

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2005-194**
(22) Přihlášeno: **29.03.2005**
(40) Zveřejněno: **15.11.2006**
(Věstník č. 11/2006)
(47) Uděleno: **21.04.2010**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **02.06.2010**
(Věstník č. 22/2010)

(11) Číslo dokumentu:

301 708

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
F01C 1/344 (2006.01)
F01C 17/02 (2006.01)
F04C 2/356 (2006.01)

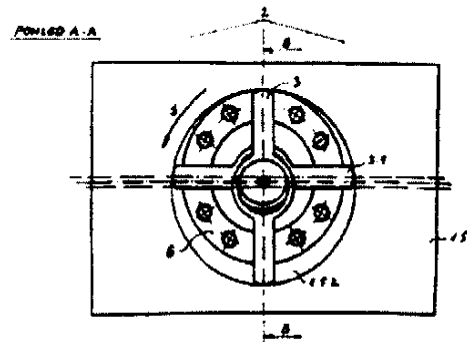
(56) Relevantní dokumenty:
CZ 290702 B; WO 9110812 A; US 1994245 A; FR 829970 A; FR 826534 A.

(73) Majitel patentu:
Frolík Jiří Ing., Praha 6, CZ
Piroutek Luboš Ing., Praha 4, CZ
Kutil Bedřich, Kadaň, CZ
Kopecký Lubomír Ing., Kosmonosy, CZ

(72) Původce:
Frolík Jiří Ing., Praha, CZ

(54) Název vynálezu:
**Rotační stroj s oběžnými dvojkřídly, zejména
pro expanzní pohonné jednotky a kompresory**

(57) Anotace:
Stroj sestává ze statorové skříně (1) a rotační části (2). Statorová skříně (1) je tvořena sestavou jednotlivě k sobě připevněných deskovitých modulů obsahujících ve svých vývrtech rotační část (2) s alespoň dvěma dvojkřídly (3, 3.1) lopatkového tvaru a nosnou hřídel (4). Na nosné hřídeli (4) procházející po celé stavební délce statorové skříně (1) jsou vytvořeny alespoň dvě dvojice excentrů (4.1, 4.2), na nichž jsou otočně uložena alespoň dvě dvojkřídla (3, 3.1), která jsou v oboustranném kluzném styku s unášecími lištami (6) propojujícími dvojici unášecích prstenců (5, 5.1) uložených ve dvojici ložisek (5.2, 5.3) unášecích prstenců, přičemž jeden z unášecích prstenců (5.1) je opatřen pastorkem (8) s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru s vnějším ozubením vnitřního předlohového kola (7), které je uloženo na předlohovém hřídeli (7.1) uložené prostřednictvím dvojice předlohových ložisek (7.2, 7.3) v krajním deskovitém modulu (1.2) předlohového hřídele a která je na svém vnějším konci opatřena vnějším předlohovým kolem (7.4) s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru v převodovém poměru 1:2 s vnějším ozubením vnějšího ozubeného kola (4.3) nosné hřídele a přičemž nosná hřídel (4) je na svém opačném konci opatřena vnějším kolem (4.4) sekundárního výstupního momentu.



CZ 301708 B6

Rotační stroj s oběžnými dvojkřídly, zejména pro expanzní pohonné jednotky a kompresory

5 Oblast techniky

Vynález se týká rotačního stroje s oběžnými dvojkřídly, zejména pro expanzní pohonné jednotky a kompresory, který je využitelný i pro oblast čerpací techniky a jiných pracovních strojů.

10

Dosavadní stav techniky

Z amerického patentového dokumentu US 1 940 384 Arnold Zöller je znám rotační kompresor, který pracuje s oběžnými dvojkřídly, respektive s rovinnými šoupátky. Tato rovinná šoupátka se při otáčení pohybují nuceně ve vodicích drážkách excentricky uloženého rotoru a jsou vedena na nich upevněnými třecími kameny. Vzájemným spojením protilehlých šoupátek do jednoho dvojkřídla je zamezeno narůstání odstředivých sil působících na křídlo a tím zvyšování třecí práce mezi křídlem a statorovou oběžnou plochou. Účinnost plnění zde popisovaného kompresoru je velmi vysoká a dosahuje 75 až 95 %. Mechanická účinnost v důsledku třecí práce je nízká a pohybuje se mezi 35 až 65 %. Tento kompresor pracující jako dmychadlo je vhodný pro práci s vysokými otáčkami a křivka plnění až do 6 000 otáček/min. vykazuje lineární průběh. Dříve se tento kompresor, případně ve funkci dmychadla, používal k přeplňování motoru závodních automobilů.

Podstatnou nevýhodou tohoto provedení kompresoru je značná třecí práce, která vzniká při rychlém nuceném posouvání křídel po excentrickém bubnu a po stěně statoru při otáčení, což vede k rychlému opotřebení jeho součástí.

Celá řada dalších technických řešení se později zabývá vyřešením těchto tribologických problémů výše uvedeného stroje různými alternativními konstrukcemi umožňujícími realizovat nucený pohyb dvojkřídel umístěných ve vnitřním prostoru rotoru s cílem snížit třecí práci a dosáhnout jejich kruhové oběžné dráhy.

Například v patentových dokumentech JP 5 644 489 je dvojkřídlo vedeno v postranních drážkách, čímž ale při vzrůstajících otáčkách rostou odstředivé síly a současně zvyšují třecí práci. V tomto řešení je navíc optimální implementace pouze jednoho dvojkřídla podobně, jako v dalším známém řešení podle rakouského patentového dokumentu AT 920009.

V dalších dokumentech US 3 001 482, DE-PS 433 963 a US 3 294 454 jsou křídla vedena opět v postranních drážkách, což vyvolává značné třecí odpory při otáčení. U patentového dokumentu US 2 070 662 je pohyb volně vložených křídel vynucen excentricky uloženým unášecem rotoru.

Řešení podle patentového dokumentu FR-A 1091637 charakterizuje křídla, která jsou přitlačována na oběžnou plochu pružinou, což opět vede při vyšších otáčkách ke zvýšené třecí práci.

45

Cílem vynálezu je především odstranit výše uvedené nedostatky dosavadních řešení spočívající zejména ve vytváření nežádoucích třecích sil vznikajících ve styčných místech konců křídel a oběžné plochy statoru a vytvořit takové otočné uložení dvojkřídel, které by bylo konstrukčně jednoduché a které by eliminovalo třecí práci mezi koncovými částmi dvojkřídel a oběžnou plochou statoru a také snižovalo třecí práci mezi dvojkřídly a rotorem na minimální hodnotu i při vysokých otáčkách a dále pak vytvořit možnost implementace většího množství dvojkřídel do nového konstrukčního řešení rotačního stroje s oběžnými dvojkřídly.

50

Podstata vynálezu

- Shora uvedené nedostatky ve velké míře odstraňuje a cíl vynálezu splňuje rotační stroj s oběžnými dvojkrídly, zejména pro expanzní pohonné jednotky a kompresory, sestávající ze statorové a rotorové částí, kde statorová skříň je tvořena sestavou jednotlivě k sobě připevněných deskovitých modulů obsahujících ve svých vývrtech rotační část s alespoň dvěma dvojkrídly lopatkového tvaru a nosnou hřídel, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na nosné hřídeli procházející po celé stavební délce statorové skříně jsou vytvořeny alespoň dvě dvojice excentrů, na nichž jsou otočně uložena alespoň dvě dvojkrídla, která jsou v oboustranném kluzném styku s unášecími lištami propojujícími dvojici unášecích prstenců uložených ve dvojici ložisek prstenců, přičemž jeden z unášecích prstenců je opatřen pastorkem s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru s vnějším ozubením vnitřního předlohového kola, které je uloženo na předlohové hřídeli uložené prostřednictvím dvojice předlohových ložisek v krajním deskovitém modulu předlohové hřídele a která je na svém vnějším konci opatřena vnějším předlohovým kolem s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru v převodovém poměru 1:2 s vnějším ozubením vnějšího ozubeného kola nosné hřídele a přičemž nosná hřídel je na opačném svém konci opatřena vnějším kolem sekundárního výstupního momentu.
- Výhody provedení rotačního stroje podle vynálezu lze spatřovat především v efektivní eliminaci třecích sil, které u dosavadních provedení vznikají ve styčných místech konců volně uložených křídel se styčnou statorovou plochou pracovního prostoru, kde vlivem odstředivých sil dochází zejména při vyšších otáčkách rotoru ke značné třecí práci a v extrémních případech i ke strojní havárii. Stabilní zavěšení jednotlivých dvojkrídel na nosné hřídeli v popsaném vynálezu zajišťuje konstantní vzdálenost koncové části dvojkrídla od vnitřní pracovní plochy statorové skříně v jakémkoli režimu, což umožňuje využívat stroj v oblasti vyšších otáček spolu s prodloužením jeho životnosti. Podstatnou další výhodou tohoto stroje je plynulý průtok pracovního média v jednom směru, což umožňuje řazení několika strojů za sebou k dosažení vícenásobné expanze či vícenásobné komprese pracovního média. Další využití tohoto rotačního stroje leží v oblasti průmyslových vývív a rotačních čerpadel, popřípadě modifikovaných spalovacích motorů či tepelných strojů typu Stirling.

Přehled obrázků na výkresech

- Na připojených výkresech je pro bližší objasnění vynálezu znázorněno příkladné provedení rotačního stroje a jeho základní konstrukční prvky a kde obr. 1 představuje rotační stroj v podélném řezu B-B v sestaveném stavu. Obr. 2 představuje v pohledu A-A uspořádání rotačního stroje se dvěma dvojkrídly v okamžité základní konfiguraci. Na obr. 3 je v pohledu E-E a v pohledu F-F znázorněno provedení dvojice prstenců rotační části stroje s unášecími lištami a na obr. 4 je znázorněna rotační část stroje s unášecími prstenci a unášecími lištami v axonometrickém pohledu. Obr. 5 a obr. 6 představuje příkladné provedení dvojkrídel a jejich ojnicích ok pro rotační stroj se dvěma dvojkrídly. Na obr. 7 je znázorněno v podélném řezu B'-B' alternativní provedení rotačního stroje uzpůsobeného pro uložení osmi dvojkrídel a obr. 8 představuje v pohledu A'-A' aplikační provedení rotačního stroje s konfigurací kanálů pro funkci expanzní pohonné jednotky s využitím rotačního stroje s osmi dvojkrídly a na obr. 9 je znázorněno v pohledu A''-A'' provedení rotačního stroje s osmi dvojkrídly a s konfigurací kanálů pro funkci kompresoru. Na obr. 10 je v částečném řezu pracovní částí stroje znázorněna aplikace s expanzní pohonnou jednotkou pro využití nízkopotenciálního tepla z geotermálního systému a na obr. 11 je v částečném řezu pracovní částí stroje znázorněna aplikace rotačního stroje pro využití nízkopotenciálního tepla ze sluneční energie. Pro účely popisu funkce rotačního stroje podle vynálezu je na obr. 12 znázorněna okamžitá konfigurace dvojkrídel ve vývrtu v pracovním středovém modulu statorové skříně v pohledu A-A. Obr. 13 představuje grafické odvození konchoidální křivky pohybu koncových bodů osy dvojkrídla při otáčení s vyznačenou porovnávací kružnicí a na obr. 14 je samostatně

znázorněna konchoidální křivka spolu s matematickými veličinami dosazenými v parametrické rovnici.

5 Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je v podélném řezu znázorněno příkladné provedení rotačního stroje podle vynálezu uspořádaného pro dvě dvojkřídla, kde je patrná satorová skříň 1, která je vytvořena z jednotlivých k sobě připevněných desko vitých modulů a kde dvojice deskovitých krajních modulů 1.1, 1.2 satorovou skříň 1 axiálně uzavírá a je v nich prostřednictvím dvojice ložisek 4.5, 4.6 nosné hřídele uložena nosná hřídel 4 s osou o_2 . Na nosné hřideli 4 je vytvořena první středová dvojice excentrů 4.2 ležících na ose o_3 pro druhé dvojkřídlo 3.1 uložené pomocí dvojice 3.4 ojnicních ok druhého dvojkřídla 3.1 a druhá dvojice 4.1 excentrů uložená na ose o_1 pro první dvojkřídlo 3 uložené pomocí dvojice 3.3 ojnicních ok prvního dvojkřídla 3. Mezi dvojicí krajních modulů 1.1, 1.2 je umístěna dvojice prstencových modulů 1.3, 1.4 a pracovní středový modul 1.5. Ve dvojici prstencových modulů 1.3, 1.4 je uložena na dvojici prstencových ložisek 5.2, 5.3 dvojice unášecích prstenců 5, 5.1, které jsou vzájemně propojeny unášecími lištami 6 které jsou oboustranně v kluzném styku s každou koncovou plochou dvojice dvojkřidel 3, 3.1. Na unášecím prstenci 5.1 je vytvořen pastorek 8, který je opatřen vnějším ozubením a který je ve stálém záběru s vnějším ozubením vnitřního předlohového kola 7, které je uloženo na předlohovém hřideli 7.1 uložené prostřednictvím dvojice 7.2 předlohových ložisek v krajním deskovitém modulu 1.2. Předlohovému hřideli 7.1 je na svém vnějším konci opatřena vnějším předlohovým kolem 7.3 s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru v převodovém poměru 1:2 s vnějším ozubením vnějšího ozubeného kola 4.3 nosné hřídele 4 a nosná hřídel 4 je na opačném konci opatřena vnějším kolem 4.4 sekundárního výstupního momentu. Pro obr. 2 je vyznačen směr pohledu A-A.

Obr. 2 představuje v pohledu A-A rotační část 2 a okamžitou základní polohu dvojice dvojkřidel 3, 3.1 v pracovním prostoru 1.6 pracovního středového modulu 1.5 s vyznačeným směrem s otáčení rotační části 2 a vyznačeným řezem B-B pro obr. 1.

Na obr. 3 je v pohledu F patrné uspořádání unášecích lišt 6 na unášecím prstenci 5 a v pohledu E je znázorněno provedení unášecího prstence 5.1 na straně přivrácené do pracovního prostoru 1.6. Mezi pohledem F a pohledem E je v řezu znázorněno provedení unášecích prstenců 5, 5.1 a jejich uložení na ložiskách 5.2, 5.3 prstenců.

Obr. 4 znázorňuje uspořádání unášecích prstenců 5, 5.1 a provedení unášecích lišt 6 v axonometrickém průmětu, mezi nimiž jsou patrné vodící mezery dvojkřidel.

Obr. 5 a obr. 6 představují detailní provedení dvojkřidel 3, 3.1, kde na obr. 5 je patrné první dvojkřídlo 3 s úložnou ojnicí 3.3 prvního křídla a na obr. 6 je znázorněno detailní provedení druhého dvojkřídla 3.1 s úložnou ojnicí 3.4 druhého dvojkřídla.

Na obr. 7 je v podélném řezu B'-B' znázorněno příkladné provedení rotačního stroje s nosnou hřideli 4.7 uzpůsobenou pro uložení osmi dvojkřidel v pracovním středovém modulu 1.5.1. Současně je zde vyznačen pohled A'-A' pro obr. 8 a pohled A''-A'' pro obr. 9.

Obr. 8 a obr. 9 představují technickým řešením předurčené aplikace rotačního stroje s osmi dvojkřídly, kde na obr. 8 je znázorněno uspořádání pro využití stroje jako expanzní pohonné jednotky se vstupním kanálem V, hlavním výstupním kanálem V.1 a pomocným výstupním kanálem V.2, a kde je též vyznačen řez B'-B' pro obr. 7 a na obr. 9 je znázorněno uspořádání pro využití stroje ve funkci kompresoru se vstupním kanálem V.3 kompresoru a výstupním kanálem V.4 kompresoru.

Na obr. 10 je znázorněn rotační stroj s osmi dvojkřídly zařazený jako expanzní pohonná jednotka využívající nízkopotenciální tepelnou energii vřídla 9, kde je patrný uzavřený oběh 11 pracovního média a chladič 10 geotermálního pracovního média.

- 5 Obr. 11 představuje rotační stroj s osmi dvojkřídly zařazený jako expanzní pohonná jednotka využívající sluneční energii získávanou prostřednictvím soustavy fokusátorů 12 slunečního záření v uzavřeném oběhu 11.1 pracovního média s chladičem 10.1 slunečního pracovního média.

- 10 Obr. 12 znázorňuje okamžitou konfiguraci dvojice dvojkřidel 3, 3.1, kde první dvojkřídlo 3 se nachází ve výchozí pozici $\underline{M}, \underline{N}$ a kde body $\underline{M}, \underline{N}$ jsou průsečíky osy $\underline{o}$ prvního dvojkřídla 3 s křivkou $\underline{k}_{ch}$ konchoidy a křivkou $\underline{k}_k$ porovnávací kružnice. Ve všech ostatních pozicích, například i v pozici pootočení o 45° ve směru $\underline{s}$ otáčení do polohy $\underline{M}'\underline{N}'$ zůstává průsečík pootočené osy $\underline{o}'$ prvního dvojkřídla 3 na křivce $\underline{k}_{ch}$ konchoidy, avšak křivku $\underline{k}_k$ porovnávací kružnice již nesleduje. Současně se stejným způsobem dostane druhé dvojkřídlo 3.1 do polohy $\underline{M}'', \underline{N}''$.

- 15 Obr. 13 znázorňuje geometrické odvození tvaru pracovního prostoru 1.5.2 vytvořeného v pracovním středovém modulu 1.5 statorové skříně 1, kde obrysová křivka $\underline{k}_{ch}$ konchoidy znázorňuje jeho konchoidální tvar a kde je patrná křivka $\underline{k}_k$ porovnávací kružnice se středem v bodě $\underline{A}$ ležícím na ose $\underline{o}_1$ a o průměru $\underline{d}/2$, která ukazuje rozdíl mezi jeho skutečným tvarem odpovídajícím křivce $\underline{k}_{ch}$ konchoidy a porovnávací kružnici $\underline{k}_k$ o průměru $\underline{d} = \underline{MN}$, což současně odpovídá délce dvojkřídla. Současně je zde vyznačena řídicí kružnice $\underline{k}_r$ křivky $\underline{k}_{ch}$ konchoidy se středem v bodě $\underline{B}$ ležícím na ose $\underline{o}_2$ nosné hřídele 4. Výchozí poloha dvojkřídla představuje jednak délku $\underline{d}$, která současně odpovídá úseku $\underline{M}\underline{N}$ na jeho ose $\underline{o}$ a současně limitní průměr křivky $\underline{k}_{ch}$ konchoidy o shodném průměru, jako je délka $\underline{d}$, kde $\underline{d}$ = délka dvojkřídla = průměr křivky $\underline{k}_k$ porovnávací kružnice = průměru křivky $\underline{k}_{ch}$ konchoidy ve výchozí poloze dvojkřídla s koncovými body $\underline{M}, \underline{N}$. Řídicí kružnice $\underline{k}_r$ křivky $\underline{k}_{ch}$ konchoidy má průměr $\underline{e}$, přičemž $2\underline{e}$ značí délku maximálního vysunutí dvojkřídla. Bod $\underline{P}$ značí průsečík všech os dvojkřidel ve všech pozicích a leží na ose $\underline{o}_3$.

- 30 Na obr. 14 je samostatně znázorněna konchoidální křivka $\underline{k}_{ch}$, jejíž parametrická rovnice v polárních souřadnicích $P(\rho, \varphi)$ je

$$\rho = e \cdot \cos \varphi \pm 1/2 d$$

- 35 kde $\underline{\rho}$ značí vzdálenost na křivce $\underline{k}_{ch}$ konchoidy od pólu $\underline{P}$, $\underline{\varphi}$ značí okamžitý úhel natočení osy $\underline{o}$ dvojkřídla, přičemž je pro tento okamžitý případ $\underline{\varphi} = 45^\circ$.

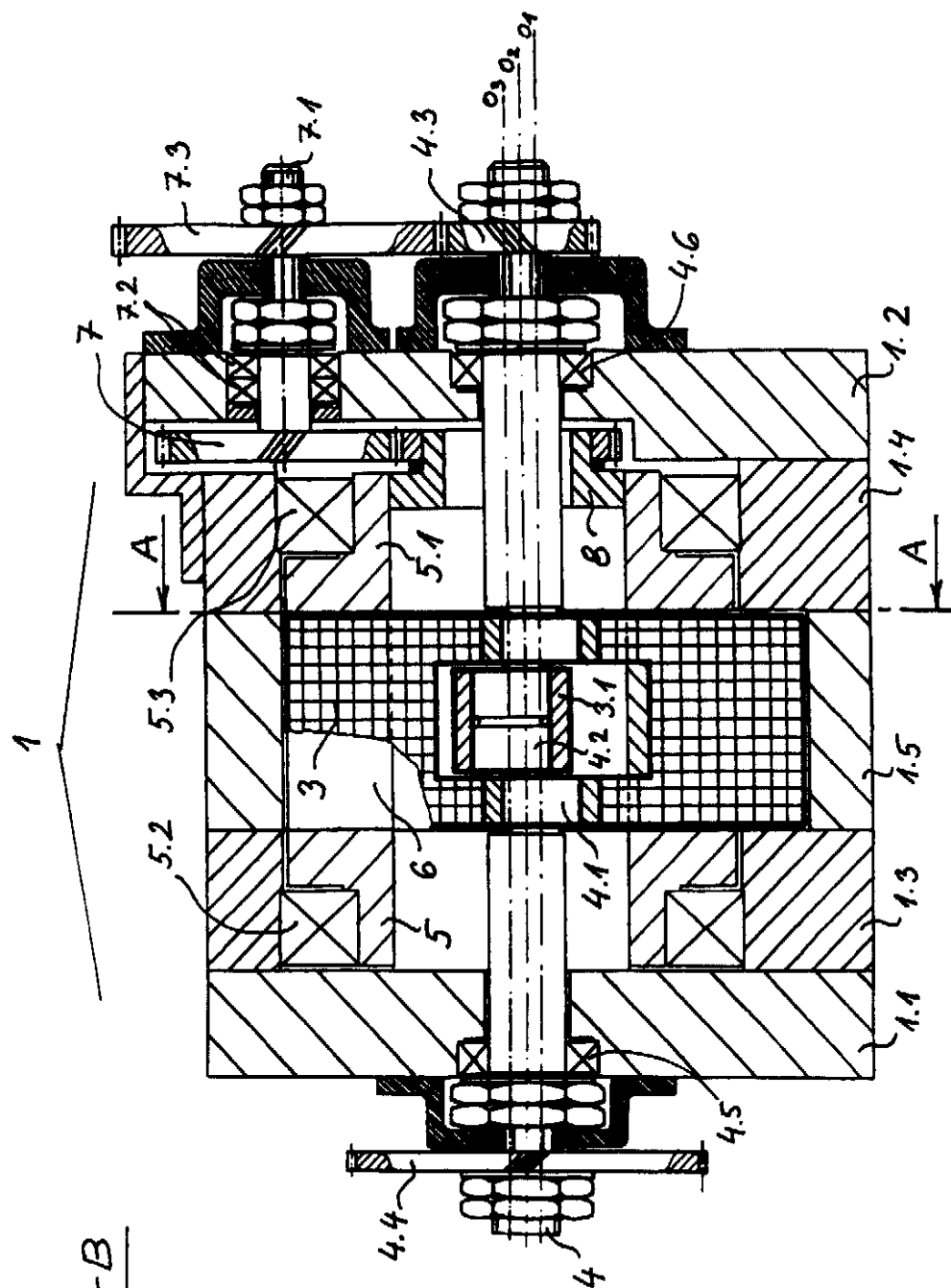
- 40 $\underline{P}$ značí počátek polární soustavy souřadnic (ρ, φ) konců osy $\underline{o}$ dvojkřídla, které se pohybuje po křivce $\underline{k}_{ch}$ konchoidy. Osy všech dvojkřidel v každém možném úhlu pootočení prochází vždy bodem $\underline{P}$, zvaným pól.

- 45 Funkci stroje podle vynálezu lze dokumentovat s pomocí obr. 1, obr. 2 a obr. 12, kde při otáčení symetrického dvojkřídla 3 z výchozí polohy $\underline{M}, \underline{N}$ ve směru $\underline{s}$ otáčení dochází k vychylování středu dvojkřídla 3 po řídicí kružnici $\underline{k}_r$ konchoidy v závislosti na odpovídajícím pootočení excentru 4.1 vytvořeného na nosné hřídeli 4, čímž dochází k vysouvání dvojkřídla 3 z rotoru a zpět tak, že koncové body $\underline{M}'\underline{N}'$ osy $\underline{o}$ dvojkřídla 3 opisují vždy exaktně křivku $\underline{k}_{ch}$ konchoidy identickou s konchoidální křivkou vytvořenou v pracovním středovém modulu 1.5 statorové skříně 1. V důsledku excentrického uložení rotoru pak rozděluje dvojice dvojkřidel 3, 3.1 pracovní prostor 1.5.2 na čtyři komory plynule měnící svůj objem při otáčení, kde jejich objem se nejprve zvětšuje ve smyslu expanze a po dosažení dolní úvratě odpovídající maximálnímu objemu komory se objem komor zmenšuje ve smyslu komprese. Při opakovaném otáčení rotační části 2 dochází k nepřetržitému získávání expanzní práce z energetického média pro případ využití jako expanzní pohonné jednotky a nebo k získávání komprimovaného média pro případ využití ve funkci kompresoru.

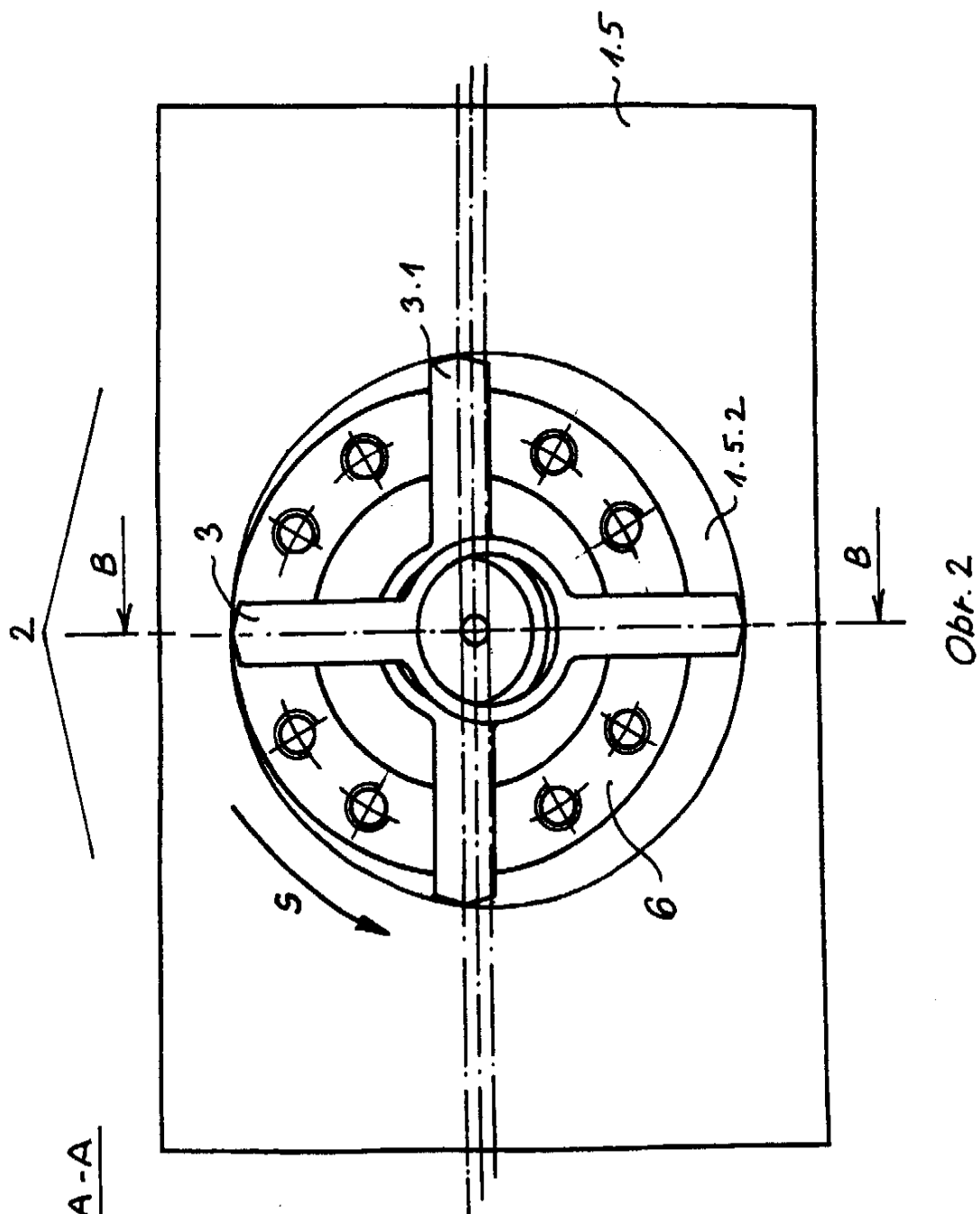
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Rotační stroj s oběžnými dvojkřídly, zejména pro expanzní pohonné jednotky a kompresory, sestávající ze statorové skříně (1) a rotační části (2), kde statorová skříň (1) je tvořena sestavou jednotlivě k sobě připevněných deskovitých modulů obsahujících ve svých vývrtech rotační část (2) s alespoň dvěma dvojkřídly (3, 3.1) lopatkového tvaru a nosnou hřídel (4), **v y z n a ě u j í c í**
 10 **s e t í m**, že na nosné hřídeli (4) procházející po celé stavební délce statorové skříně (1) jsou vytvořeny alespoň dvě dvojice excentrů (4.1, 4.2), na nichž jsou otočně uložena alespoň dvě dvojkřídla (3, 3.1), která jsou v oboustranném kluzném styku s unášecími lištami (6) propojujícími dvojici unášecích prstenců (5, 5.1) uložených ve dvojici ložisek (5.2, 5.3) prstenců, přičemž jeden z unášecích prstenců (5.1) je opatřen pastorkem (8) s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru s vnějším ozubením vnitřního předlohového kola (7), které je uloženo na předlohové hřídeli (7.1) uložené prostřednictvím dvojice předlohových ložisek (7.2, 7.3) v krajním deskovitém modulu (1.2) předlohové hřídele a která je na svém vnějším konci opatřena vnějším předlohovým kolem (7.4) s vnějším ozubením, které je ve stálém záběru v převodovém poměru 1:2 s vnějším ozubením vnějšího ozubeného kola (4.3) nosné hřídele (4) a přičemž nosná hřídel (4) je na opačném svém konci opatřena vnějším kolem (4.4) sekundárního výstupního momentu.
- 20

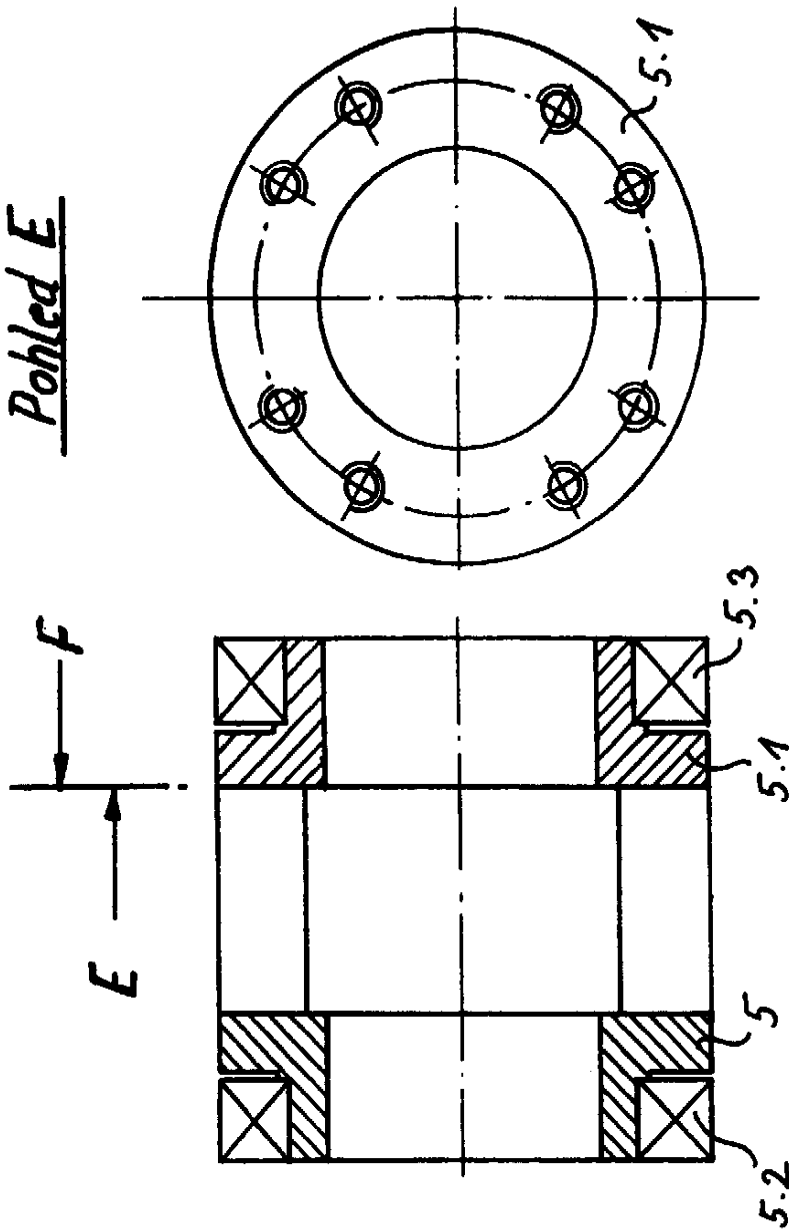
13 výkresů



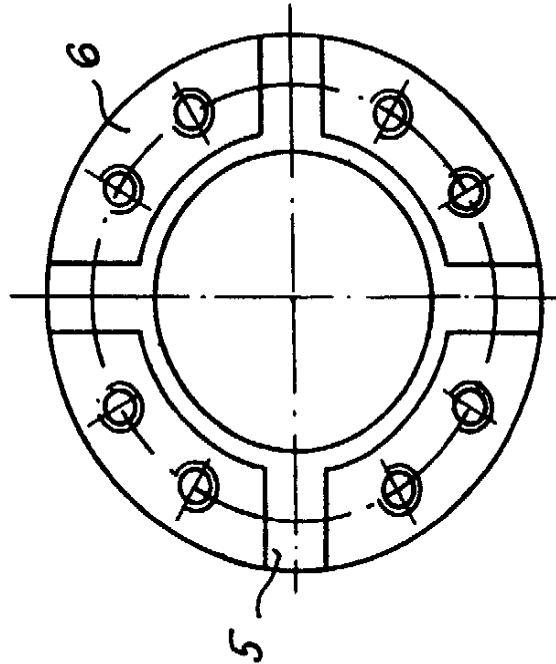
Obr. 1



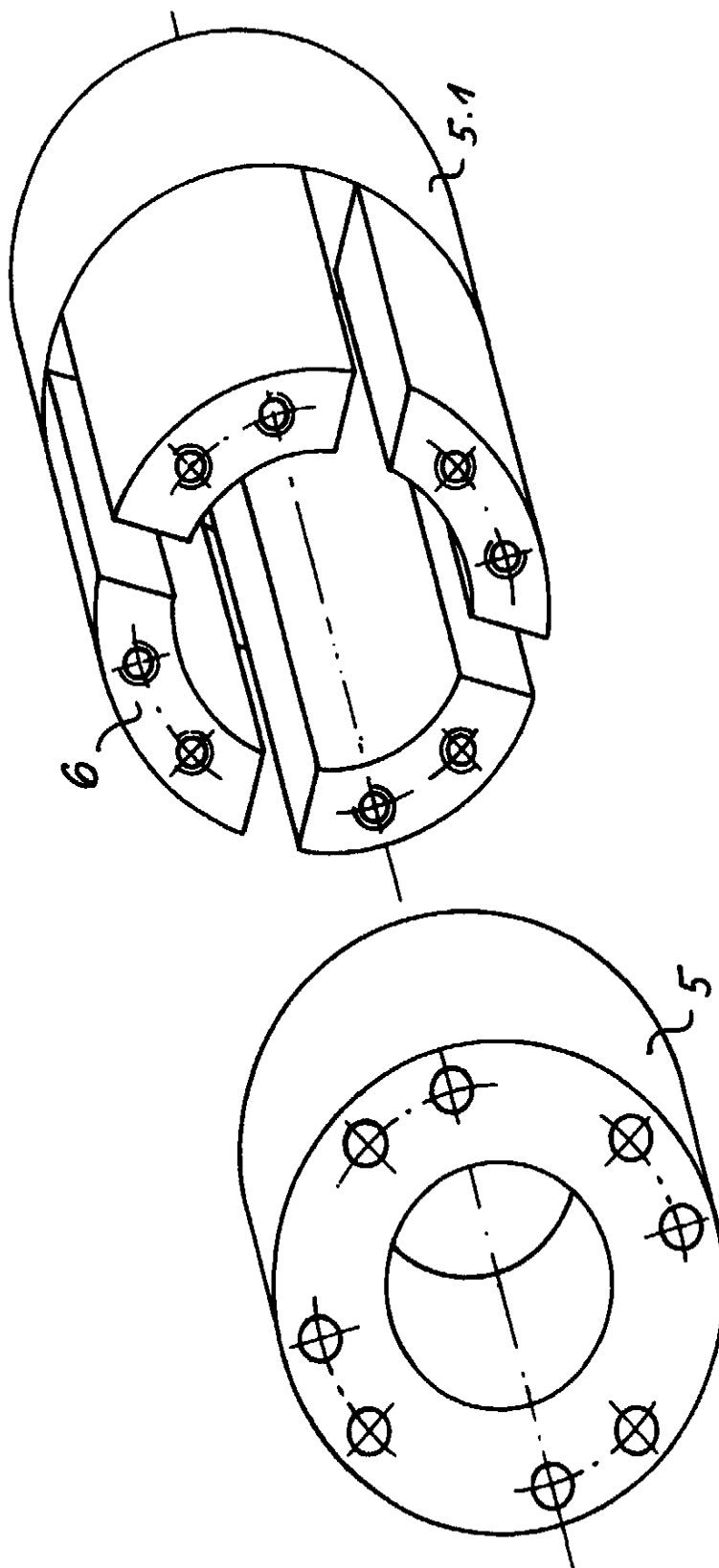
Pohled E



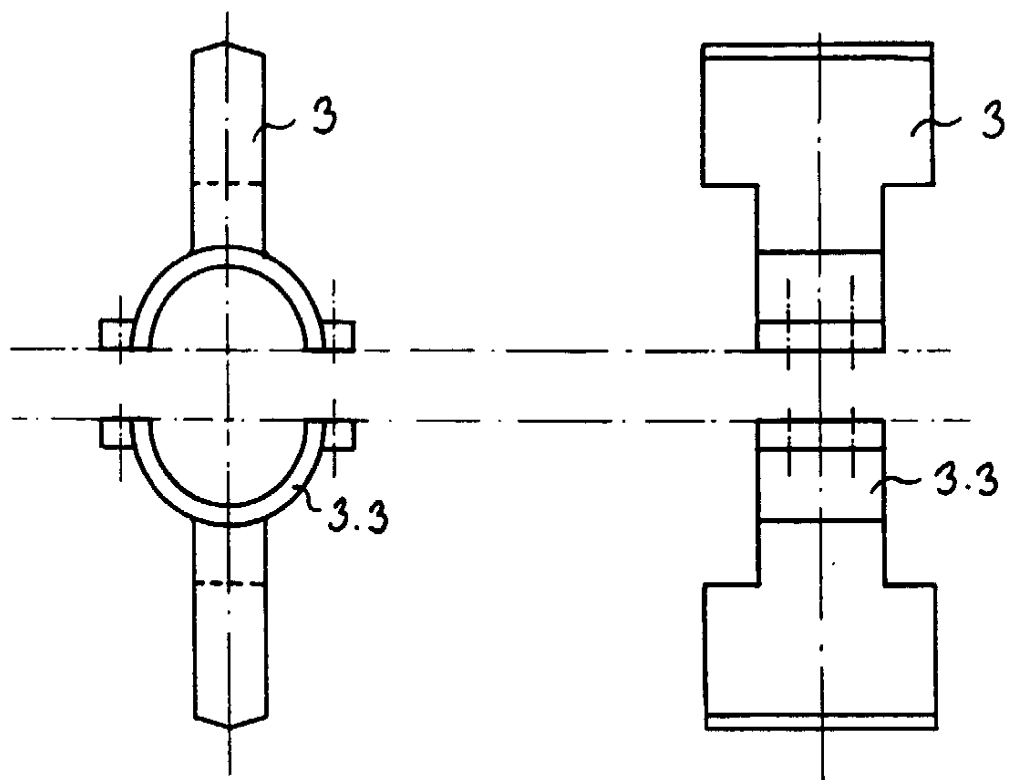
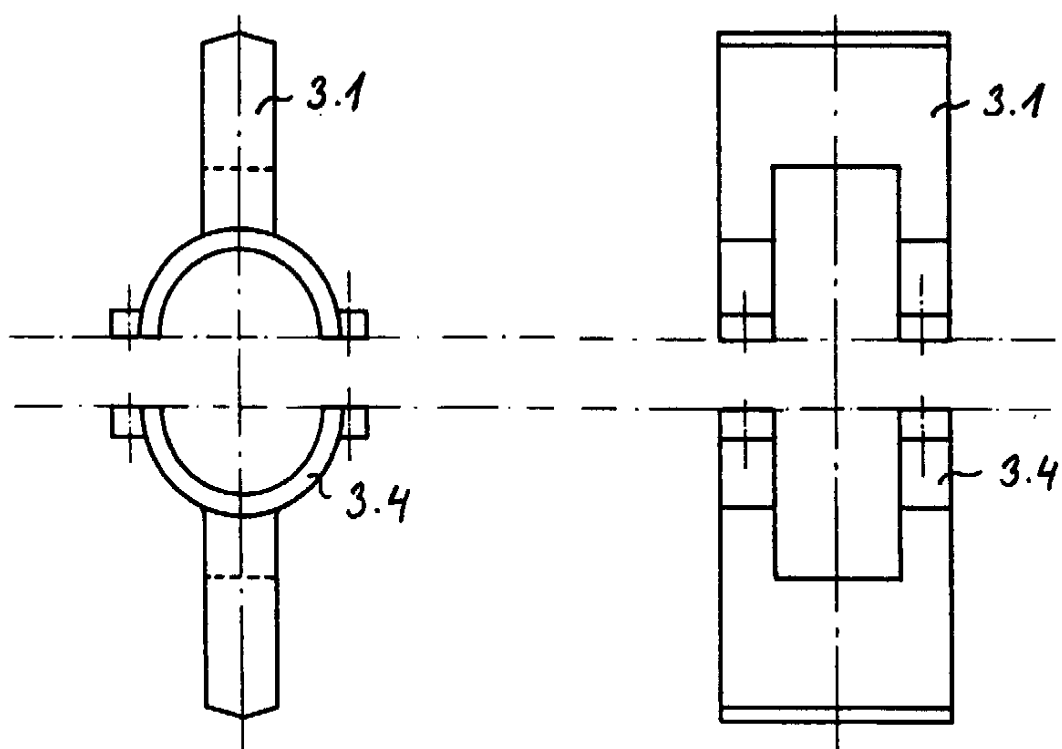
Pohled F



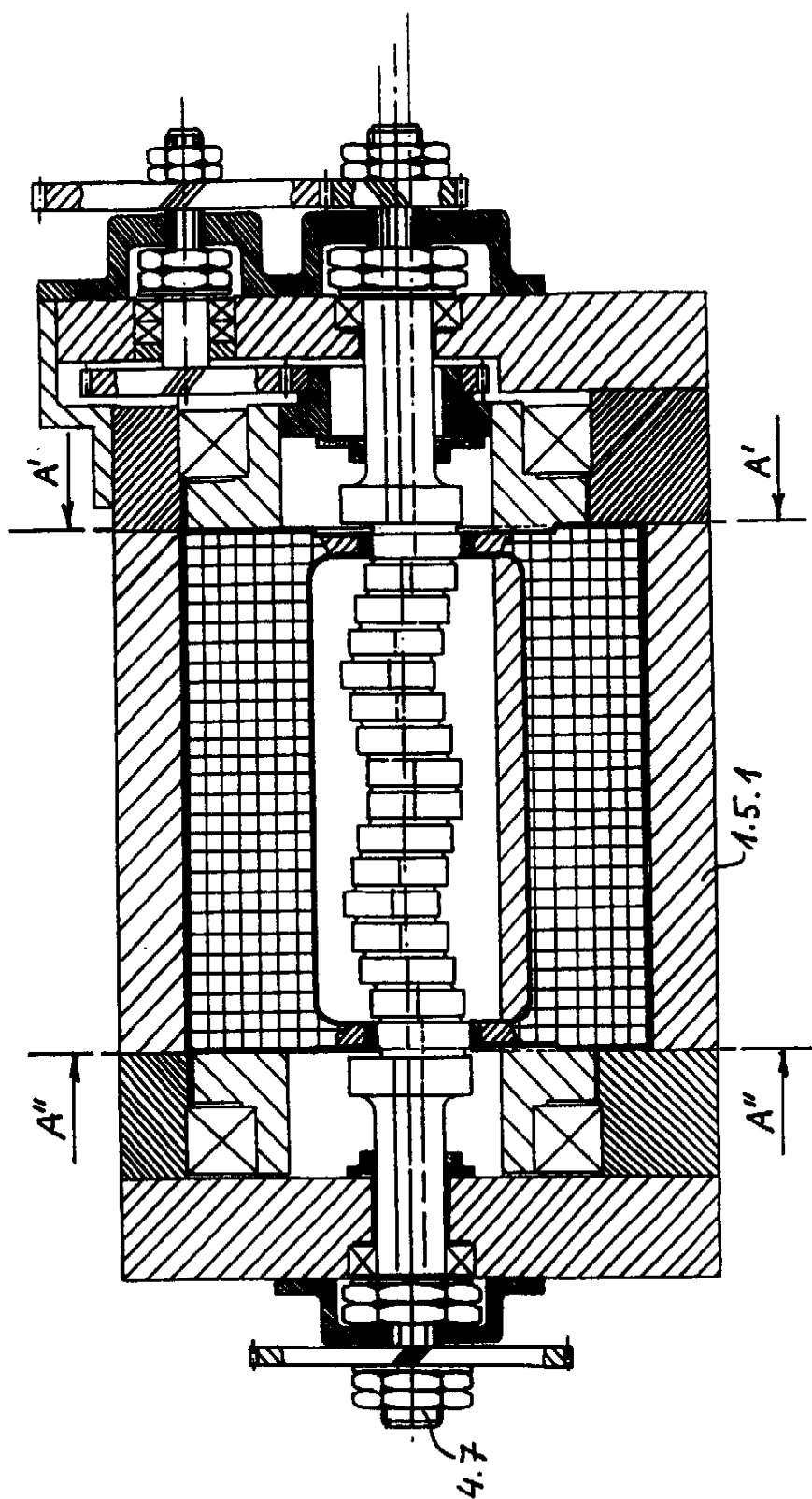
Obr. 3



Obt. 4

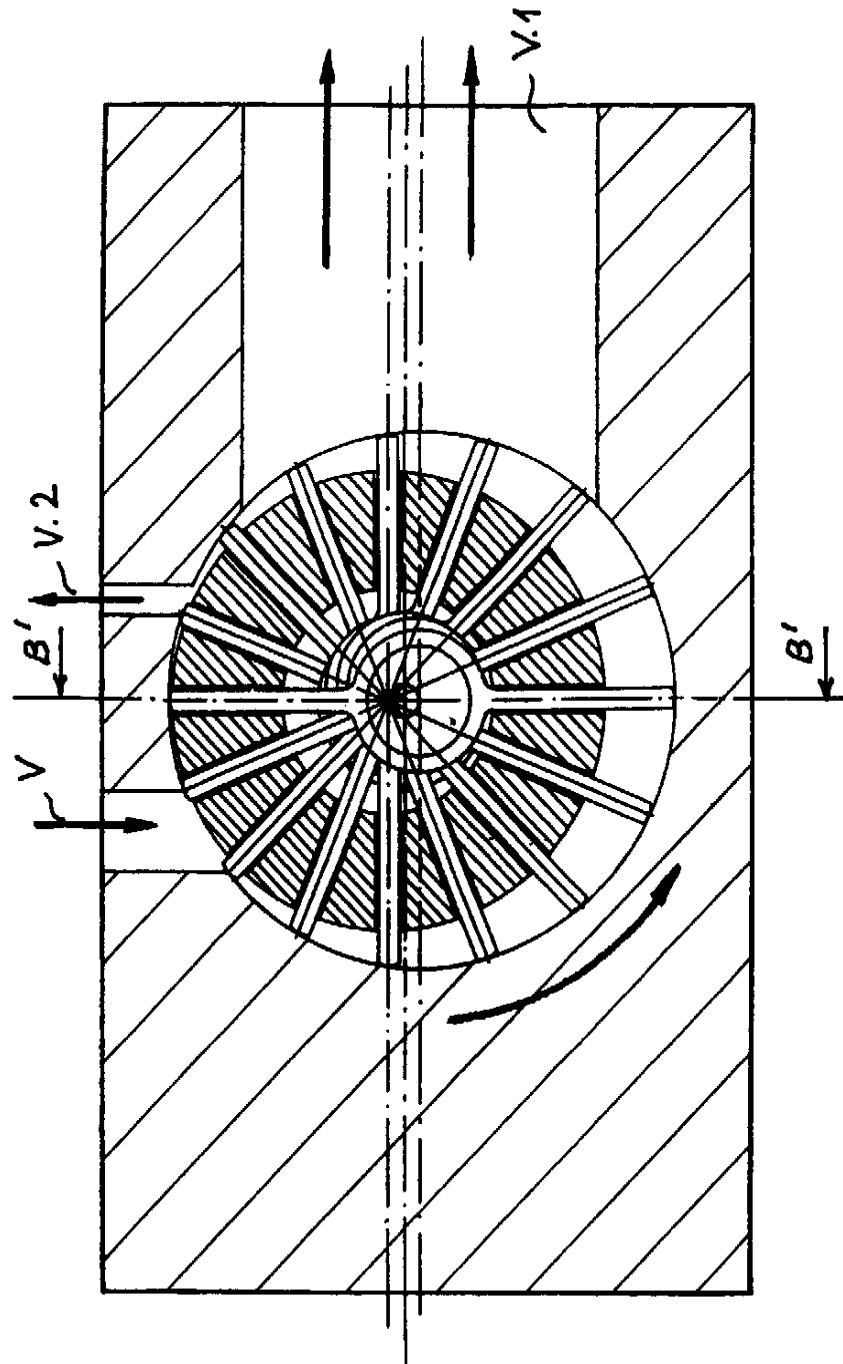
*Obr. 5**Obr. 6*

ŘEZ B'-B'



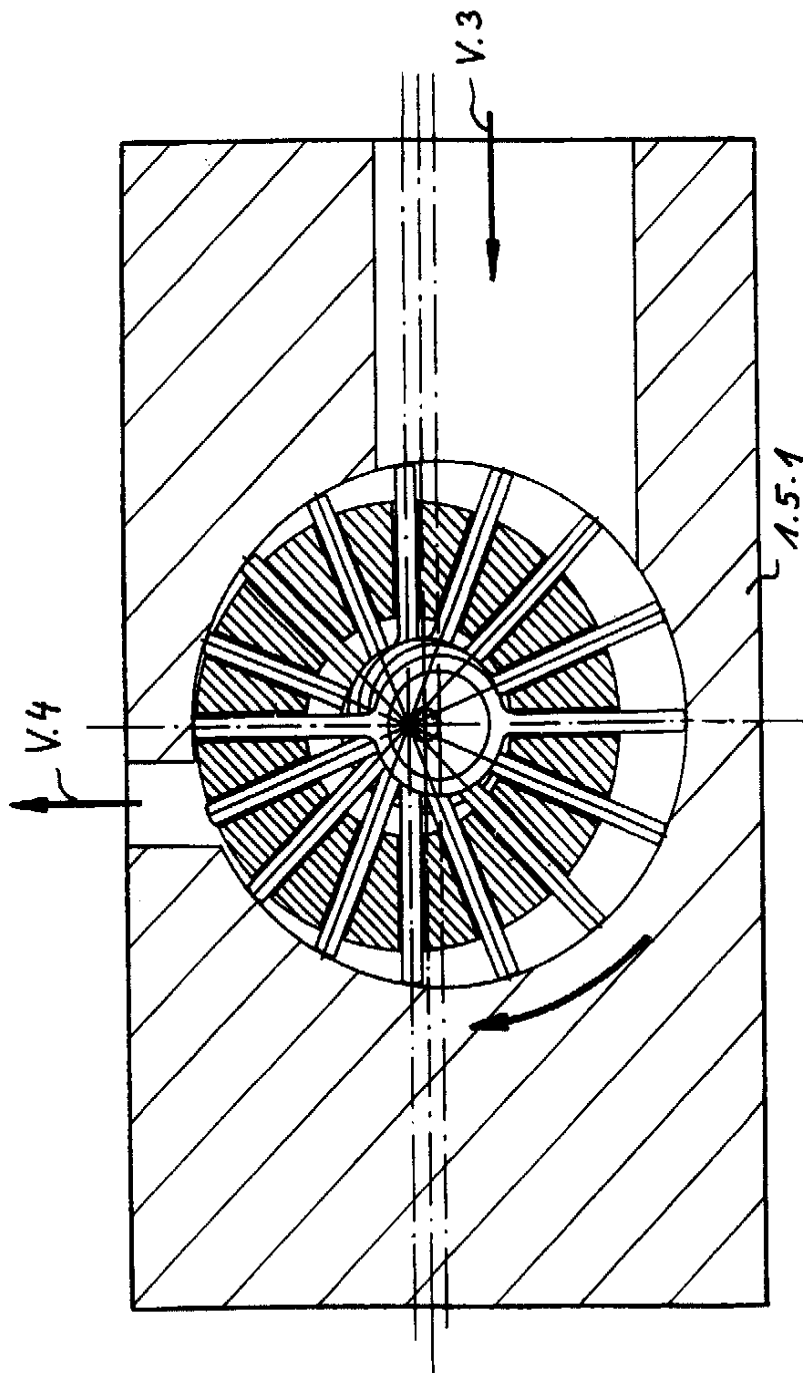
Obr. 7

POHLED A'-A'

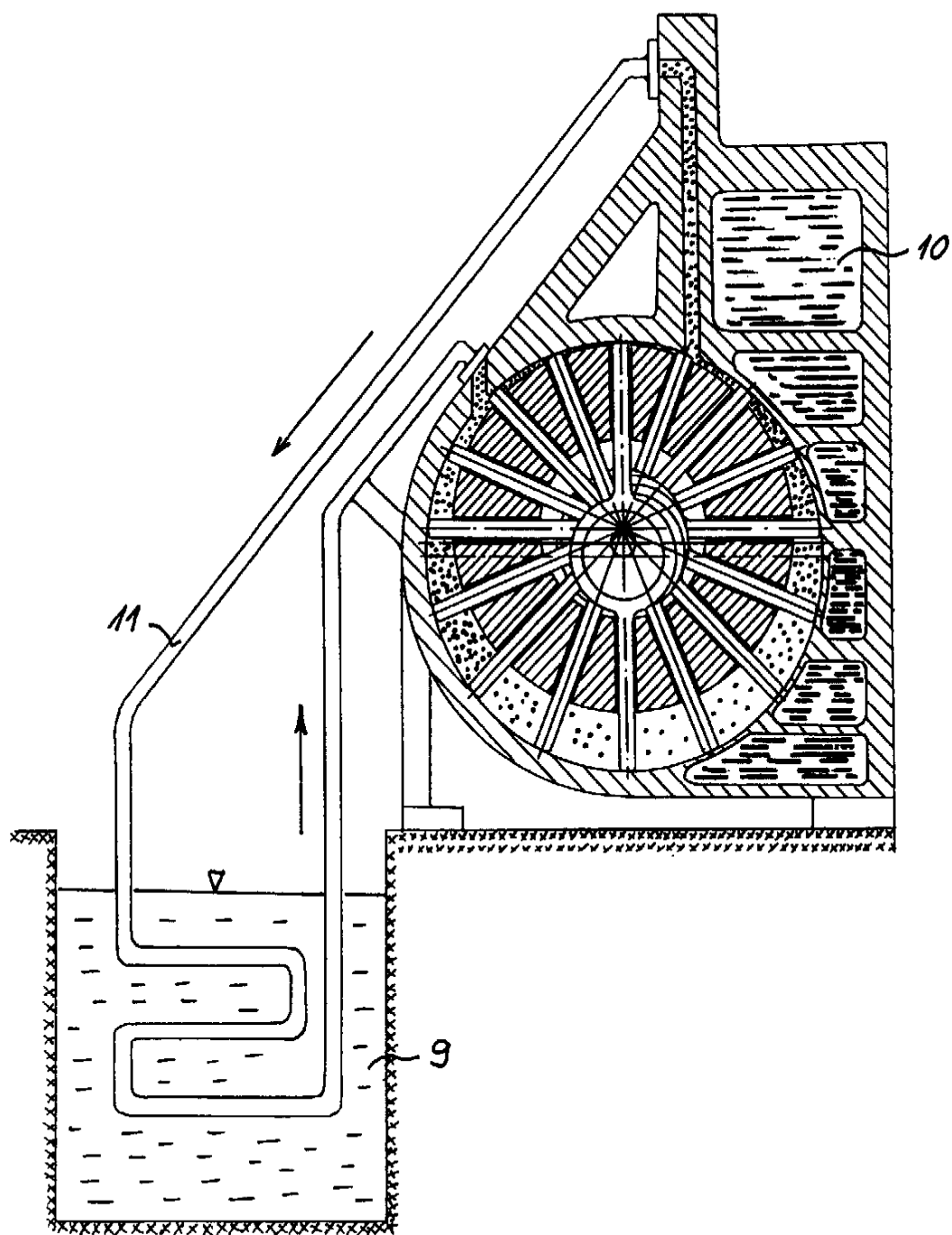


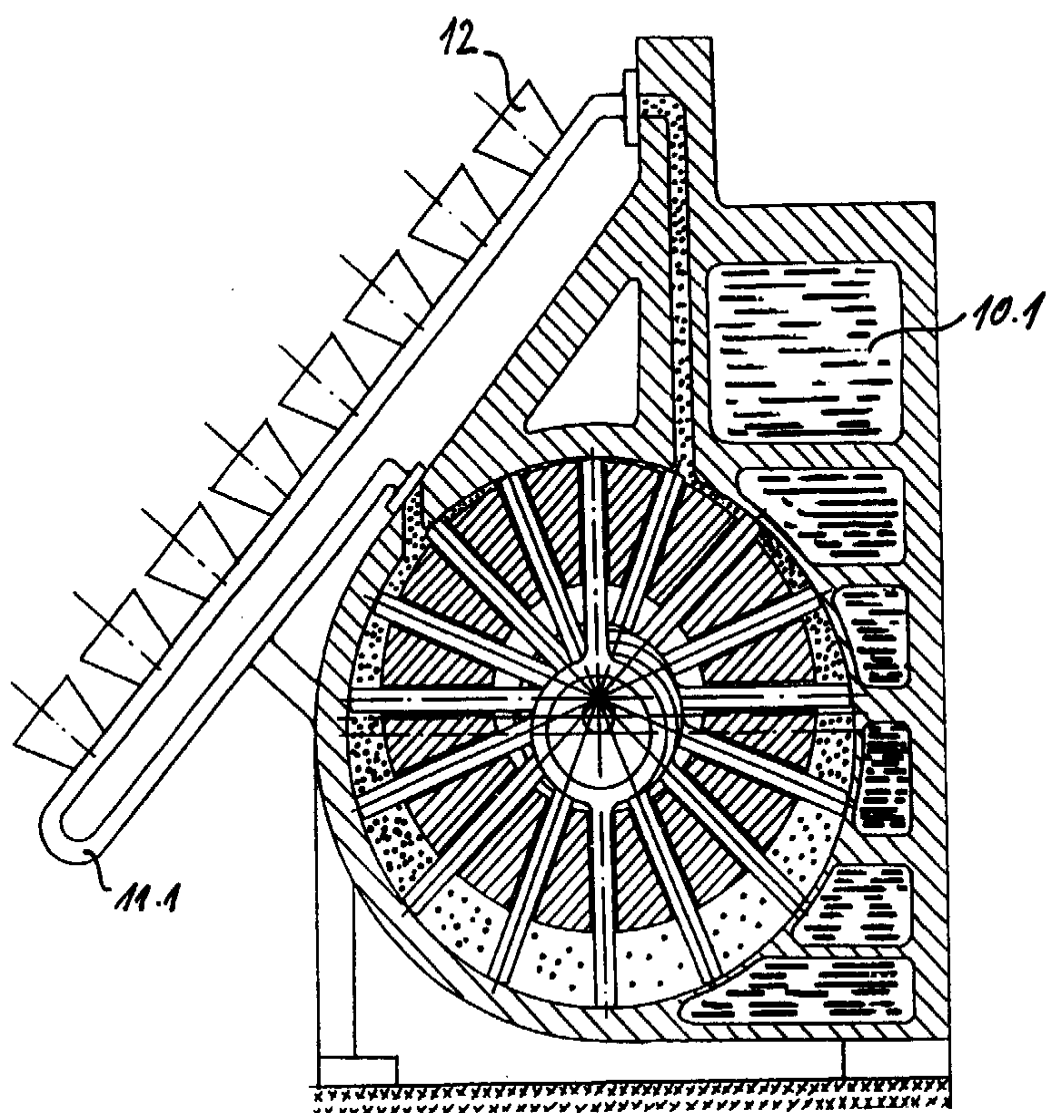
Obr. 8

POHLED A''-A''

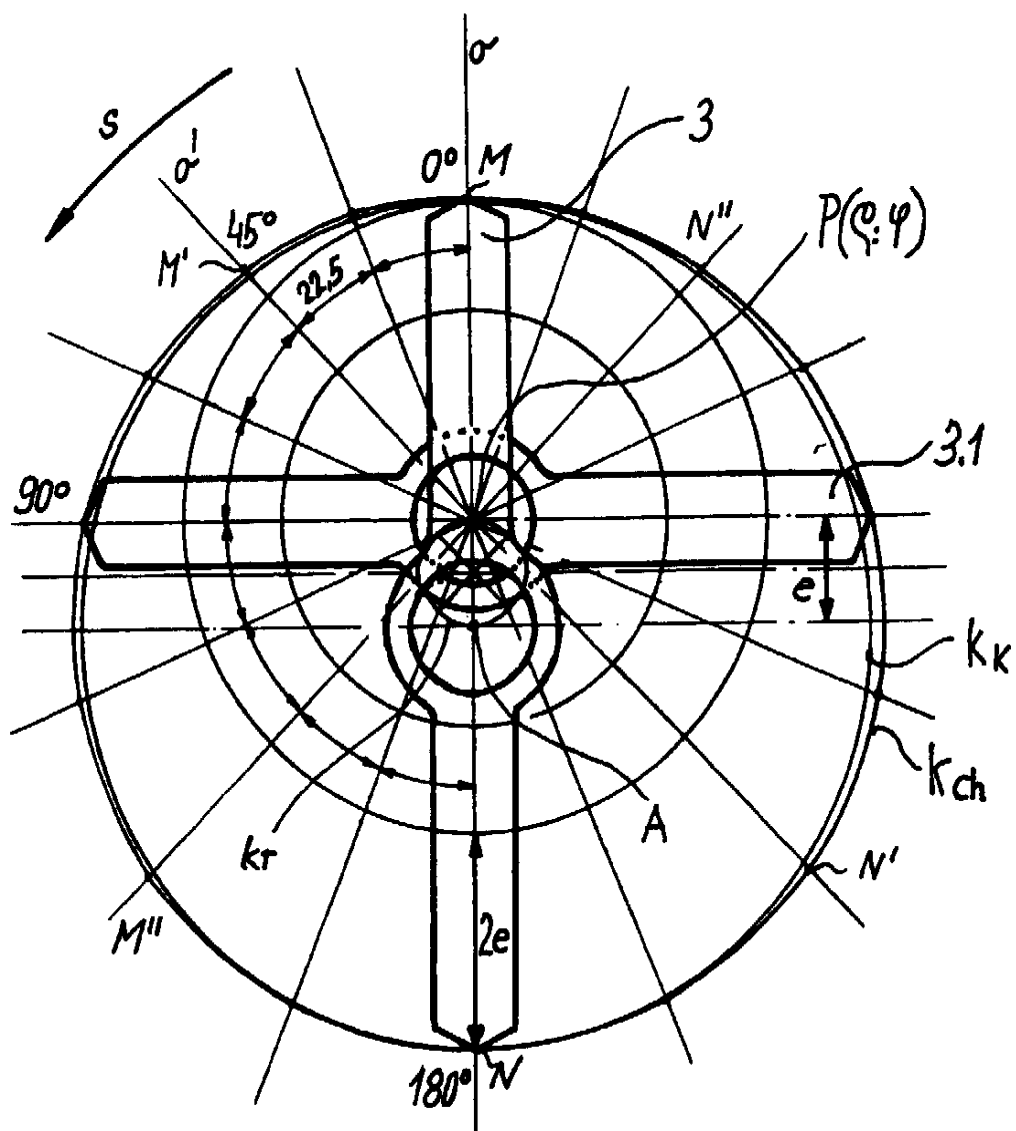


Obr. 9

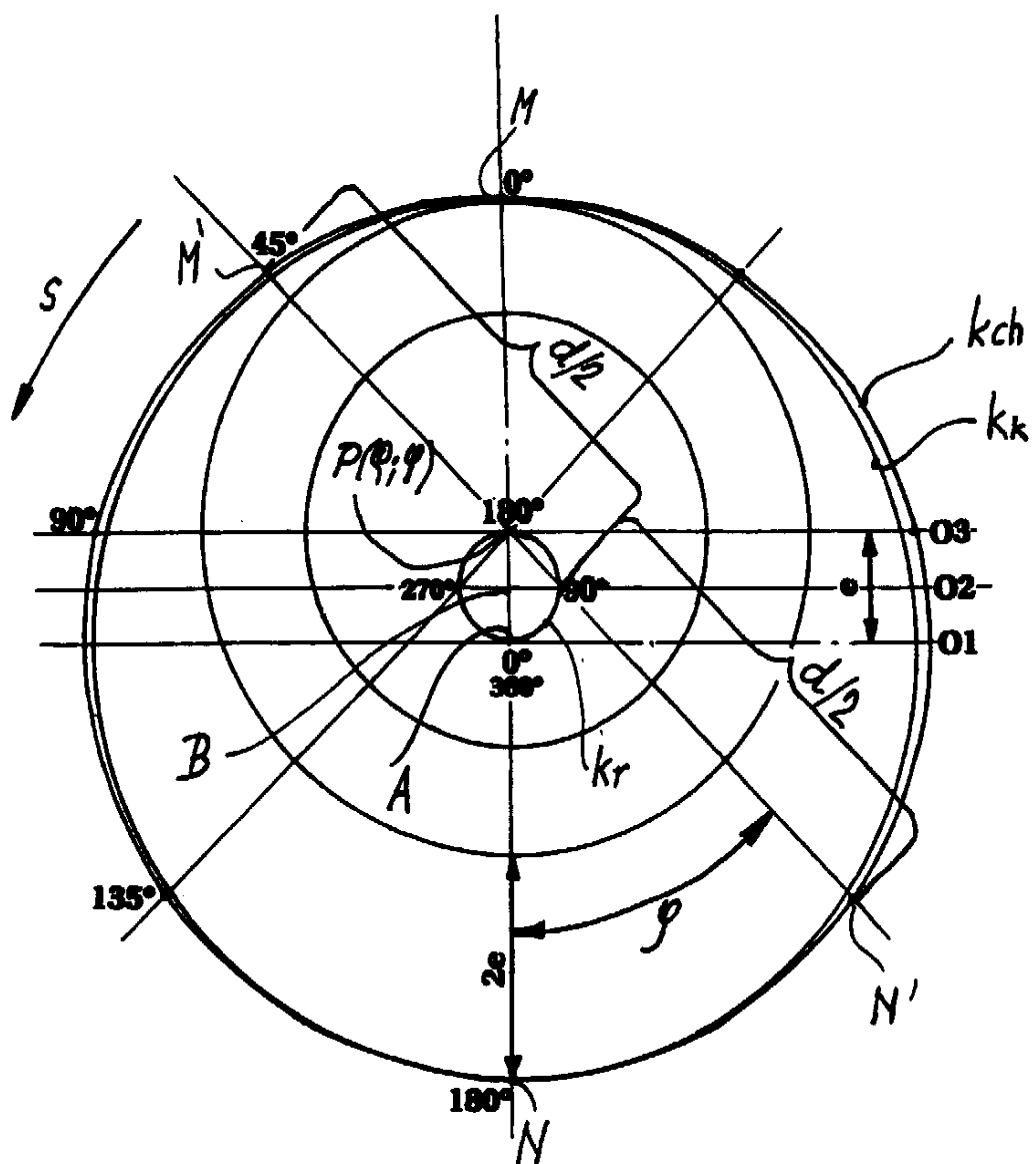
*Obr. 10*



Obr. 11



Obr. 12



Obr. 13

