



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

226 737

(11)

(B1)

(61)

(22) Přihlášeno 05 11 81

(21) PV 8141 - 81

(23) Výstavní priorita

(32) (31) (33) Právo přednosti 14 11 80 (8 476/80-6)

Švýcarsko

(51) Int. Cl.³ B 23 F 11/00
B 23 F 13/04

(40) Zveřejněno 24 06 83

(45) Vydáno 01 11 84

(72) (73)

Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

WIRZ WALTER dipl.ing., PFÄFFIKON (ŠVÝCARSKO),
REISHAUER AG, ZÜRICH (ŠVÝCARSKO)

(54)

Způsob opracování obrobků šnekového nebo závitového tvaru a
zařízení k provádění tohoto způsobu

228 737

Vynález se týká způsobu opracování obrobků šnekového nebo závitového tvaru, zejména jednochodového nebo vícechodého šnekového nebo závitového obrobku jednochodým nebo vícechodým šnekovým nebo závitovým nástrojem, při němž se v průběhu otáčení obou šneků nástroj přibližuje a oddaluje vzhledem k obrobku radiálně, a při němž poměr otáček odpovídá základnímu poměru otáček, vyplývajícímu z poměru stoupání obou šneků.

Je znám způsob profilování obrobků šnekového tvaru, při němž je jako orovnávací nástroj použita odvalovací fréza šnekového tvaru, uváděná do záběru s chody šnekového obrobku. Volbou vhodného profilu orovnávacího nástroje je dosaženo, že jeho osa může probíhat paralelně s osou obrobku, takže orovnávací nástroj, který je v záběru s obrobkem, musí být pro orovnění přibližován jen v radiálním směru.

Nástroj je opatřen řeznými plochami z tvrdokovu nebo z jiných materiálů o vysoké tvrdosti. Jelikož nástroj je v záběru s celým profilem obrobku, jsou při orovnávání vznikající řezné síly a tudíž také při tom vyvíjené teplo, značné. To má za následek výrobně-technické potíže. V důsledku tepelné dilatace je také ztíženo dodržení požadovaných tolerancí. Dále není možno tímto orovnávacím nástrojem provést žádné korekce tvaru boků na obrobku.

Záměrem vynálezu je odstranění uvedených nedostatků. Zejména má být umožněno opracovávat jednochodý nebo vícechodý šnekový nebo závitový obrobek jednochodým nebo vícechodým šnekovým nebo závitovým nástrojem s malými řeznými silami tak, aby byla dosažena velká přesnost a krátký čas opracování. Postup má také umožnit provádění libovolných korekcí profilu na obrobku.

Uvedené nevýhody a nedostatky odstraňuje způsob opracování obrobku šnekového nebo závitového tvaru, zejména jednochodého nebo ví-

cechodého šnekového nebo závitového obrobku jednochodým nebo vícechodým šnekovým nebo závitovým nástrojem, při němž se v průběhu otáčení obou šneků nástroj přibližuje a oddaluje vzhledem k obrobku radiálně, a při němž poměr otáček odpovídá základnímu poměru otáček, vyplývajícimu z poměru stoupání obou šneků, podle vynálezu, jehož podstatou je, že nástroj se uvádí do jednoduchého nebo vícenásobného záběru s obrobkem, přičemž počet míst záběru je funkcí stoupání obrobku a šířek obou šneků, přičemž místa záběru leží v každém okamžiku na stejném průměru a na stejných úsecích osového podélného průřezu profilu zubů obrobku a záměrným, s radiálními přibližovacími a oddalovacími pohyby sladěným doplňkovým relativním axiálním pohybem mezi nástrojem a obrobkem, respektujícím případné korekce profilu, se místa záběru posouvají, čímž na obrobku se opracuje požadovaný šnekový nebo závitový profil.

Podstatou k provádění způsobu zařízení podle vynálezu, u něhož je otáčivě poháněný šnekový nebo závitový nástroj přibližitelný nebo oddálitelný v radiálním směru vzhledem k rovněž otáčivě poháněnému šnekovému nebo závitovému obrobku, a u něhož poměr otáček odpovídá základnímu poměru otáček danému poměrem stoupání obou šneků, je, že nástroj je s obrobkem v jednoduchém nebo vícenásobném záběru, přičemž místa záběru leží v každém okamžiku na stejném průměru a na stejných úsecích profilů zubů obrobku, přičemž tloušťka hlavy profilu nástroje je menší než šířka mezery v patě profilu obrobku, a úhel profilu nástroje je přibližně stejný nebo menší než úhel profilu obrobku, když celková plocha okamžitých míst záběru je podstatně menší než celková plocha profilu obrobku a pro vyvíjení doplňkového axiálního relativního pohybu mezi nástrojem a obrobkem jsou začleněny elektronická mechanická nebo hydraulická ústrojí.

Příkladné provedení vynálezu je znázorněno na výkresech, kde obr. 1 představuje nástroj v podélném osovém řezu v záběru se šnekovým obrobkem, obr. 2 a 3 dva z možných tvarů utváření profilu nástroje v osovém řezu, obr. 4 schematické znázornění v osovém řezu dráhy hlavy profilu nástroje při profilování profilu obrobku, obr. 5 blokové schéma uspořádání zařízení pro orovnávací a profilovací obrobku nástrojem, přičemž doplňkový relativní axiální pohyb je vyvíjen doplňkovým otáčivým pohybem nástroje, obr. 6 blokové schéma uspořádání dalšího provedení orovnávacího zařízení, u něhož je doplňkový relativní axiální pohyb vyvozován přímo axiálním posouváním

nástroje, a u něhož je souběh mezi nástrojem a obrobkem zajištěn mechanicky, obr. 7 blokové schéma uspořádání jiného provedení orovnávacího zařízení s elektronicky řízeným souběhem nástroje a obrobku, obr. 8 schéma uspořádání ryze mechanicky vačkou řízeného orovnávacího zařízení.

Podle obr. 1 je šnekový orovnávací nástroj, označovaný dále jako nástroj 1, v záběru se šnekovým brousicím nástrojem, označovaným dále jako obrobek 2. Nástroj 1 i obrobek 2 jsou jednoduché a rozteč T_a nástroje 1 je shodná s roztečí T_s obrobku 2. Nástroj 1 i obrobek 2 jsou také provedeny se stejným modulem m , přičemž platí vztah

$$T_a = T_s = m \cdot \pi$$

V daném znázornění v osovém podélném řezu je chod nástroje 1 i obrobku 2 několikrát zobrazen v řezu, přičemž profily 3 podélných osových řezů zubů nástroje 1 jsou v záběru s profily 4 podélných osových řezů zubů obrobku 2. Profil 3 zubu nástroje 1 je opatřen brusným obložením 5, které může být tvořeno diamantem, kubickým nitridem boru nebo jiným materiálem o vysoké tvrdosti - obr. 2. Brusné obložení 5 tvoří celou vnější plochu 6 hlavy 7 zubu, jakož i krátké boční úseky 14 na hlavě 7 zubu směrem k patě zubu nástroje 1. Tento boční úsek 14 brusného obložení 5 může být velmi krátký.

Tloušťka D hlavy 7 s bočními úseky 14 nástroje 1 je menší než šířka L mezery u paty profilu 4 obrobku 2. Úhel α_a profilu 3 nástroje 1, měřený v podélném osovém řezu, je obecně menší než úhel α_s profilu 4 obrobku 2. Oba úhly profilu α_a , α_s mohou však také být stejné, to je $\alpha_a \leq \alpha_s$. V popisovaném příkladu provedení je úhel $\alpha_a = 15^\circ$, takže vrcholový úhel $2\alpha_a = 30^\circ$.

Jak vyplývá z obr. 1, je nástroj 1 ve vícenásobném záběru s obrobkem 2, přičemž jak je znázorněno ve výřezu - obr. 4 -, jsou hlavy 7 s bočními úseky 14 nástroje 1 ve styku s profily 4 obrobku 2 vždy jen na malém místě záběru 8. Tato místa záběru 8 leží v každém okamžiku na stejném průměru $\varnothing$ obrábění obrobku 2 a na stejném úseku jeho profilu 4. V porovnání k celkovému obrysu profilu 4 obrobku 2 jsou příslušná místa záběru 8 velmi malá. To má tu výhodu, že v průběhu opracování nevznikají vysoké řezné síly nebo tepelná zatížení, takže profilování nebo orovnávání obrobku 2 může být prováděno

při vysokých rychlostech.

228 737

Není tu již nutné brzdění obrobku 2 pro jeho orovnávaní, čímž je umožněno orovnávaní přímo při otáčkách broušení. Z časových a energeticko-technických hledisek to tudíž představuje podstatný pokrok.

Orovnávací proces, při němž je orovnávan celý profil 4 obrobku 2, sestává ze dvou současně probíhajících fází postupu, které se vzájemně překrývají :

V první fázi nástroj 1 a obrobek 2 jsou poháněny stejnými základními otáčkami ω_a a ω_s . Jelikož poloměr r_a nástroje 1 je menší než poloměr r_s obrobku 2, jsou jejich obvodové rychlosti rozdílné, čímž dochází mezi nimi k prokluzu. Tato difference obvodových rychlostí je označována jako orovnávací rychlost.

Nástroj 1 a obrobek 2 jsou ve stálém styku, podobně jako roto-ry u šnekového čerpadla nebo u šnekového kompresoru. Na obrobku 2 je při tom profilována linie celé plochy profilu 4. Tato linie leží na poloměru konstantní velikosti, přičemž je profilování prováděno současně na všech stejnoolehých bocích profilu 4 obrobku 2, to je po jedné otáčce obrobku 2 jsou všechny stejnolehlé boky profilu 4 - - při pohledu v osovém podélném řezu - vyprofilovány na stejném místě a to nezávisle na šířce obrobku 2, pokud je šířka nástroje 1 alespoň rovna šířce obrobku 2.

V druhé fázi obrobek 2 stojí a nástroj 1 se otáčí: Má-li otáčet se nástroj 1 být ve stálém styku se stojícím obrobkem 2, musí být podle požadovaného tvaru profilu 4 obrobku 2 v osovém podélném řezu doplňkově posunut v radiálním směru. Tím je obrobek 2 profilován na druhé linii, odpovídající přibližně profilu 4 v podélném osovém řezu a ležící přibližně kolmo vůči předcházející první linii. Když se nástroj 1 otočí o jednu otáčku, vytvoří se tvar profilu 4 v podélném osovém řezu na celé šířce obrobku 2, přičemž jsou současně vyprofilovány všechny zuby profilu 4 v podélném osovém řezu.

Druhá linie neodpovídá přesně profilu 4 v podélném osovém řezu, jelikož neleží v jedné rovině, protože z důvodu úhlů stoupání obrobku 2 a nástroje 1 leží styčné body bočních úseků 14 hlavy 7 nástroje 1 s obrobkem 2 jen při profilování válcových částí v té rovině, která je dána oběma osami obrobku 2 a nástroje 1. Tím vznikají

chyby, které je však možno snadno odstranit zadáním odpovídající korekce profilu 4.

Vzájemným překrýváním obou fází se opracuje celá plocha profilu 4 obrobku 2. V důsledku doplňkového natáčivého pohybu $\Delta\varphi$ nástroje 1 vůči obrobku 2 dochází k doplňkovému axiálnímu posouvání míst záběru 8 mezi nástrojem 1 a obrobkem 2. Velikost tohoto doplňkového natáčivého pohybu, případně relativního axiálního pohybu je dána požadovaným průběhem obrysu profilu 4 obrobku 2 a velikostí radiálního přibližovacího a oddalovacího pohybu nástroje 1.

Na obr. 4 jsou schematicky ve výřezu znázorněna okamžitá místa záběru 8 mezi hlavou profilu 3 nástroje 1 a profily 4 obrobku 2 v průběhu orovnávaní. Hlava 7 profilu 3 nástroje 1 se pohybuje postupně kolem vnější válcové plochy 10 hlavy profilu 4 obrobku 2, pak podél boku 11 profilu 4 a kolem paty 12 mezi profily 4, načež dále podél druhého boku 13 profilu 4 a znovu podél vnější válcové plochy 10 hlavy sousedního profilu 4 obrobku 2 a to po relativní dráze 9. Profil brusného obložení 5 na hlavě 7 profilu 3 nástroje 1 je účelně volen tak, aby stopy po obrobení byly relativně ploché. Podle obr. 2 je vnější plocha 6 hlavy 7 profilu 3 nástroje 1 vytvořena jako válcová, aby mohla být opracována pata 12 profilu 4 a vnější válcová plocha 10 hlavy profilu 4 obrobku 2.

Boční úseky 14 brusného obložení 5 jsou vyklenuté a jsou provedeny v tečném úhlu β v rozmezí úhlů β_1 a β_2 . V uvedeném příkladu je velikost těchto úhlů 14° případně 31° .

Na obr. 2 znázorněná hlava 7 profilu 3 nástroje 1 je určena pro opracování různých obrobků 2, jejichž úhel α_s profilu 4 může být v rozmezí od 15° do 30° . Pro respektování případných korekcí profilu 4 je minimální případně maximální hodnota tečného úhlu β hlavy 7 profilu 3 nástroje 1 změněna o doplňkovou hodnotu - například o 1° vůči minimální případně maximální hodnotě úhlu α_s profilu 4 na obrobku 2. Platí tudíž, že

$$\beta_1 = 30^\circ + 1^\circ = 31^\circ$$

$$\beta_2 = 15^\circ - 1^\circ = 14^\circ$$

Je-li nástroj 1 určen jen pro profilování jednoho určitého obrobku 2, postačí u něj změna obou tečných úhlů β_1 a β_2 jen o úhlo-

vou hodnotu, potřebnou pro provedení korekcí profilu 4 - v negativním nebo pozitivním smyslu. Při úhlu α_s profilu 4 na obrobku 2 o velikosti například 20° mohou být například tečné úhly β_1 a β_2 hlavy 7 profilu 3 rovny například 21° a 19° . Stopa po opracování je pak velmi plochá a nedochází ke vzniku ostrých přechodů mezi sousedními stopami po opracování.

U další formy provedení hlavy 7 profilu 3 nástroje 1 může průřez brusného obložení 5 mít tvar části kružnice - obr. 3. Takto utvářenou hlavou 7 profilu 3 je pak možno opracovávat velký počet různých tvarů profilů 4 obrobku 2, přičemž použitím příslušné nízké rychlosti posuvu podél relativní dráhy 9 musí jednotlivé stopy po opracování ležet tak těsně vedle sebe, aby byla dosažena požadovaná jakost povrchu profilu 4 obrobku 2. Brusné obložení 5 může také probíhat po celých bocích profilu 3 nástroje 1.

I když obecně k orovnění používaný nástroj 1 má stejné stoupání jako obrobek 2, je také možno vytvořit rozteče profilů 3 nástroje 1 jako celý násobek rozteče profilů 4 obrobku 2. V tom případě není pak nástroj 1 v záběru s každým profilem 4 zubu obrobku 2, nýbrž jen s každým druhým, třetím nebo n-tým profilem 4 zubu v podélném osovém řezu obrobku 2.

Při stejném směru stoupání nástroje 1 a obrobku 2 je orovnávací prováděno v protisměru a při rozdílných směrech stoupání je orovnávací prováděno v souběhu. I když v uvedeném příkladu postupu bylo vysvětleno specificky orovnávací a profilovací obrobku 2 nástrojem 1, může být tento postup podle vynálezu uplatněn také při výrobě libovolných šnekových nebo závitových obrobků - místo orovnávacího šneku je možno například použít libovolný šnekový nebo závitový nástroj, například přetvářecí nástroj, a rovněž brousicí šnek může být nahrazen jiným obrobkem.

Uspořádání zařízení pro realizaci popsaného postupu orovnávací a profilovací vyplývá z obr. 5.

Nástroj 1 je nasazen na radiálně ve směru X přestavitelných saních 20 a je poháněn elektromotorem 21. Vřeteno 22 obrobku 2 je poháněno dalším elektromotorem 36, přičemž příslušná poloha úhlu α_s natočení obrobku 2 je měřena čidlem 23 spojeným s vřetenem 22. Impulsy od čidla 23 jsou zaváděny do elektronického regulátoru 24

souběhu, do kterého jsou také zaváděny impulzy z dalšího čidla 25 měřicího úhel φ a natočení vřeten 26 s nástrojem 1. V regulačním obvodu pro udržování základního poměru otáček mezi vřetenem 22 a dalším vřetenem 26 je ještě začleněn výkonový zesilovač 27, ovládající elektromotor 21 vřeten 26 s nástrojem 1.

Elektronický počítač 28 profilu obrobku 2, do něhož jsou přes vstupní soupravu 29 zadány různé parametry - jako poměr osových roztečí, úhel profilu, tvar profilu, korekce profilu atd. - vypočítává průběžně přibližovací hodnoty jako funkci axiální polohy míst záběru 8, přičemž další vstupní souprava 30 vyvíjí podle zadaných dat profilu a posuvu a dané přibližovací hodnoty impulzy pro relativní natáčení mezi obrobkem 2 a nástrojem 1 frekvencí podle zadaného programu.

Zařízení obsahuje dále regulační obvod 31 polohy s regulátorem 32, výkonovým zesilovačem 34 a s krokovacím pohonem 33 přestavitelných saní 20 pro možnost kontinuální změny polohy nástroje 1 ve směru X.

Poloha X_{sk} přestavitelných saní 20 je snímána měřicím čidlem 35 a předávána do regulátoru 32. Elektronický počítač 28 profilu obrobku 2 vypočítává jmenovité hodnoty X_{jm} přiblížení podle doplňkových impulzů Y_z , předávaných pro vyvíjení doplňkového natáčivého pohybu nástroje 1 ze vstupní soupravy 30.

Tento doplňkový natáčivý pohyb, superponovaný natáčivému pohybu nástroje 1, vyplývajícím z poměru základních otáček mezi nástrojem 1 a obrobkem 2, vyvíjí doplňkový axiální pohyb míst záběru 8 mezi nástrojem 1 a obrobkem 2. Tím jsou místa záběru 8 kontinuálně posouvána tak, že je vytvářen požadovaný profil 4 obrobku 2. Tento profil 4 může sestávat z přímočarých a křivkových úseků, přičemž mohou být bez potíží současně respektovány jeho případné korekce.

Oběma vstupními soupravami 30, 29 je umožněno stanovení rychlosti posuvu při orevnávání volbou vhodné velikosti radiálního přibližovacího pohybu. Tím je možno optimálně dodržet požadavky příslušného profilovaného úseku profilu 4 tím, že každému úseku profilu 4 je přiřčena optimální přibližovací rychlost.

Pro profilování dvouchodých šneků jednochodým šnekovým nástrojem 1 by poměr základních otáček mezi nástrojem 1 a obrobkem 2 mu-

sel být 2 : 1, čímž by ale již nebyla dána předepsaná relativní rychlost mezi hlavou 7 profilu 3 nástroje 1 a profilem 4 obrobku 2. Účelnější metodou pro obejití tohoto problému je, že se pracuje se šnekovým nástrojem s dvojnásobnou roztečí. Při tom je pouze nutno naprogramovat příslušné zadání pro elektronický počítač 28 profilu 4 obrobku 2 tak, aby vyvíjené ovládací impulzy Y_z na vstupu do elektronického počítače 28 byly násobeny dvěma. Všechna ostatní zadání - například data profilu 4 obrobku 2 - se zvolí tak, jako by byl profilován pouze jednoduchý šnekový obrobek. Touto metodou je možno opracovávat také šnekové obrobky s více než se dvěma chody.

Další příkladné uspořádání zařízení pro realizaci postupu podle vynálezu je znázorněno na obr. 6. Doplnkové axiální posouvání míst záběru 8 nástroje 1 a obrobku 2, sladěné s radiálním přibližovacím a oddalovacím pohybem a dodržující korekce profilu, není zde vyvozováno doplnkovým natáčivým pohybem, ale probíhá přímo axiálním posouváním nástroje 1, uloženého v tomto případě na axiálně posuvných saních 37 uspořádaných kolmo k přestavitelným saním 20, přičemž jsou uspořádány na nich nebo pod nimi.

Vřetena 22 a 26 jsou při tomto uspořádání poháněna společným neznázorněným motorem. Vřeteno 26 s nástrojem 1 je uspořádáno jako posuvný hřídel, aby byl možný axiální posuv nástroje 1.

Obě vřetena 22, 26 jsou vzájemně propojena ozubenými koly 38, 39, 40 přes vložená ozubená kola 60. Všechna tato ozubená kola 38, 39, 40 a 60 jsou v záběru přes kolenové páky 41, 42. Přepínacím převodem 43 je možno měnit směr otáčení vřetena 26, aby bylo možné o-rovňávání v souběhu i v protiběhu. Poměr základních otáček, daný ozubenými koly 38, 40, odpovídá poměru počtu chodů šnekového nástroje 1 a šnekového obrobku 2.

Data profilu 4 obrobku 2 a jeho korekce jsou zadávána přes vstupní soupravu 29 a zaváděna do elektronického počítače 28 profilu 4 obrobku 2. Tento elektronický počítač 28 vypočítává řídicí signály pro pohonné motory 44, 45 posuvů křížových saní 37 ve směrech X a Y . Souběh nástroje 1 a obrobku 2 může také být regulován elektronicky, jak je to znázorněno na obr. 7. K tomu účelu slouží první řídicí souprava 46 s regulátorem 24 souběhu a s výko-

novým zesilovačem 27 pro elektromotor 21. Do regulátoru 24 jsou zaváděny řídicí signály z čidel 23 a 25. Stoupání šnekového nástroje 1 a šnekového obrobku 2 jsou zadávána přes vstupní soupravu 47.

Ve druhé řídicí soupravě 48 jsou přes pohonné oba motory 44, 45 posuvů ovlivňovány pohyby přestavitelných saní 20, přičemž tyto pohonné motory 44, 45 jsou doplnkově osazeny krokovacími čidly 49, 50 úhlů. Druhá řídicí souprava 48 sestává ze vstupní soupravy 29 pro zadávání dat profilu 4 obrobku 2 a posuvů při jejich korekci, z elektronického počítače 28 pro výpočet profilu 4 obrobku 2 a ze dvou pomocných zesilovačů 51, 52 pro pohonné motory 44, 45 posuvů.

Na obr. 8 je znázorněno uspořádání zařízení, u něhož je přiřazení mezi radiálním přibližováním pohybem a přidavným pohybem, potřebným pro vytvoření požadovaného profilu 4 obrobku 2, vyvíjeno mechanickým kopírovacím zařízením se snadno vyměnitelnou šablonou.

Nástroj 1, uložený na saních 53, posuvných ve směru X, je s obrobkem 2 spojen přes kolenové páky 41, 42 ozubenými koly 38, 39, 40 s vloženými ozubenými koly 60. Nástroj 1 i obrobek 2 jsou poháněny společným neznázorněným motorem.

Na vřetenu 26 s nástrojem 1 je uspořádán diferenciální převod 54, jehož vnější ozubené kolo 55 vytváří společně s dalšími ozubenými koly 56, 57 a se dvěma vloženými ozubenými koly 60 a s kolenovými pákami 58, 59 další kolenový ozubený převod. Vložené ozubené kolo 60, spojené s hnacím motorem 60', zabírá do ozubeného kola 57, uloženého na vačkovém hřídeli 61. Protilehlý konec vačkového hřídele 61 nese snadno vyměnitelnou vačku 62.

Profil vačky 62 je snímán odvalovací kladkou 63, uloženou v držáku 64, spojeném saněmi 53 přes nastavovací vřeteno 65. Tímto nastavovacím vřetenem 65, působícím na držák 64, je možno seřídit výchozí nastavení saní 53.

Vačka 62 obsahuje ve svém vačkovém profilu informace o hloubce profilu 4 a jeho korekcích obrobku 2. Vyvozuje kopírovací pohyby saní 53 ve směru X. Rychlost profilování je možno nastavit regulací otáček hnacího motoru 60'. Tím je definován výrobní čas a také hrubost povrchu profilu 4 obrobku 2.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

228 737

1. Způsob opracování obrobku ~~šnekového nebo závitového~~ tvaru, zejména jednochodého nebo vícechodého šnekového nebo závitového obrobku jednochodým nebo vícechodým šnekovým nebo závitovým nástrojem, při němž se v průběhu otáčení obou šneků nástroj přibližuje a oddaluje vzhledem k obrobku radiálně, a při němž poměr otáček odpovídá základnímu poměru otáček, vyplývajícímu z poměru stoupání obou šneků, vyznačující se tím, že nástroj se uvádí do jednoduchého nebo vícenásobného záběru s obrobkem, přičemž počet míst záběru je funkcí stoupání obrobku a šířek obou šneků, přičemž místa záběru leží v každém okamžiku na stejném průměru a na stejných úsecích osového podélného průřezu profilu zubů obrobku a záměrným, s radiálními přibližovacími a oddalovacími pohyby sladěným doplňkovým relativním axiálním pohybem mezi nástrojem a obrobkem, respektujícím případné korekce profilu, se místa záběru posouvají, čímž na obrobku se opracuje požadovaný šnekový nebo závitový profil.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že doplňkový relativní axiální pohyb se vyvíjí doplňkovým natáčivým pohybem nástroje vůči obrobku, přičemž tento doplňkový otáčivý pohyb je předřazen otáčivému pohybu nástroje, vyplývajícímu ze základního poměru otáček mezi obrobkem a nástrojem.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že doplňkový relativní axiální pohyb se vyvozuje posouváním nástroje ve směru jeho osy.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že v každém úseku profilu obrobku vykoná nástroj radiální přibližovací a oddalovací pohyb stanovené velikosti.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že sladění doplňkového pohybu s radiálními přibližovacími a oddalovacími pohyby nástroje se vyvozuje mechanickým nebo hydraulickým kopírovacím zařízením.

6. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že sladění doplňkového pohybu s radiálními přibližovacími a oddalovacími pohyby nástroje se vyvozuje elektronickým řídicím nebo regulačním zařízením.

7. Způsob podle bodu 5 nebo 6, vyznačující se tím, že pro vy-

vývoji požadovaných korekcí profilu se použijí řídicí šablony, případně se příslušná data zadají vstupní soupravou do řídicích nebo regulačních zařízení.

8. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při stejném směru stoupání obou šneků nebo závitů nástroje se obrobek opracuje protisměrně a při rozdílných směrech stoupání se obrobek opracuje souběžně.

9. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při lichoběžníkových profilech se hlava profilu nástroje v průběhu opracování pohybuje podél vnější válcové plochy hlavy profilu obrobku, pak podél boku profilu a kolem paty mezi profily, načež dále podél druhého boku profilu a znovu podél vnější válcové plochy hlavy sousedního profilu obrobku.

10. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, u něhož je otáčivě poháněný šnekový nebo závitový nástroj přibližitelný nebo oddálitelný v radiálním směru vzhledem k rovněž otáčivě poháněnému šnekovému nebo závitovému obrobku, a u něhož poměr otáček odpovídá základnímu poměru otáček danému poměrem stoupání obou šneků, vyznačující se tím, že nástroj (1) je s obrobkem (2) v jednoduchém nebo vícenásobném záběru, přičemž místa záběru (8) leží v každém okamžiku na stejném průměru (d) a na stejných úsecích profilů (4) zubů obrobku (2), přičemž tloušťka (D) hlavy (7) profilu (3) nástroje (1) je menší než šířka (L) mezery v patě (12) profilu (4) obrobku (2) a úhel (α_a) profilu (3) nástroje (1) je přibližitelně stejný nebo menší než úhel (α_s) profilu (4) obrobku (2), když celková plocha okamžitých míst záběru (8) je podstatně menší než celková plocha profilu (4) obrobku (2) a pro vyvíjení doplňkového axiálního relativního pohybu mezi nástrojem (1) a obrobkem (2) jsou začleněny elektronická, mechanická nebo hydraulická ústrojí.

11. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že nástroj (1) má rozteč (T_a), která je celým násobkem (n) rozteče (T_s) obrobku (2), přičemž nástroj (1) je v záběru s každým nebo s každým druhým, třetím nebo n -tým profilem (4) zubu v osové podélném řezu obrobku (2).

12. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že nástroj (1) má stoupání shodné se stoupáním obrobku (2).

13. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že obrobek (2)

je tvořen šnekovým obrobkem, přičemž nástroj (1) je tvořen šnekovým nástrojem.

14. Zařízení podle bodu 13, vyznačující se tím, že hlava (7) profilu (3) nástroje (1) je opatřena brusným obložením (5) z materiálu o vysoké tvrdosti.

15. Zařízení podle bodu 14, vyznačující se tím, že brusné obložení (5) je na vnější ploše (6) hlavy (7) profilu (3), jakož i na bočních úsecích (14) hlavy (7) profilu (3) pod vnější plochou (6) směrem k patě profilu (3) nástroje (1).

16. Zařízení podle bodu 14, vyznačující se tím, že brusné obložení (5) hlavy (7) profilu (3) je v oblasti vnější plochy (6) hlavy (7) profilu (3) válcového tvaru.

17. Zařízení podle bodu 14, vyznačující se tím, že brusné obložení (5) hlavy (7) profilu (3) je v příčném řezu tvořeno částí kruhové plochy.

18. Zařízení podle bodu 5, vyznačující se tím, že boky brusného obložení (5) jsou vyklenuty a jejich tečny svírají tečný úhel (β), který je v rozmezí tečných úhlů (β_1) a (β_2), přičemž oba mezní tečné úhly (β_1, β_2) jsou větší, případně menší o hodnotu respektující korekce profilu (4) obrobku (2), než je největší případně nejmenší hodnota úhlu (α_s) profilu (4) obrobku (2), který má být opracován.

19. Zařízení podle bodu 18, vyznačující se tím, že oba mezní tečné úhly (β_1, β_2) se vzájemně liší o součet obou korekčních hodnot profilu (4) obrobku (2).

20. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že obsahuje vstupní soupravu (29) pro zadávání dat profilu (3) nástroje (1) a dat jeho korekcí, elektronický počítač (28) jeho profilu, regulátor (32) posuvu, krokovací pohon (33) nebo regulační obvod (31) polohy pro přibližovací a oddalovací pohyb nástroje (1), regulační obvod pro natáčivý pohyb obrobku (2), sestávající z elektromotoru (21), čidla (25) úhlu natočení a regulátoru (24), jakož i čidla (23) úhlové polohy obrobku (2).

21. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že obsahuje vstupní soupravu (29) pro zadávání dat profilu (4) obrobku (2) a

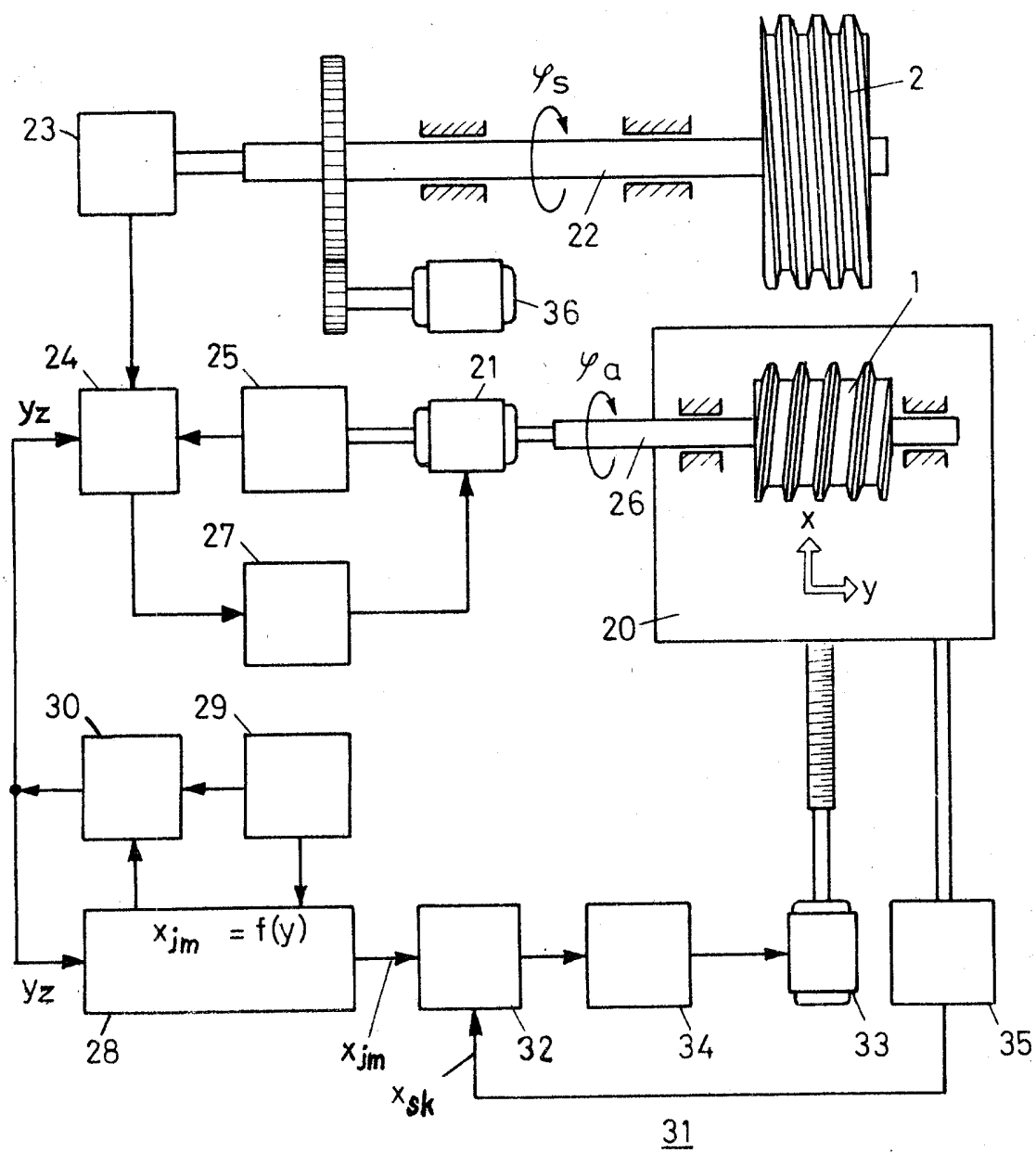
dat jeho korekcí, elektronický počítač (28) jeho profilu a regulátor (32) posuvu, dvojici pohonných motorů (44, 45) nebo regulační obvod polohy pro radiální přibližovací a oddalovací pohyb případně pro axiální posuvný pohyb nástroje (1), jakož i mechanické otáčivé spojení ozubenými koly (38, 39, 40) mezi nástrojem (1) a obrobkem (2).

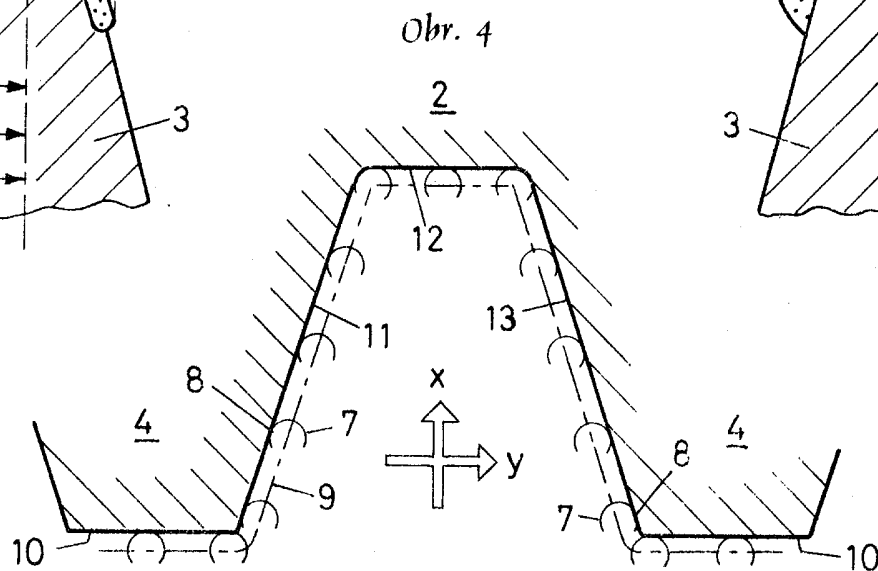
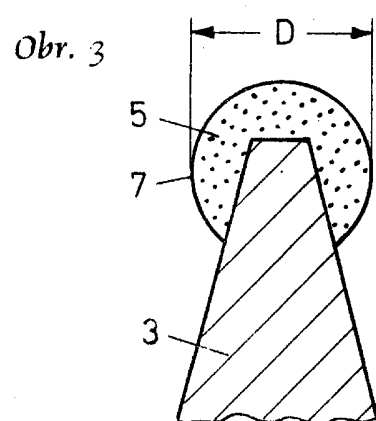
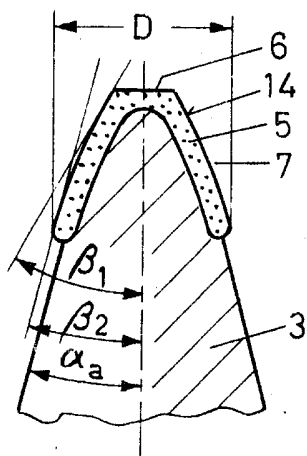
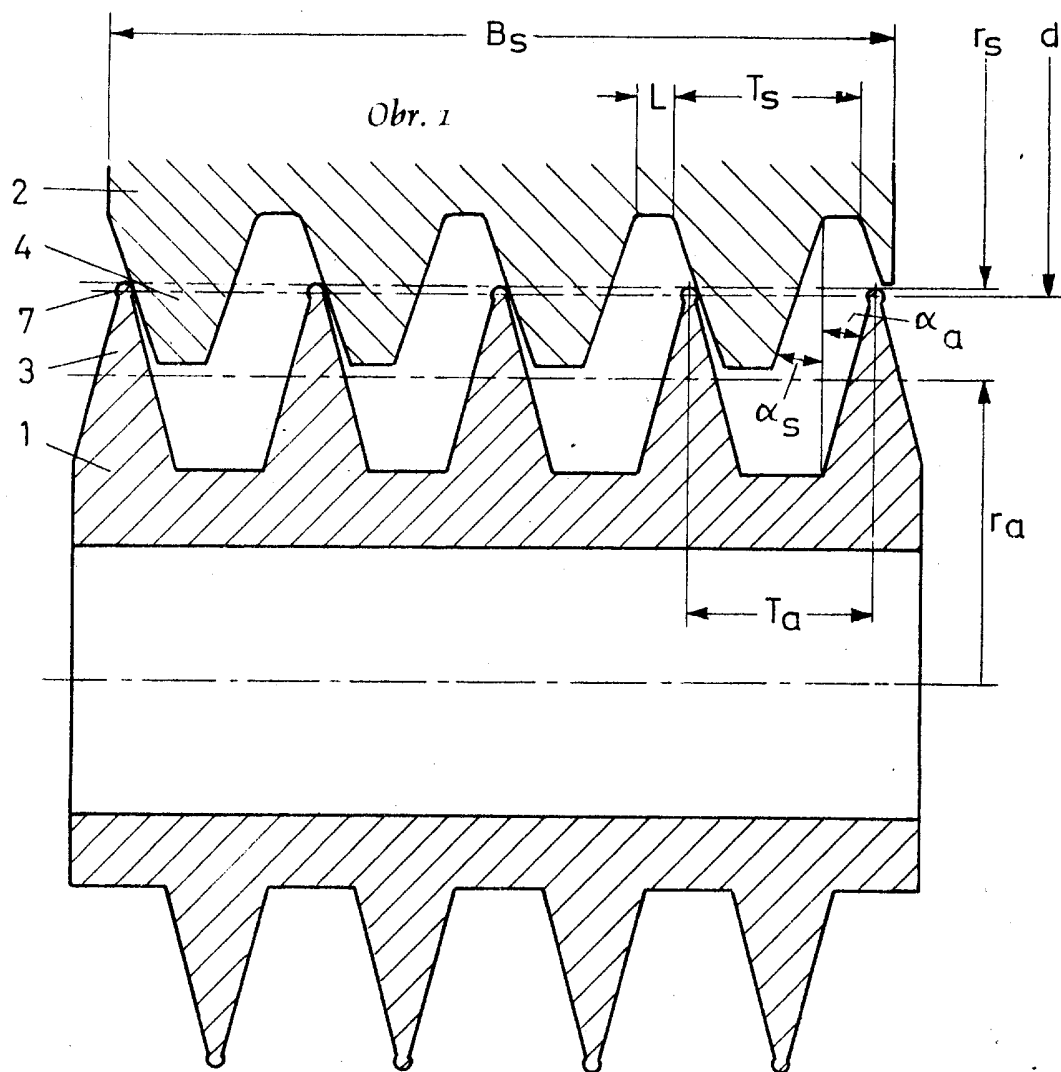
22. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že pro odvozování otáčivého pohybu nástroje (1) z otáčivého pohybu obrobku (2) a z radiálního přibližovacího a oddalovacího pohybu nástroje (1) je začleněn diferenciální převod (54).

23. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že obsahuje přestavitelné saně (20) s vřetenovým pohonem, s pohonným motorem (44), s uložením nástroje (1) a s elektromotorem (21) pro otáčení nástroje (1).

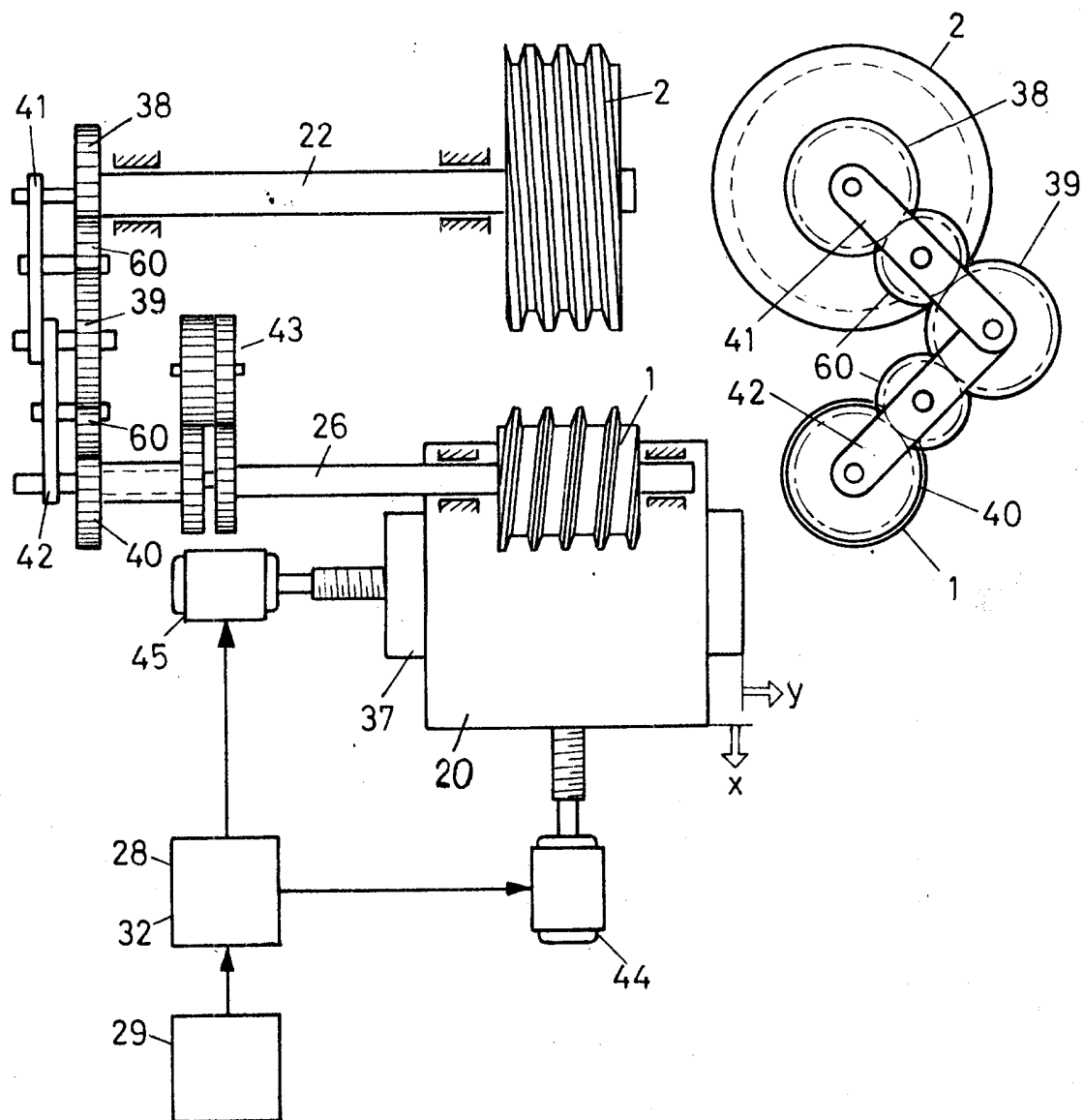
24. Zařízení podle bodu 23, vyznačující se tím, že obsahuje axiálně posuvné saně (37) s pohonným motorem (45), přičemž tyto axiálně posuvné saně (37) jsou uspořádány kolmo k přestavitelným saním (20) a to na nich nebo pod nimi.

Obr. 5

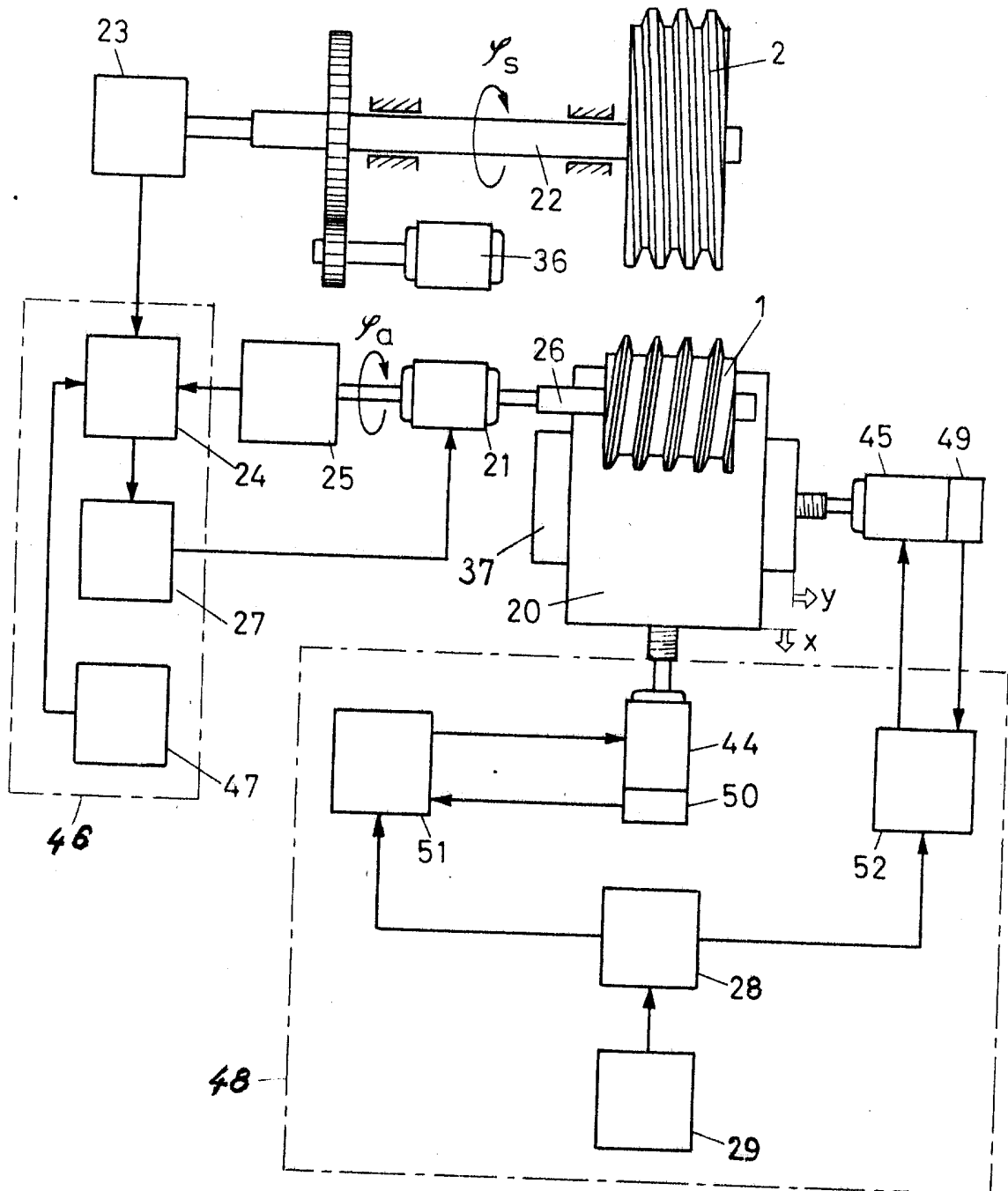




Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8

