a brusným kotoučem v měnící se části kalibru leží vně roviny, dané osou válců a osou brusného kotouče, přičemž vzdálenost mezi bodem dotyku a touto rovinou se mění s obvodovým úhlem poutnického válce a úhlem posuvu příčného řezu kalibru.

Uvedené nedostatky odstraňuje podle vynálezu způsob výroby zářezu kalibru u poutnických válců poutnické válcovny za studena pomocí otáčejícího se brusného kotouče, postupujícího postupně po obrysu obvodu kalibru a obrysu příčného řezu, jehož polo-

ha a směr se podle postupu broušení stále mění.

Jeho podstata spočívá v tom, že se pro změnu polohy a vyrovnání mezi za sebou následujícími body broušení, jejichž výrobní souřadnice jsou dány řídicím programem, poutnický válec a brusný kotouč během broušení vykývnu podle řídicího programu kolem bodu dotyku brusného kotouče s poutnickým válcem. Poutnický válec se v bodě dotyku vykývá o radiální složku úhlu stoupání a zároveň se vykývá brusný kotouč o axiální složku úhlu stoupání.

Způsob podle vynálezu je vyřešen zařízením k provádění výroby zářezu kalibru u poutnických válců poutnické válcovny za studena, které je opatřeno rotačním pohonem pro poutnický válec, upnutým na válcovém nosiči, jehož osa určuje x zařízení, otáčejícím se brusným kotoučem, upevněným na pohyblivém nástrojovém držáku, kde osa brusného kotouče je nejméně při broušení základny kalibru rovnoběžná s osou poutnického válce.

Zařízení je dále opatřeno řídicím zařízením pro otáčivý pohon a pohon nástrojového držáku. Jeho podstata spočívá v tom, že válcové saně jsou upraveny posuvně, ve směru z a kolmo na směr x a napojeny na přesuvný náhon a počet otáček rotačního náhonu hřídele s válcem je měnitelný a brusný kotouč, který se pohybuje ve směru y kolmo na směr x a kolmo na směr z do zářezu kalibru, je upraven pohyblivý ve směru x a y a vykývá kolem osy y a nástrojový držák je napojen na náhon ve směru x , náhon ve směru y a na kyvný náhon, přičemž posuvný náhon, rotační náhon, náhon ve směru x , náhon ve směru y a kyvný náhon jsou napojeny na číslicové ovládací zařízení.

Ve strojním stojanu jsou posuvně upevněny válcové saně, v nichž je uložen hřídel, na jehož volném konci je uvolitelně připevněn poutnický válec a točivý náhon je upraven na válcových saních a tyto jsou pomocí převodu spřaženy s hřídelem a na válcových saních je upraven spoluunášec, do něhož zabírá posuvný náhon, upevněný na strojním stojanu. Ve strojním loži jsou upraveny křížové saně a jsou napojeny ve směru y na náhon, upevněný na strojním loži a na křížových saních jsou upraveny brusné saně, napojené ve směru x na náhon, upevněný na křížových saních a v brusných saních je otočně uložen nástrojový držák a otočný čep je pevně proti otáčení propojen s pákou, do níž zabírá kyvný náhon, upevněný na brusných saních.

Způsob a zařízení podle vynálezu umožňují brousit libovolné, výhodně geometricky předem stanovené tvary kalibrů, korigovat po celém povrchu kalibru soustavné chyby, které byly u dosud známých způsobů vyrovnávány korekčními zařízeními, určenými pouze pro jednotlivé body příčného řezu kalibru, a dále umožňuje vyřadit vliv stupně

opotřebení brusného kotouče na vznikající soustavné chyby.

Tím, že se brusný kotouč s poutnickým válcem vykývá kolem bodu dotyku, neuvažuje se u žádného z dále uvedených vzorců pro výpočet souřadnic broušení s velikostí, to je průměrem, brusného kotouče, čímž je umožněna velmi přesná práce. Poměry broušení jsou pak absolutně souhlasné s předem stanoveným průběhem korektur.

Použití číslicového ovládacího zařízení má tu zvláštní výhodu, že způsobem podle vynálezu mohou být prováděny potřebné kyvné pohyby kolem příslušného bodu broušení, čímž se podstatně zjednoduší zařízení oproti těm zařízením, která jsou vybavena komplikovanými šablonami nebo odpovídajícími pravítky, sloužícími jako ovládací orgány. Přesto však rozhodující je ta výhoda, že mohou být vzaty v úvahu vědecké poznatky, týkající se vytvoření zářezu kalibru a spočívající ve změně programu číslicového zařízení, aniž by bylo třeba provádět na stroji nějaké úpravy. Tím se dosáhne kombinace všech pohybů, ke kterým přísluší také krátkodobá změna otáček rotačního náhonu, aby se odpovídajícím zvýšením otáček zcela kompenzovalo vrácení brusného bodu, případně bodu dotyku.

Připojené výkresy znázorňují příklad provedení vynálezu a technické podrobnosti.

Obr. 1 značí schematické znázornění zařízení k broušení zářezu kalibru poutnického válce ve směru osy válce (směr x), znázorněného částečně v řezu, obr. 2 půdorys zařízení podle obr. 1, rovněž částečně v řezu a to ve směru z , obr. 3 bokorys zařízení podle obr. 1 ve směru y , obr. 4 až obr. 6 tři pohledy na kalibrační válec, obr. 7 až obr. 9 tři pohledy na kalibrační válec s brusným kotoučem.

Obr. 1, 2 a 3 znázorňují zařízení k broušení zářezu kalibru poutnického válce. Na strojním loži 1 se strojním stojanem 22 jsou upraveny křížové saně 2, určené pro pohyb ve směru y ve vedeních 3 ložisek válců. Přesunutí křížových saní 2 se provádí pomocí vřeten 4 s kuličkovou dráhou náhonem 5 číslicově ovládaným. Na křížových saních jsou upraveny v dalších vedeních 7 ložisek válců brusné saně 6. K přesunutí brusných saní 6 dochází pomocí dalšího vřeten 8, opatřeného kuličkovými drahami, pomocí náhonu 9, číslicově ovládaného ve směru x . Na brusných saních 6 je upevněn ložiskový kozlík 10, na kterém je kolem otočného čepu 12 výkvně uložen nástrojový držák 11. Kývání nástrojového držáku 11 se provádí pomocí páky 13 přes šoupátko 14, další vřeten 15 s kuličkovou dráhou a kyvný náhon 16, číslicově ovládaný. V nástrojovém držáku 11 je uloženo brusné vřeten 17 tak, že střed profilu brusného kotouče 18 leží na středu otočného čepu 12. Brusný kotouč 18 je na brusném vřeten 17 upevněn pomocí unášeče 19 a je poháněn pomo-

cí řemenového náhonu **20** pomocí motoru **21**. Právě popsané části zařízení umožňují kývání brusného kotouče **18** a požadované opravy nástrojového držáku **11** a tím brusného kotouče **18** ve směru **x** a směru **y**.

Na strojním loži **1** je za křížovými saněmi **2** upevněn strojní stojan **22**, na kterém jsou upraveny válcové saně **23**, uložené na válečkových ložiskách. Přesunutí válcových saní **23** ve směru **z** se provádí pomocí dalšího vřeten **39** s kuličkovými drahami pomocí přesuvného náhonu **25**, číslíkově ovládaného. Ve válcových saních **23**, opatřených spoluunášečem **31** pro další vřeten **39** s kuličkovými drahami, je uložen hřídel **24**, na kterém je upevněn unášeč poutnického válce **26**. Náhon pracovního hřídele **24** se provádí pomocí šnekového kola **28**, šneku **29**, otočného náhonu **27**, číslíkově ovládaného.

Na obr. 3 je naznačeno číslíkové řídicí zařízení **33**, od něhož vedou ovládací vedení **34**, **35**, **36**, **37**, **38** k odpovídajícím náhonům, a to k náhonům **5**, ve směru **y**, náhonu **9** ve směru **x**, kyvného náhonu **16**, přesuvnému náhonu **25** a otočnému náhonu **27**.

Zařízení podle vynálezu je možno samozřejmě doplnit tak, že mohou být broušeny současně dva poutnické válce, to znamená dvojice válců. Za tím účelem by hřídel **24** měl být upraven odpovídajícím způsobem, a to tak, že na obě strany by se upevnil vždy jeden válec a brusné saně **6** by se upravily tak, aby se na ně uchytily dva brusné kotouče **18**.

Při výrobě zářezu **32** kalibru jednoho poutnického válce se s výhodou brousí nejdříve podél obvodového obrysu a brusný kotouč **18** se po jedné otáčce relativně přesadí vzhledem k poutnickému válci **26** ve směru **x**.

V další části jsou vysvětleny další podrobnosti způsobu podle vynálezu. Vykývnutím brusného kotouče o úhel γ_a pomocí kyvného náhonu **16** přes vřeten **15** a saně **14** na páku **13** vzniká nejdříve z kruhové plochy řezu jeho vnějšího anuloidu s horizontální rovinou středu kývání elipsa. V bodě dotyku musí být úhel stoupání elipsy a úhel γ_k stoupání příčného řezu kalibru, daný volným broušením boků, navzájem stejné. To vyžaduje opravy souřadnic brusného kotouče.

Obr. 4 až 6 znázorňují polohu úhlu na poutnickém válci. Bod dotyku mezi kalibrem a válcem je určen následujícími složkami:

1. Úhel φ je úhel mezi bodem **O** válce a radiální rovinou bodu dotyku.

2. Úhel ψ je úhel v radiální rovině průřezu kalibru mezi základním bodem kalibru a bodem dotyku.

3. $K_{\varphi\psi}$ je radiální vektor, vycházející ze středového bodu kalibru, položeného na ideální radius válce r_w až k bodu dotyku. Hodnota r_w je dána, jak je patrné z obr. 6,

ze vzdálenosti středu poutnického válce ke středu kalibru.

Poloměr kalibru $K_{\varphi\psi}$ je funkcí φ a ψ a stanoví se následujícím způsobem:

$K_{\varphi\psi} = f(\varphi) + g(\varphi) \cdot h(\psi)$. Přitom $f(\varphi)$ je funkcí φ , které určuje tvar základu kalibru, popř. poloměr kalibru bez ohledu na volný řez. Obrys průřezu kalibru je částečně rozšířen směrem ven k vnějším okrajům, aby se totiž na tomto místě získalo více místa pro materiál, tvarující se během válcovacího postupu. Druh volného řezu závisí na válcovaném materiálu, to znamená na schopnosti přetvarování válcovaného materiálu.

$h(\psi)$ je funkcí ψ , určující základní tvar volného řezu v příčném řezu kalibru, $g(\varphi)$ je funkcí φ , měnící základní tvar volného řezu přes obvod válce. Úhel stoupání na válci v jednotlivých bodech dotyku se vypočítá z hodnot, uvedených ad 1., 2., a 3.

Složka úhlu stoupání γ_r v radiálním směru se vypočítá ze vzorce

$$\operatorname{tg} \gamma_r = \frac{[f'(\varphi) + g'(\varphi) \cdot h(\psi) \cdot \sin \psi]}{r_w - K_{\varphi\psi} \cdot \cos \psi}$$

Složka úhlu stoupání γ_a v axiálním směru se vypočítá ze vzorce

$$\operatorname{tg} \gamma_a = \frac{f'(\varphi) + g'(\varphi) \cdot h(\psi) \cdot \cos \psi}{r_w - K_{\varphi\psi} \cdot \cos \psi}$$

$f'(\varphi)$ a $g'(\varphi)$ jsou přitom diferenciální podíly $f(\varphi)$ a $g(\varphi)$.

Úhel stoupání volného řezu kalibru γ_k se vypočítá ze vzorce

$$\gamma_k = 180 - \psi + \operatorname{arctg} \frac{g(\varphi) \cdot h'(\psi)}{K_{\varphi\psi}}$$

$h'(\psi)$ je přitom diferenciálním podílem $h(\psi)$, γ_k je úhel stoupání příčného řezu kalibru v radiální rovině mezi tangentou a čarou, ohraničující obvod válce.

Pro stanovení opravy, potřebné pro vykývnutí brusného kotouče, se vypočte hodnota t ze vzorce

$$\operatorname{tg} t = \operatorname{tg} \gamma_k \cdot \cos \gamma_a.$$

Hodnota t značí pomocný parametr, určující tvar elipsy, a to při dále uvedeném výpočtu souřadnic **x** a **y**.

Tím jsou stanoveny všechny parametry pro určení souřadnic postupu broušení. K tomu slouží následující vzorec:

$$x = K \cdot \sin \psi - \frac{r_a - \sin t}{\cos \gamma_a}$$

r_a je přitom poloměr orovnávaní profilu brusného kotouče,

x je vzdálenost středu profilu brusného kotouče vůči středu kalibru.

$y = (r_w - K \cos \psi) \cos \gamma_r + r_2 \cos t$,
 y je přitom součet vzdálenosti mezi bodem dotyku a osou válce, promítnuté na osu y a vzdálenost mezi bodem dotyku a středem profilu brusného kotouče.

$$z = (r_w - K \cos \psi) \sin \gamma_r,$$

z je přitom průmět vzdálenosti bodu dotyku z osy válce na osu z .

$$\Delta\varphi = \gamma_r,$$

$\Delta\varphi$ je přitom korektura úhlu otáčení válce,

γ_r určuje dráhu válcových saní **23**, pohybovaných motorem **25**, ve směru z .

$$W = 1 \cdot \operatorname{tg} \gamma_a,$$

W je přitom hodnota, o niž musí být předsunuto kyvné šoupátko, aby se brusný kotouč **18** vykývnul kolem otočného čepu **12** pomocí kyvného náhonu **16** o úhel γ_a .

Na obr. 7 až 9 jsou znázorněny souřadnice, které musí být použity, aby bylo možno brousit bod (φ, ψ, K) .

K provádění způsobu je zapotřebí speciální broušící stroj, u něhož mohou být použity vpředu uvedené souřadnice pomocí číslicového ovládání, přičemž před číslicové ovládání je předřazen počítač, který z daných parametrů vypočítává souřadnice.

K určení parametrů, které se použijí ke stanovení souřadnic, se poutnická válcovna za studena rozdělí na w (například 43') radiálních řezů. Hladicí kalibr se rozdělí v úseku **0** až **P1** s volným řezem a v úseku **P1** až **P2** bez volného řezu. Pracovní kalibr, který dosahuje od bodu **P3** až k **0**, se rozdělí za účelem programování do 40 radiálních řezů. Pro každý radiální řez se vypočtou souřadnice řezu podle již uvedených vzorců. Ovládání pak samo interpoluje mezi jednotlivými body dvou radiálních řezů, které tvoří základní body pro ovládání mezi pozice pro ovládání. Pro každý radiální řez jsou stanoveny následující parametry:

$$\varphi, f(\varphi), f'(\varphi), g(\varphi), g'(\varphi), h(\psi).$$

Mimo to jsou pro všechny příčné řezy dány společné hodnoty

r_w je ideální poloměr válce a

r_a je poloměr orovnávacího profilu brusného kotouče, tak, jak je naznačeno na obr. 7,

$\Delta\psi$ je úhel posuvu, o který musí být brusný kotouč pohybován dále po každém otočení válce, tak, jak je patrné z obr. 6.

V podstatě jde o potřebné úhlové posunutí úhlu ψ po každé otáčce válce.

Úhel φ je seznatelný z obr. 5. Rozumí se jím hodnota, představující parametr momentální pozice radiálního řezu v rozmezí tohoto úhlu.

Broušení kalibru se provádí následujícím způsobem:

Parametry, stanovené uvedeným způsobem výpočtu kalibru, se uloží do nosiče dat a před broušením kalibru se vloží do počítače, předřazeného před číslicové ovládání současně s programem výpočtu souřadnic. Hodnoty $\Delta\psi$ a r_a , které jsou závislé na brusných poměrech (například hrubování, hlazení nebo pracovních přídavcích), musí být bezprostředně vloženy obsluhou.

Zapne-li se posuv, vypočte počítač pro obvod válce s $\psi = 90^\circ$ souřadnice opěrných bodů, které jsou vloženy do jedné sady pracovní paměti číslicového ovládání a tím pak lineárně a interpolárně zpracovány. Během jedné otáčky válce vypočítá počítač s $\psi = 90^\circ - \Delta\psi$ opěrné body pro následující oběh válce, které se opět uloží do pracovní paměti číslicového ovládání a jsou zpracovány. Tak se pokračuje tak dlouho, až $\psi = -90^\circ$.

Jelikož při vysokých rychlostech dochází u číslicového ovládání k systémové chybě v rychlosti, která je proporciální recipročnému zesílení a přímo úměrná rychlosti, je počítačem dána možnost korigovat složky opěrných bodů o momentální chybu v rychlosti ve směru libovolné osy.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby zářezu kalibru u poutnických válců poutnické válcovny za studena pomocí otáčejícího se brusného kotouče, postupujícího postupně po obrysu obvodu kalibru a obrysu příčného řezu, jehož poloha a směr se podle postupu broušení stále mění, vyznačený tím, že se pro změnu polohy a vyrovnaní mezi za sebou následujícími body broušení, jejichž výrobní souřadnice jsou dány řídicím programem, poutnický válec a brusný kotouč během broušení vykyvnou podle řídicího programu kolem bodu dotyku brusného kotouče s poutnickým válcem.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se poutnický válec v bodě dotyku vykyvne o radiální složku (γ_r) úhlu stoupání a zároveň se vykyvne brusný kotouč o axiální složku (γ_a) úhlu stoupání.

3. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 a 2, s rotačním pohonem pro poutnický válec, upnutým na válcovém nosiči, jehož osa určuje směr x zařízení, s otáčejícím se brusným kotoučem, upevněným na pohyblivém nástrojovém držáku, kde osa brusného kotouče je nejméně při broušení základny kalibru rovnoběžná s osou poutnického válce a opatřená řídicím zařízením pro otáčivý pohon a pohon nástrojového držáku, vyznačené tím, že válcové saně (23) jsou upraveny posuvně ve směru z a kolmo na směr x a napojeny na přesuvný náhon (25) a počet otáček točivého náhonu (27) hřídele (24) s válcem (26) je měnitelný a

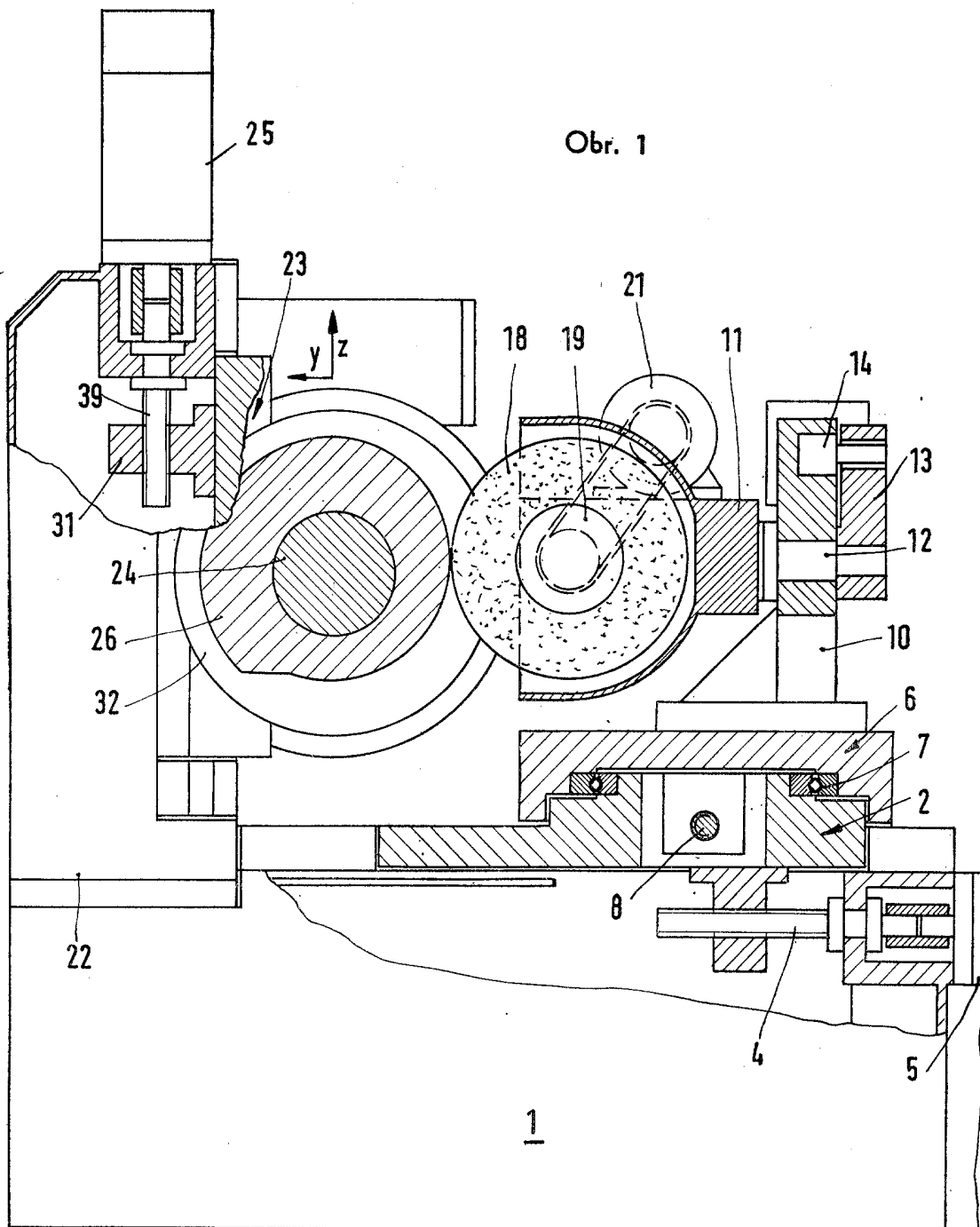
brusný kotouč (18), který se pohybuje ve směru y kolmo na směr x a kolmo na směr z do zářezu (32) kalibru, je upraven pohyblivý ve směru x a y a výkyvný kolem osy y a nástrojový držák (11) je napojen na náhon (9) ve směru x , náhon (5) ve směru y a na kyvný náhon (16), přičemž posuvný náhon (25), rotační náhon (27), náhon (9) ve směru x , náhon (5) ve směru y a kyvný náhon (16) jsou napojeny na číslíkové ovládací zařízení (33).

4. Zařízení podle bodu 3, vyznačené tím, že ve strojním stojanu (22) jsou posuvně upevněny válcové saně (23), v nichž je uložen hřídel (24), na jehož volném konci je uvolnitelně připevněn poutnický válec (26) a točivý náhon (27) je upraven na válcových saních (23) a tyto jsou pomocí převodu spřaženy s hřídelem (24) a na válcových saních (23) je upraven spoluunášec (31), do něhož zabírá přesuvný náhon (25), upevněný na strojním stojanu (22).

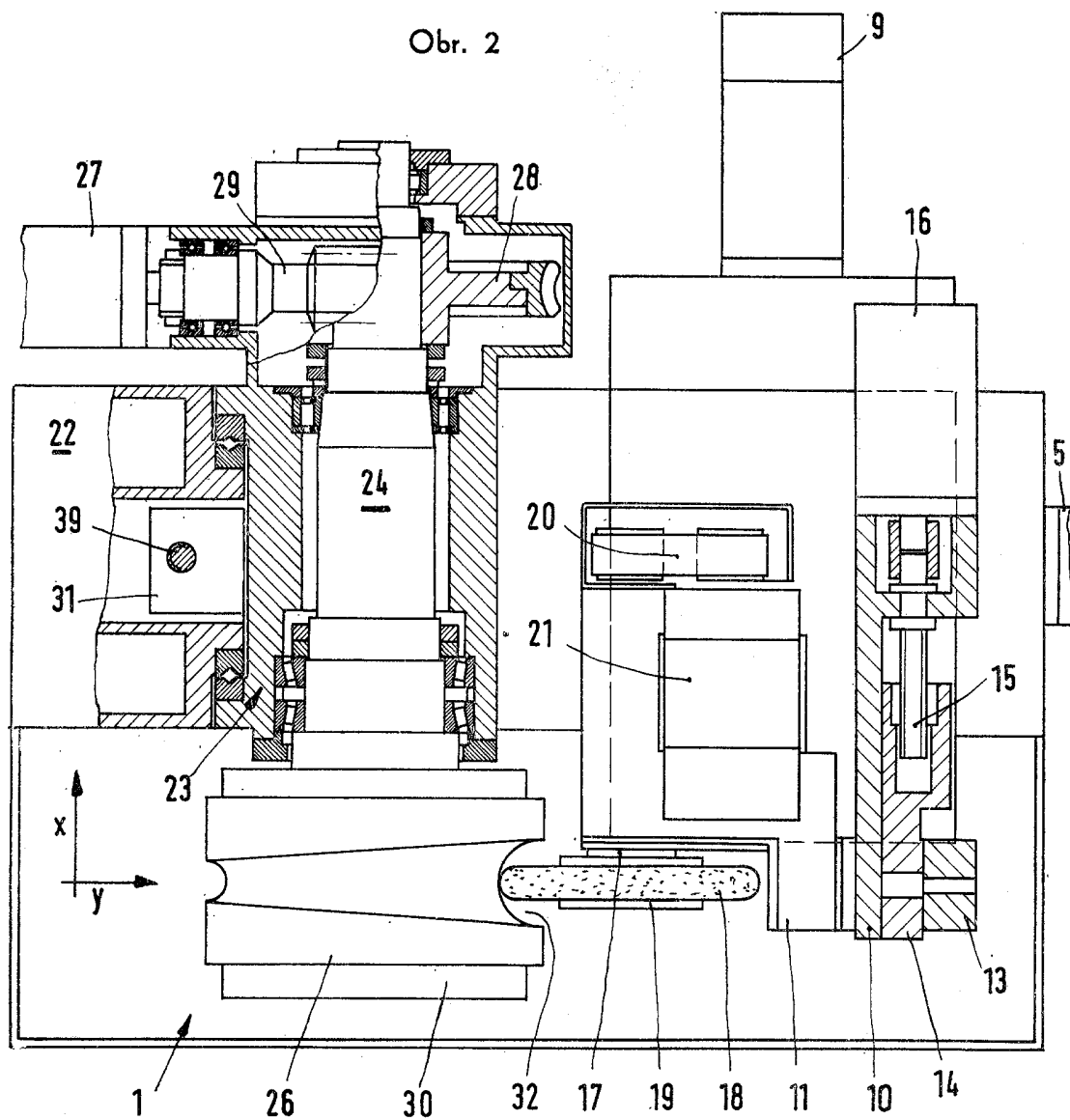
5. Zařízení podle bodu 3 nebo 4, vyznačené tím, že ve strojním loži (1) jsou upraveny křížové saně (2) a jsou napojeny ve směru y na náhon (5), upevněný na strojním loži (1) a na křížových saních (2) jsou upraveny brusné saně (6), napojené ve směru x na náhon (9), upevněný na křížových saních (2) a v brusných saních (6) je otočně uložen nástrojový držák (11) a otočný čep (12) je pevně propojen proti otáčení s pákou (13), do níž zabírá kyvný náhon (16), upevněný na brusných saních (6).

5 listů výkresů

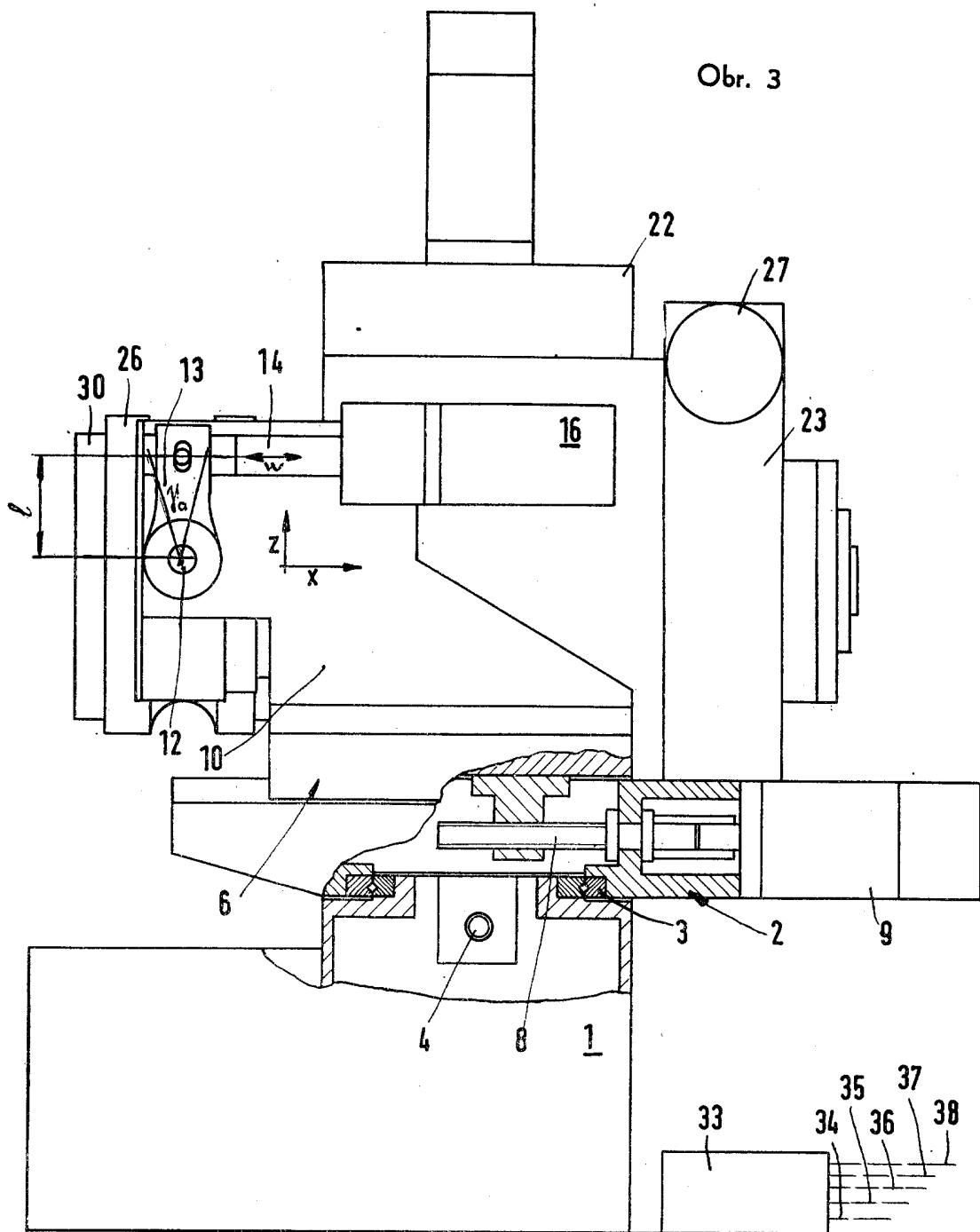
Obr. 1



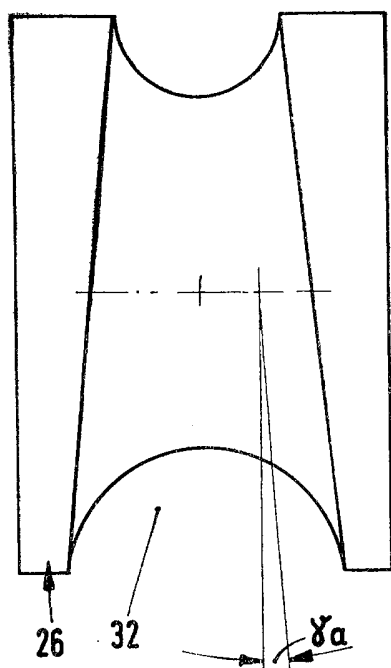
Obr. 2



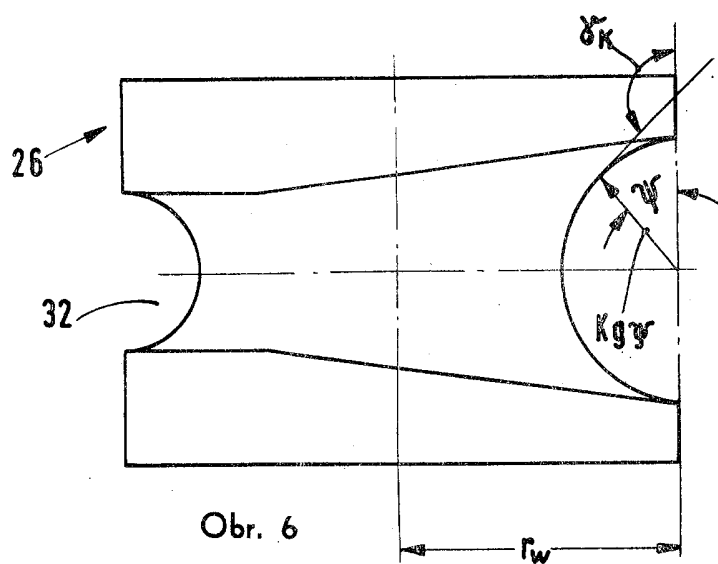
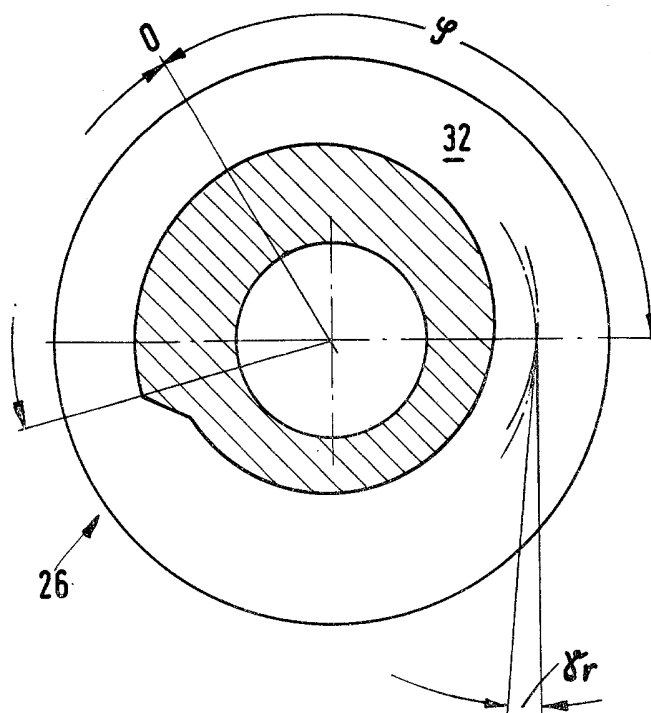
Obr. 3



Obr. 4

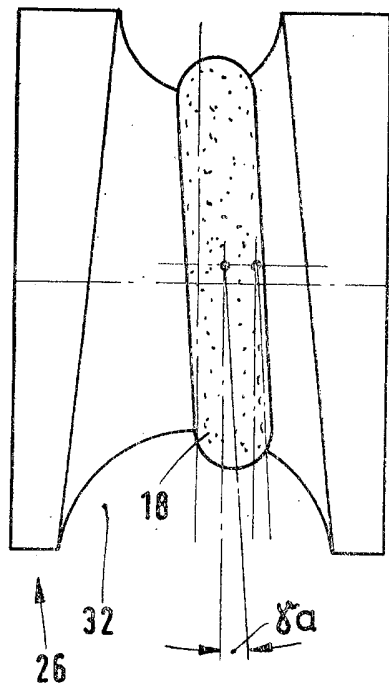


Obr. 5

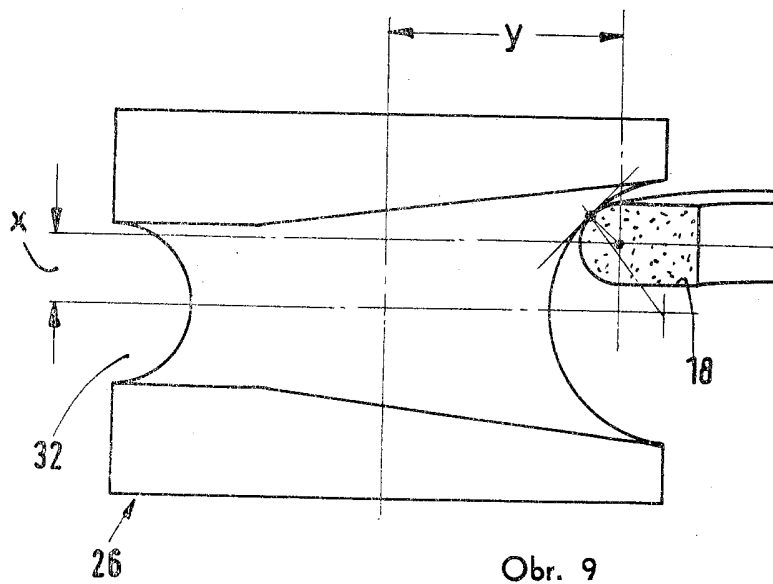
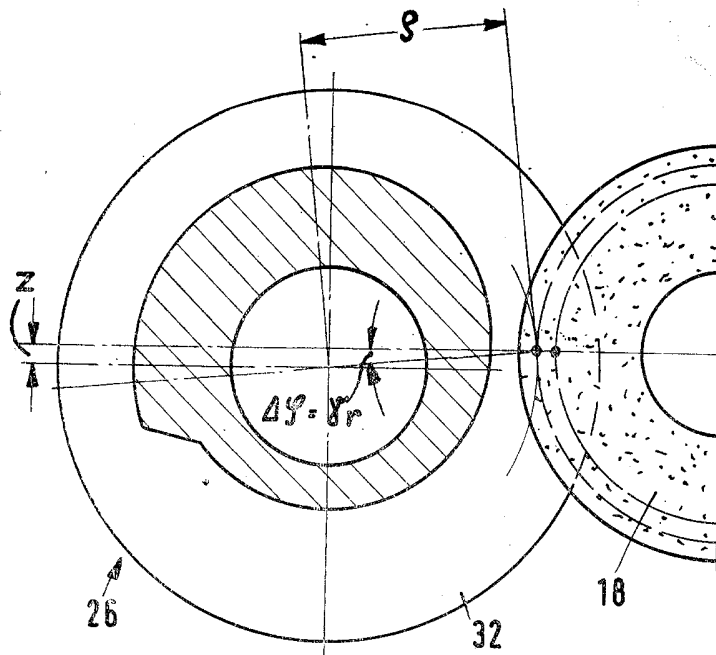


Obr. 6

Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9