



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

215454

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 23 07 80
(21) (PV 5180-80)

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 01 01 85

(51) Int. Cl.³
B 24 B 19/14
B 23 Q 35/22

(75)

Autor vynálezu DVOŘÁK DALIBOR ing., PRAHA

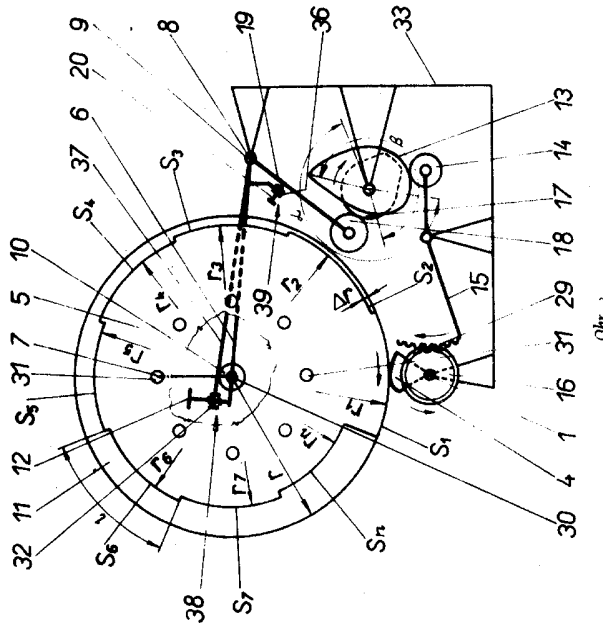
(54) Zařízení pro kopírovací broušení

215 454

Lopatky turbin a kompresorů, kterých se vyskytuje v každém motoru až několik set, mají profily složitých tvarů, které se nejčastěji obrábějí broušením.

Podle vynálezu se lopatky menších rozměrů, jejichž vypuklý povrch se blíží válcové ploše, brousí na zařízení, které má brusný kotouč **11** uložený otočně ve vřeteníku **10**, jenž kývá společně s tělesem **6**, nesoucím segmentovou rolnu **5** se stupňovitým obvodem, kolem společné osy horního hřídele **8**. Vliv úbytku brusného kotouče **11** v malém rozsahu se vyrovnává přestavením vzdálenosti mezi osami brusného kotouče **11** a segmentové rolny **5** seřizovacím šroubem **12** a ve větším rozsahu přestavením segmentové rolny **5** na následující ze segmentových částí S_1 až S_n o menším poloměru r_1 až r_n .

Na zařízení lze obrábět i jiné profily, pokud se jejich povrch blíží válcové ploše.



Vynález se týká zařízení pro kopírovací broušení zejména vypuklého povrchu obrobku, jako například vypuklé strany lopatek turbin a kompresorů, jejichž povrch se tvarově blíží válcové ploše.

Povrch lopatek se dosud brousí ručně nebo na různých univerzálních a jednocelových brousicích strojích.

Nevýhodou u ručního broušení je malá produktivita práce, která se částečně projevuje i u broušení na univerzálních brousicích strojích, jež jsou pro daný účel poměrně složité a drahé. Nevýhodou jednocelových brousicích strojů je jejich úzká specializace umožňující broušení pouze určitého tvaru lopatek.

Uvedené nevýhody broušení některých druhů lopatek menších rozměrů, jejichž vypuklý povrch se blíží válcové ploše, odstraňuje zařízení pro kopírovací broušení podle vynálezu.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že obráběná lopatka a s ní tvarově shodná šablona jsou ustaveny v stejné poloze svými podélnými osami v podstatě rovnoběžně na dolním hřídeli otočně a posuvně uloženém například v dolních ložiskách v rámu zařízení.

V horních ložiskách rámu je otočně uložen horní hřídel, s nímž je jednak pevně spojen jeden konec ramena, nesoucího na svém druhém konci vřeteník, v němž je otočně uloženo vřetení brusného kotouče, dosedajícího svým pracovním obvodem na broušenou stranu lopatky, přičemž spojice středu otáčení segmentové rolny a středu otáčení dolního hřídele svírá v bokorysu přibližně úhel 90° se spojnicí středu segmentové rolny a středu otáčení horního hřídele, a jednak je na něm otočně uložen jeden konec tělesa, mechanicky spojeného s ramenem. V druhém konci tělesa je rovnoběžně s vřetenem otočně uložen čep segmentové rolny, dosedající v místě odpovídajícím lopatce na šablonu kopírovacím obvodem jedné ze svých segmentových částí o stupňovitě rozdílných poloměrech se společným středem.

Na vřeteníku je upraven první seřizovací mechanismus vzájemné úhlové polohy ramene vůči tělesu, představovaný například seřizovacím šroubem, uloženým v seřizovací matici vřeteníku.

S druhým koncem tělesa je svým jedním koncem spojena pružina, připevněná svým druhým koncem radiálně k segmentové rolně v místě odpovídajícím právě použité segmentové části.

Na horním hřídeli je svým jedním koncem otočně uložena páka, opatřená na svém druhém konci otočnou horní rolnou, odvalující se po zpětné vačce, otočně v rámu na zadním hřídeli společně s posuvnou vačkou. Po ní se odvaluje dolní rolna, otočně uložená na jednom konci dvouramenné páky, výkyvně uložená v rámu. Úhel rozevření kruhové části zpětné vačky je v podstatě roven úhlu rozevření stoupající části posuvné vačky ve vztahu k začátkům odvalování jim příslušných rolen po kruhové a stoupající části. Na druhém konci dvouramenné páky je upraven ozubený segment, zabírající s ozubeným kolem, připevněným k dolnímu hřídeli.

Na tělese je upraven druhý seřizovací mechanismus vzájemné úhlové polohy tělesa vůči páce, představovaný například maticí upravenou na jednom konci tělesa, v níž je uložen pohybový šroub, opírající se o páku.

Zadní hřídel, na němž jsou připevněny zpětná vačka a posuvná vačka, je přes první převodovku spojen s rotorem prvního elektromotoru.

V ozubeném kole je otočně uložena neotáčející se posuvová matice, posuvně uložená v rámu a mechanicky spojená s posuvovým šroubem, otočně uloženým v rámu, a přes druhou převodovku spojeným s rotorem druhého elektromotoru.

Výhodou zařízení podle vynálezu je, že konstrukcí výkyvného uložení vřeteníku brousicího kotouče a tělesa nesoucího segmentovou rolnu na společném horním hřídeli lze vliv úbytku brousicího kotouče v malém rozsahu vyrovnávat přestavením vzdálenosti mezi osou brousicího kotouče a osou segmentové rolny pomocí seřizovacího šroubu a ve větším rozsahu přestavením segmentové části kopírovací segmentové rolny na segmentovou část s menším poloměrem křivosti.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na připojených výkresech, kde představuje obr. 1. schema zařízení v nárysu a obr. 2. schema zařízení v bokorysu za rovinou A-A vedenou v obr. 1.

Zařízení podle vynálezu se skládá z rámu 33, z kopírovací segmentové rolny 5, z šablony 4 obráběné lopatky 3, z brousicího kotouče 11 a dále z převodových mechanismů a z hnacích motorů.

Obráběná lopatka 3 a s ní tvarově shodná šablona 4 jsou ustaveny v stejné poloze svými podélnými osami v podstatě rovnoběžně na dolním hřídeli 1, otočně a posuvně uloženém například v dolních ložiskách 2 v rámu 33 zařízení.

V horních ložiskách 9 rámu 33 je otočně uložen horní hřídel 8, s nímž je jednak pevně spojen jeden konec ramena 37 nesoucí na svém druhém konci vřeteník 10, v němž je otočně uloženo vřetení 34 brousicího kotouče 11, dosedajícího svým pracovním obvodem na broušenou stranu lopatky 3, přičemž spojnice středu 30 otáčení segmentové rolny 5 a středu otáčení dolního hřídele 1 svírá v bokorysu přibližně úhel 90° se spojnicí středu 30 otáčení segmentové rolny 5 a středu otáčení horního hřídele 8, a jednak je na něm otočně uložen jeden konec tělesa 6, mechanicky spojeného s ramenem 37. V druhém konci tělesa 6 je rovnoběžně s vřetenem 34 otočně uložen čep 35 segmentové rolny 5, dosedající v místě odpovídajícím lopatce 3 na šablonu 4 kopírovacím obvodem jedné ze svých segmentových částí (S_1 až S_n) o stupňovitě rozdílných poloměrech (r_1 až r_n) se společným středem 30.

Na vřeteníku 10 je upraven první seřizovací mechanismus 38 vzájemné úhlové polohy ramene 37 vůči tělesu 6, představovaný například seřizovacím šroubem 12, uloženým v seřizovací matici 32 vřeteníku 10.

S druhým koncem tělesa 6 je svým jedním koncem spojena pružina 7, připevněná svým dru-

hým koncem radiálně k segmentové rolně 5 v místě odpovídajícím právě použité segmentové části (S_1 až S_n).

Na horním hřídeli 8 je svým jedním koncem otočně uložena páka 19, opatřená na svém druhém konci otočnou horní rolnou 18, odvalující se po zpětné vačce 17, otočně v rámu 33 na zadním hřídeli 21 společně s posuvovou vačkou 13. Po ní se odvaluje dolní rolna 14, otočně uložená na jednom konci dvouramenné páky 15, výkyvně uložené v rámu 33. Úhel α rozevření kruhové části zpětné vačky 17 je v podstatě roven úhlu β rozevření stoupající části posuvové vačky 13 ve vztahu k začátkům odvalování jim příslušných roln 18 a 14 po kruhové a stoupající části.

Na druhém konci dvouramenné páky 15 je upraven ozubený segment 29, zabírající s ozubeným kolem 16, připevněným k dolnímu hřídeli 1.

Na tělese 6 je upraven druhý seřizovací mechanismus 39 vzájemné úhlové polohy tělesa 6 vůči páce 19, představovaný například maticí 36 upravenou na jednom konci tělesa 6, v níž je uložen pohybový šroub 20, opírající se o páku 19.

Zadní hřídel 21, na němž jsou připevněny zpětná vačka 17 a posuvová vačka 13, je přes první převodovku 22 spojen s rotorem prvního elektromotoru 23.

V ozubeném kole 16 je otočně uložena neotáčející se posuvová matice 24, posuvně uložená v rámu 33 a mechanicky spojená s posuvovým šroubem 25, otočně uloženým v rámu 33, a přes druhou převodovku 28 spojeným s rotorem druhého elektromotoru 27.

Segmentová rolna 5 má tvar kotouče, jehož obrys je tvořen potřebným počtem segmentových částí S_1 až S_n se zmenšujícími se poloměry r_1 až r_n , které všechny mají společný střed 30, kolem něhož se segmentová rolna 5 natáčí.

Délka 1 segmentové části S_1 až S_n je větší než délka nejdelšího obráběného profilu lopatky 3. Rozdíl Δr dvou poloměrů mezi sousedními segmentovými částmi, například $\Delta r = r_1 - r_2$, je dán požadovanou odchylkou od teoretického rozměru profilu lopatky 3, který závisí na maximálním rozdílu například poloměru r_1 segmentové části S_1 a poloměru r broušícího kotouče 11.

Segmentová rolna 5 má v boku otvory 31 odpovídající jednotlivým segmentovým částem S_1 až S_n , do nichž je postupně zasunován zahnutý druhý konec pružiny 7, která zajišťuje navrácení segmentové rolny 5 do výchozí polohy během nepracovní části dvojkyvu obráběné lopatky 3 po jejím nadzvednutí zpětnou vačkou 17.

Časování zpětné vačky 17 a posuvné vačky 13 je znázorněno na obr. 2, kde je kreslena poloha, při níž se právě nachází broušící kotouč 11 uprostřed délky broušeného řezu profilu lopatky 3. Kývavý pohyb lopatky 3 a nadzvedávání broušícího kotouče 11 ze segmentovou rolnou 5 jsou synchronizovány vzájemnou polohou vaček 17 a 13 vzhledem k rolnám 18 a 14. Časování kruhové části zpětné vačky 17 a stoupající části posuvové vačky 13 je

voleno tak, aby broušící kotouč 11 byl v broušící poloze od doby před najetím náběžné hrany lopatky 3 do řezu až po vyjetí odtokové hrany lopatky 3 z řezu. Z výchozí polohy segmentové rolny 5, nastavené úhlově pružinou 7 po nadzvednutí tělesa 6 horní rolnou 18 odvalováním po vačkové části zpětné vačky 17, se během broušení segmentová rolna 5 ustavuje do kopírovací polohy pro broušení lopatky 3 odvalováním po šabloně 4, přičemž zpětná vačka 17 neovlivňuje polohu tělesa 6.

Při broušení se segmentová rolna 5 odvaluje po šabloně 4 obvodem té své segmentové části, jejíž poloměr je rozměrově nejbližší současnému poloměru r broušícího kotouče 11. Broušení se provádí postupně v jednotlivých řezech profilu lopatky 3 tak, že se dolní hřídel 1 natáčí působením kývavého pohybu dvouramenné páky 15, vyvolávaného plynulým otáčením posuvové vačky 13, poháněné prvním elektromotorem 23. Dolní hřídel 1 se natáčí tak, aby se pomalu brousila lopatka 3 od náběžné hrany směrem k odtokové hraně. Přitom se segmentová rolna 5, přitlačována vlastní hmotností nebo pružinou, odvaluje po šabloně 4 a pružina 7 se úhlově ohýbá ve směru pootáčení segmentové rolny 5. Po dobroušení odtokové hrany lopatky 3 nadzvedne zpětná vačka 17 těleso 6 a tím i vřeteník 10. Odlehčená segmentová rolna 5 je pružinou 7 rychle navrácena do své výchozí úhlové polohy, zatímco lopatka 3 s šablonou 4 jsou do výchozí polohy navráceny zpětným pootáčením dolního hřídele 1 působením posuvové vačky 13.

Přitom se současně druhým elektromotorem 27 pootočí posuvový šroub 25, který axiálně posune posuvovou matici 24, vedenou na dolním čepu 26, spolu s ozubeným kolem 16, jehož šířka odpovídá délce lopatky 3 a dolním hřídelem 1. Tím je lopatka 3 připravena k broušení dalšího řezu profilu.

Alternativně může být pohyb posuvného šroubu 25 odvozen od zadního hřídele 21 buďto plynule ozubenými koly, nebo přerušovaně prostřednictvím vačky umístěné na zadním hřídeli 21, od níž pohybový impuls převádí páka se západkou zapadající do rohatky pevně spojené s posuvovým šroubem 25.

V jiné alternativě může být ozubené kolo 16 uloženo na dolním hřídeli 1 posuvně. V tom případě je posuvová matice 24 otočně připojena přímo k dolnímu hřídeli 1.

Rovněž uložení dolního hřídele 1 lze řešit jinak, než jak je znázorněno na výkresech. Dolní ložiska 2 mohou být upevněna ve zvláštním suportu, který je posouván posuvovým šroubem 25. Potom postačí, aby byl dolní hřídel 1 uložen v dolních ložiskách 2 pouze otočně.

Seřizovací šroub 12 může být ovládán ručně, nebo automaticky například krokovým motorem podle programu ovládajícího i elektromotory 23 a 27.

Pokud poloměr r broušícího kotouče 11 a příslušný poloměr r_1 až r_n segmentové rolny 5 jsou stejné, nalézá se seřizovací šroub 12 ve střední

poloze a broušená lopatka 3 má stejný rozměr jako šablona 4. Při postupném odebrání materiálu z lopatky 3 se požadovaný přídavek na lopatce 3 nastává zašroubováním seřizovacího šroubu 12, čímž se oddálí brousící kotouč 11 od lopatky 3 a tato vzdálenost se po odebrání každé vrstvy zmenší vyšroubováním seřizovacího šroubu 12. Při orovnávání brousícího kotouče 11 se rovněž úbytek jeho poloměru r vyrovnává vyšroubováním seřizovacího šroubu 12 tak dlouho, až osa brousícího kotouče 11 je o hodnotu $\frac{\Delta r}{2}$ pod osou segmentové rolny 5, potom se zašroubuje seřizovací šroub 12 tak, aby se osa brousícího kotouče 11 zvedla o rozdíl Δr a tím se dostane o hodnotu $\frac{\Delta r}{2}$

nad osu segmentové rolny 5 a tato se pootočí o úhel odpovídající jedné ze segmentových částí S_1 až S_n , přičemž se zahnutý druhý konec pružiny 7 přeloží do následujícího otvoru 31. Současně se přestaví druhý seřizovací mechanismus 39 tak, že se vyšroubuje pohybový šroub 20 o odpovídající hodnotu poklesnutí tělesa 6 vůči páce 19.

Brousící kotouč 11 lze orovnávat diamantem upevněným v přípravku s poloměrem, který je volen podle tvaru podélného profilu lopatky 3 a je shodný u pracovního obvodu brousícího kotouče 11 a u kopírovacího obvodu segmentových částí S_1 až S_n segmentové rolny 5.

Vynález je zejména určen pro sériovou výrobu turbinových a kompresorových lopatek malých proudových a turbopultových motorů. Zařízení lze použít pro kopírovací broušení vypuklého povrchu obrobků.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro kopírovací broušení vypuklého povrchu obrobku jako například vypuklé strany lopatek turbin a kompresorů, sestávající z rotujícího brousícího kotouče obrábějícího lopatku, s níž je mechanicky spojena šablona shodného tvaru, po níž se odvaluje kopírovací rolna shodného tvaru s brousícím kotoučem a s ním mechanicky spojená, vyznačené tím, že obráběná lopatka (3) a s ní tvarově shodná šablona (4) jsou ustaveny v stejné poloze svými podélnými osami v podstatě rovnoběžně na dolním hřídeli (1), otočně a posuvně uloženém, například v dolních ložiskách (2), v rámu (33) zařízení, v jehož horních ložiskách (9) je otočně uložen horní hřídel (8), s nímž je jednak pevně spojen jeden konec ramena (37) nesoucího na svém druhém konci vřeteník (10), v němž je například rovnoběžně s dolním hřídelem (1) a horním hřídelem (8) otočně uloženo vřetení (34) brousícího kotouče (11) dosedajícího svým pracovním obvodem na broušenou stranu lopatky (3), přičemž spojnice středu (30) otáčení segmentové rolny (5) a středu otáčení dolního hřídele (1) svírá v bokorysu přibližně úhel 90° se spojnicí středu

(30) a středu otáčení horního hřídele (8), a jednak je na něm otočně uložen jeden konec tělesa (6), mechanicky spojeného s ramenem (37), kde v druhém konci tělesa (6) je rovnoběžně s vřetenem (34) otočně uložen čep (35) segmentové rolny (5), dosedající v místě odpovídajícím lopatce (3) na šablonu (4) kopírovacím obvodem jedné ze svých segmentových částí (S_1 až S_n) o stupňovitě rozdílných poloměrech (r_1 až r_n) se společným středem (30).

2. Zařízení podle bodu 1 vyznačené tím, že na vřeteníku (10) je upraven první seřizovací mechanismus (38) vzájemné úhlové polohy ramena (37) vůči tělesu (6), představovaný například seřizovacím šroubem (12), uloženým v seřizovací matici (32) vřeteníku (10).

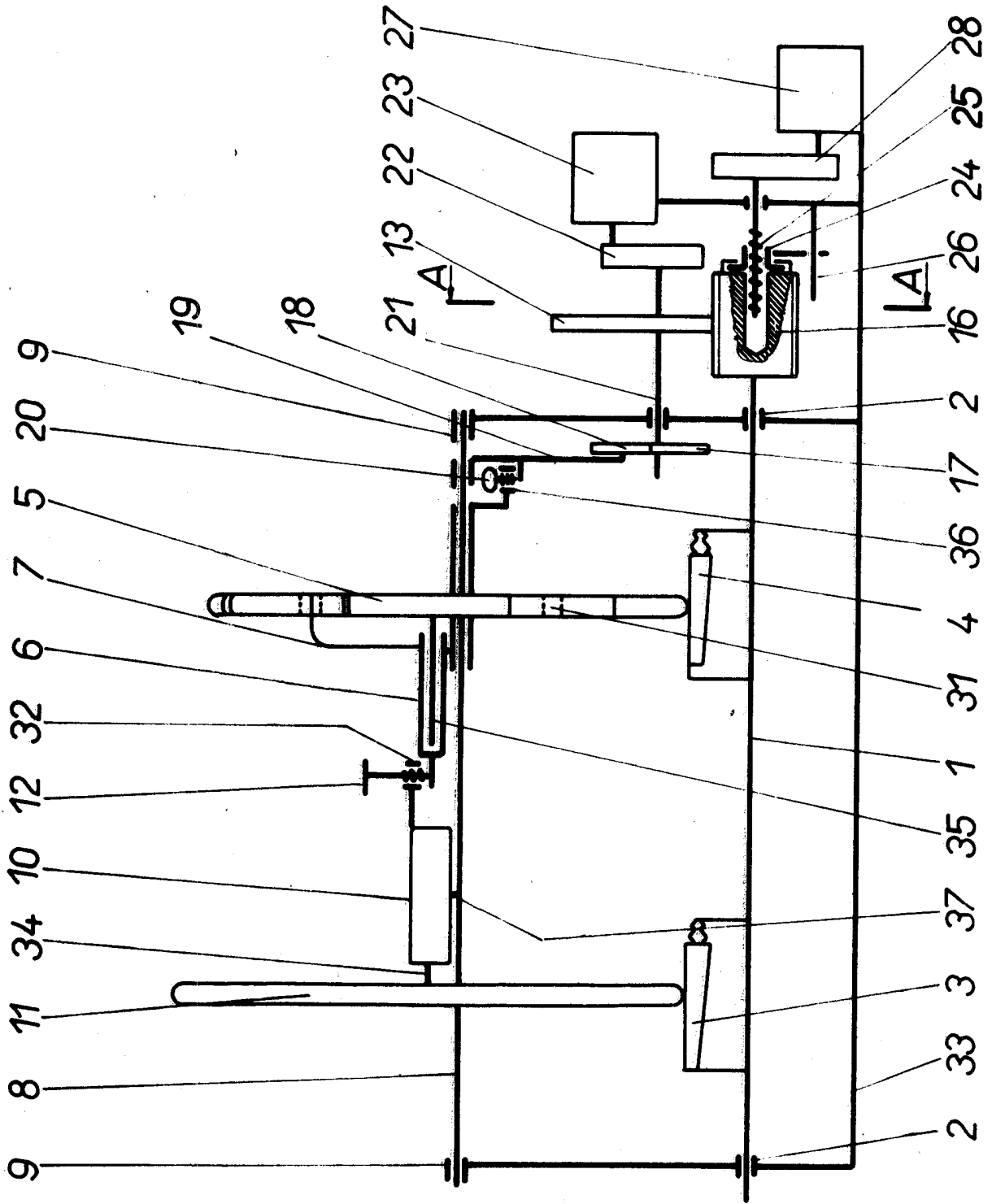
3. Zařízení podle bodů 1 nebo 2 vyznačené tím, že s druhým koncem tělesa (6) je svým jedním koncem spojena pružina (7), připevněná svým druhým koncem radiálně k segmentové rolně (5) v místě odpovídajícím právě použité segmentové části (S_1 až S_n).

4. Zařízení podle bodů 1 až 3 vyznačené tím, že na horním hřídeli (8) je svým jedním koncem otočně uložena páka (19), opatřená na svém druhém konci otočnou horní rolnou (18), odvalující se po zpětné vačce (17), otočně v rámu (33) společně s posuvovou vačkou (13), po níž se odvaluje dolní rolna (14), otočně uložená na jednom konci dvouramenné páky (15), výkyvně uložená v rámu (33), kde úhel (α) rozevření kruhové části zpětné vačky (17) je v podstatě roven úhlu (β) rozevření stoupající části posuvové vačky (13) ve vztahu k začátkům odvalování jim příslušných roln (18 a 14) po kruhové a stoupající části, přičemž na druhém konci dvouramenné páky (15) je upraven ozubený segment (29), zabírající s ozubeným kolem (16), připevněným k dolnímu hřídeli (1).

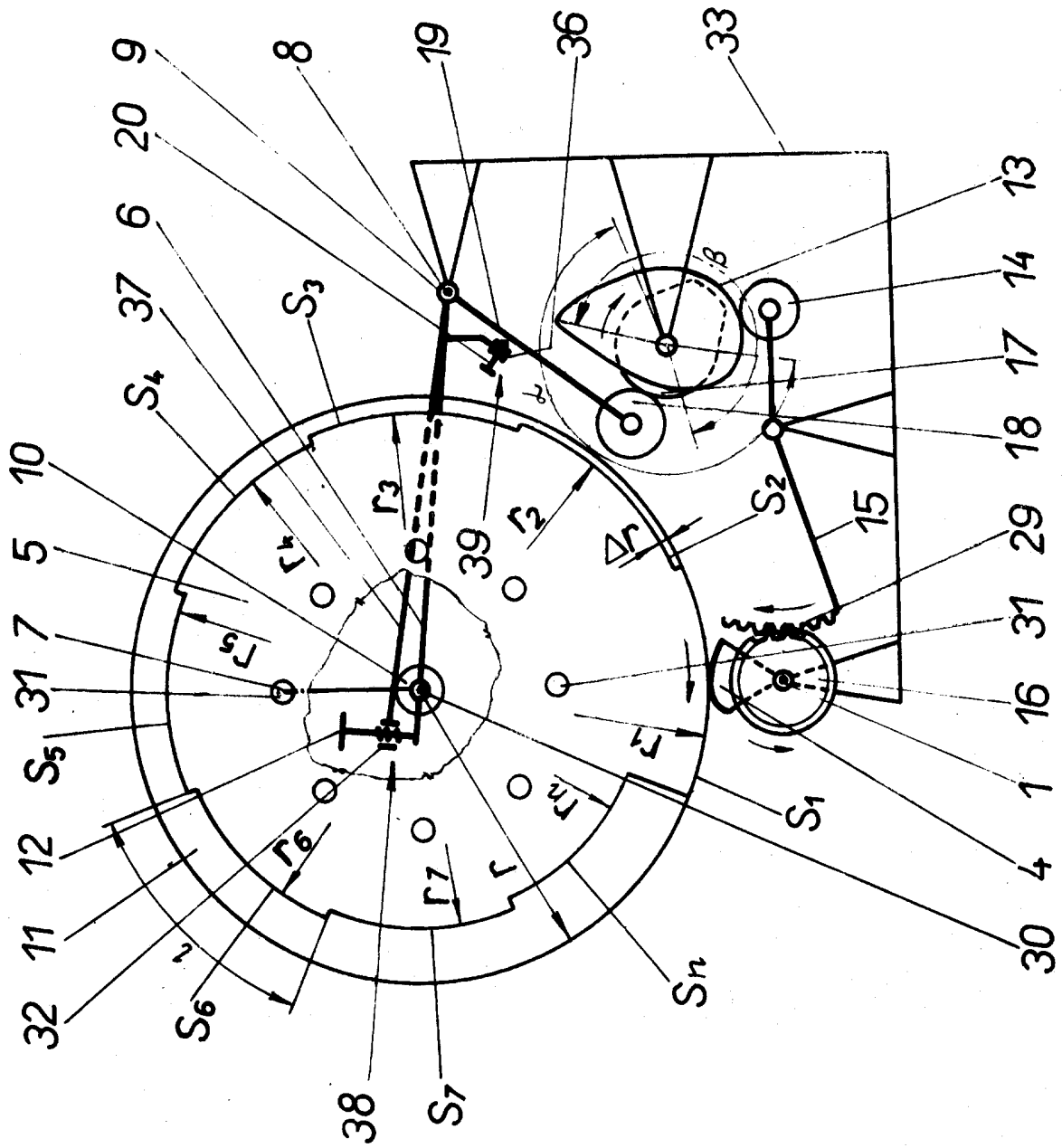
5. Zařízení podle bodu 4 vyznačené tím, že na tělese (6) je upraven druhý seřizovací mechanismus (39) vzájemné úhlové polohy tělesa (6) vůči páce (19), představovaný například maticí (36) upravenou na jednom konci tělesa (6), v níž je uložen pohybový šroub (20), opírající se o páku (19).

6. Zařízení podle bodů 4 nebo 5 vyznačené tím, že zadní hřídel (21), na němž jsou připevněny zpětná vačka (17) a posuvová vačka (13), je přes první převodovku (22) spojen s hnacím elementem, například s rotorem prvního elektromotoru (23).

7. Zařízení podle bodů 4 až 6 vyznačené tím, že v ozubeném kole (16) je otočně uložena neotáčející se posuvová matice (24), posuvně uložená v rámu (33) a mechanicky spojená s posuvovým šroubem (25), otočně uloženým v rámu (33), a přes druhou převodovku (28) spojeným s hnacím elementem, například s rotorem druhého elektromotoru (27).



Obr. 1



Obr. 2