



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

219288
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
F 04 B 15/02

(22) Přihlášeno 15 08 80

(21) [PV 5628-80]

(32) (31) (33) Právo přednosti od 16 08 79

[P 29 33 128.0]

Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 25 06 82

(45) Vydáno 15 07 85

[72]

Autor vynálezu

SCHWING FRIEDRICH dipl. ing., HERNE (NSR)

[73]

Majitel patentu

FRIEDRICH WILH. SCHWING GmbH, HERNE (NSR)

(54) Čerpadlo na husté látky, zejména k dopravování betonové směsi

1

2

Čerpadlo na husté látky, zejména na betonovou směs dopravovanou z násypky přes trubkovou výhybku do výtlačného potrubí. Na kyvném hřídeli uloženém nad skříní výhybky je zavěšeno výkyvné těleso, které spojuje uvnitř skříně její výstupní otvor střídavě s jedním ze dvou vstupních otvorů. K vyrovnaní momentů na axiálně uloženém kyvném hřídeli je vzdálenost vstupních otvorů skříně od osy hřídele větší, než vzdálenost výstupního otvoru a na výkyvném tělese je součin plochy výstupního otvoru a vzdálenosti jejího těžiště od osy hřídele stejně velký jako součin plochy vstupního otvoru a vzdálenosti jejího těžiště od osy hřídele. K omezení potřebného výkyvu výkyvného tělesa má jeho výstupní otvor ledvinkovitý tvar.

Vynález se týká čerpadla na husté látky, zejména k dopravování betonové směsi skříň-
ní trubkové výhybky, s výkyvným tělesem, které je upevněno na kyvném hřídeli a střídavě spojuje výstupní otvor ve stěně skříň-
se dvěma vstupními otvory ve druhé stěně skříň-
skříň, přičemž středy vstupních a výstup-
ních otvorů jsou umístěny v radiálním od-
stupu od osy kyvného hřídele.

Čerpadlo podle vynálezu může kromě be-
tonu dopravovat i směs kalové konzistence,
např. z odkalovacích nádrží. Vynález
však bude popsán v následujícím textu v
souvislosti s dopravou betonové směsi, pro-
tože v tomto případě jde z nejrůznějších
důvodů, např. v důsledku zhoršení jakosti
betonu ztrátou vody a v důsledku otěru vy-
volaného pískem v betonu, o obzvlášť těž-
ce dopravovatelnou látku. Čerpadlo podle
vynálezu má zpravidla dva válce dopravu-
jící betonovou směs střídavě; každému vál-
ci je ve skříni trubkové výhybky přiřazen
vstupní otvor, kterým prochází do výkyvné-
ho tělesa dílčí množství betonové směsi vy-
tlačené pístem z válce.

Na výstupní otvor skříň navazuje napro-
ti tomu s výhodou jedno výtlačné potrubí,
do kterého se zavádí čerpaná betonová
směs. Trubková výhybka umožňuje, aby do-
pravní válec, během sacího zdvihu nasál be-
tonovou směs přes skříň výhybky z násyp-
ky umístěné obvykle nad skříň, načež se
nasátý beton v následujícím taktu čerpadla
vytlačuje.

Čerpadla na betonovou směs jsou známá
jak v popsaném provedení, tak v mnoha
dalších. Jejich funkce však není vždycky
spolehlivá, zejména tehdy, když čerpadlo
pracuje proti velkému odporu. Přitom to-
tiž vznikají velké hydrostatické síly, např.
až 200 kN, které vedou k tomu, že i při bo-
hatém dimenzování zatížených pružných
dílů čerpadla, které musejí tyto síly zachy-
covat, dochází k deformacím.

Deformace vedou ke vzniku štěrbin me-
zi těsnicími tělesy trubkové výhybky, která
po sobě kloužou. Tím vznikají i bez zhoršu-
jícího vlivu nevyhnutelného otěru netěs-
nosti, jež mají za následek vytlačení části
vody z betonové směsi — a tedy provozní
poruchy. Kromě toho vnikají zrna písku do
vznikajících štěrbin, kde se při každém po-
klesu tlaku v trubkové výhybce, který na-
stává pravidelně v taktu čerpadla, zachytí
a sevrou, což vede k chybám a poruchám
při přehazování výhybky a k velkému opo-
třeбенí.

K odstranění těchto problémů byla navr-
žena těsnění ve tvaru opotřebitelného krouž-
ku, který byl uložen osově posuvně ve vý-
kyvném tělese, zatěžován tlakem dopravo-
vaného materiálu, a tím přitlačován k těs-
nicím plochám (viz německý spis DOS č.
26 14 895). Ukázalo se však, že i v tomto
případě vede vnikání písku ke vzpříčení
jednotlivých dílů čerpadla. Prstencová šter-
bina mezi koncem výkyvného tělesa a opo-

třebitelným kroužkem upevněným na vý-
kyvném tělese mění totiž svou délku se za-
tížením, tedy s roztahováním přídržného ú-
strojí, a zvětšuje se během výtlačného zdi-
hu čerpadla o několik milimetrů.

Během přehazování trubkové výhybky
dochází k poklesu zatížení, čímž se zmenší
zatížení pružně upnutého přídržného ústro-
jí a prstencová šterbina se znovu stlačí. Aby
se pružné deformace zmenšily na nejmenší
míru, upravovaly se velmi krátké tažné
kotvy nebo ohebné nosiče.

Je známé vytvoření výkyvného tělesa jako
trubky ohnuté přibližně do tvaru písmene
S, přičemž výstupní otvor výkyvné trubky
má stejný volný průřez jako výstupní otvor
skříň čerpadla. V tomto místě se tedy vzá-
jemně vyrovnávají hydrostatické síly, kte-
ré jinak působí v ose kyvného hřídele. Na
vstupních otvorech, které leží v určité vzdá-
lenosti od osy kyvného hřídele, vznikají
však ohybové momenty, jež jsou dány veli-
kostí působících sil a jejich radiálních vzdá-
leností od osy hřídele. To vede ke vzpříče-
ní zásobníku na betonovou směs, poněvadž
kyvný hřídel je uložen v jeho stěně, a v
důsledku toho ke vzniku štěrbin na vstup-
ních otvorech.

U jiného známého čerpadla (viz němec-
ký spis DAS č. 21 04 191) opatřeného rov-
něž výkyvným tělesem ve tvaru esovitě za-
hnuté trubky se tyto momenty zachycují v
ložisku kyvného hřídele. Kyvný hřídel po-
tom musí mít značně velký průměr, aniž by
se přitom úplně odstranily pružné defor-
mace a vznik štěrbin. Při vysokém odporu
proti pohybu dopravovaného materiálu ne-
ní toto provedení prakticky použitelné.

U dalšího čerpadla na husté látky (viz
německý patent č. 21 62 406) je jako vý-
kyvného tělesa použito trubky zahnuté pří-
bližně do tvaru písmene U, jejíž zadní část
je u dolního ramene podepřena příčným
třímenem. Na rozdíl od předchozích prove-
dení klouže opěra výkyvné trubky v dopra-
vovaném materiálu, což dále zvyšuje tření
a opotřeбенí čerpadla. Mimo to musí být
příčný třmen uchycen poměrně dlouhými
tažnými kotvami. Pružné deformace, které
vznikají následkem značného pružného roz-
tahování tažné kotvy a průhybem třmenu,
mají za následek vznik širokých štěrbin na
vstupních otvorech.

Dále je známé čerpadlo na husté látky
(viz USA patent č. 1 278 247), trubková vý-
hybka je opatřena výkyvným tělesem, kte-
ré je přizpůsobeno tvarově dnu skříň, má
kruhový vstupní otvor a dva výstupní ot-
vory, jejichž okraje se částečně překrývají.
Vzdálenost všech tří otvorů od osy kyvné-
ho hřídele je stejně velká. K utěsnění vstup-
ních otvorů je na vnitřní stěnu skříň na-
sazena brýlová deska se dvěma otvory. Na
nuto desku působí značně velká osová sí-
la. Kdyby se měla tato axiální síla přená-
šet pomocí kyvného hřídele na skříň čer-

padla, vznikly by velké síly kolmé ke hřídeli, které by hřídel i při velké pevnosti materiálu pružně prohýbaly a měly by tedy za následek zpříčení skříně a výkyvného tělesa. Při přepínání výkyvného tělesa dochází tedy i u tohoto provedení vlivem šterbin k sevření jednotlivých částí čerpadla, což zvyšuje otěr a zhoršuje provozních spolehlivost čerpadla.

Účelem vynálezu je zlepšit konstrukci čerpadla na hustou látku zejména v tom smyslu, aby se snížilo mechanické zatížení stěny skříně se vstupními otvory a aby nedocházelo k namáhání kyvného hřídele ohybem.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že kyvný hřídel je uložen axiálně a vzdálenost vstupních otvorů skříně od osy kyvného hřídele je větší, než vzdálenost výstupního otvoru a že na výkyvném tělese je součin plochy výstupního otvoru a vzdálenosti jejího těžiště od osy kyvného hřídele rovný součinu plochy vstupního otvoru a vzdálenosti jejího těžiště od osy kyvného hřídele.

Je samozřejmě účelné, aby úhel výkyvu výkyvného tělesa byl co nejmenší. Podle vynálezu je proto obrys částečně se překrývající výstupních otvorů výkyvného tělesa ledvinkovitého tvaru.

Podle dalšího význaku vynálezu je k axiálnímu uložení kyvného hřídele na výstupní straně skříně umístěno axiální ložisko, zatěžované kyvným hřídelem v opačném směru, než proudí dopravovaná směs.

Účelně je kyvný hřídel i na vstupní straně skříně uložen v axiálním ložisku, vytvořeném jako upínací ústrojí pro skříň čerpadla.

Podle dalšího význaku vynálezu jsou otvory výkyvného tělesa obklopeny opotřebitelnými prstenci, které jsou uloženy osově pohyblivě na příslušné čelní straně výkyvného tělesa.

Konstrukcí podle vynálezu se dosáhne toho, že výkyvné těleso je osově vedeno pouze kyvným hřídelem a je na něm zavěšeno v osové směru, takže na kyvný hřídel nepůsobí ohybová zatížení a na skříň čerpadla deformující smyková napětí. To má např. tu výhodu, že těsnicí prstence nasažené na výkyvné těleso, které se opírají v důsledku tlaku betonové směsi o stěny skříně kolmé ke kyvnému hřídeli, se mohou optimálně přizpůsobit stěnám skříně. Tím se vyrovnává jak nestejný otěr, tak případné rozměrové tolerance skříně.

Výkyvné těleso má malou délku, a proto je i skříň čerpadla značně zkrácená, takže její části mohou být dostatečně tuhé a pevné, aby v osové směru docházelo jenom k minimálnímu roztahování skříně. Axiální roztahování skříně čerpadla podstatně snižuje osová síla, která působí z kyvného hřídele přes axiální ložisko na skříň proti směru dopravovaného materiálu. Když je kyvný hřídel mimoto opatřen i na vstupní straně upínacím ústrojím, lze

axiální roztahování skříně téměř úplně potlačit, poněvadž kyvný hřídel má velkou tuhost proti tahovému namáhání. Konstrukcí podle vynálezu se mimoto dosáhne toho, že tření během výkyvného pohybu, tedy i opotřebení výkyvného tělesa, je nepatrné, poněvadž axiální síla je zachycována normálním kluzným ložiskem mimo prostor naplněný betonovou směsí. Poněvadž axiální roztahování skříně je nepatrné, nedochází k sevření zrn písku vtlačených během práce čerpadla do šterbin.

Vynález bude vysvětlen v souvislosti s příkladem provedení znázorněným na výkresu, kde značí obr. 1 bokorysný pohled a v částečném řezu čerpadlo na husté látky podle vynálezu, obr. 2 řez vedený rovinou II—II na obr. 1, obr. 3 řez vedený rovinou III—III na obr. 1, obr. 4 řez vedený rovinou IV—IV na obr. 1 a obr. 5 řez vedený rovinou V—V na obr. 3.

Ve znázorněném příkladu provedení je pod čerchovaně zakresleným zásobníkem **1** umístěna trubková výhybka **2**. Trubková výhybka **2** má krátkou skříň **3**, která je rozdělena v příčném směru žebrem tvořícím příčnou stěnu **4**. Na příčné stěně **4** je upevněna brýlová deska **5**, v níž jsou upraveny dva vstupní otvory **6, 7** pro betonovou směs dopravovanou dvěma dopravními válci **8, 9** (obr. 2). Konce obou dopravních válců **8, 9** jsou uloženy v pouzdrech **10, 11**, která mají na čelních stranách těsnění **12** a jsou uložena v příčné stěně **4** a v zadní stěně **5'** skříně **3**. Skříň **3** je uzavřena víkem **14**. Na věnci víka **14** jsou umístěny šrouby **15** zašroubované do otvorů v přírubě **16** skříně. Na vnitřní straně víka **4** je upevněna deska **17** s výstupním otvorem **25**. Pouzdro **19** s těsněním **20, 20'** slouží ke kapalinotěsnému připojení vytlačovacího potrubí **21**, do kterého čerpadlo vtlačuje betonovou směs.

Oba dopravní válce **8, 9** nasávají střídavě betonovou směs z vnitřního prostoru **24** skříně **3**, kam spadáva ze zásobníku **1**. V následujícím taktu čerpadla vytlačují střídavě dopravní válce **8, 9** nasátou betonovou směs vstupními otvory **6, 7** v brýlové desce **5**. Než začne tento takt, spojí se vstupní otvory **6, 7** s výstupním otvorem **25** skříně **3**, který je umístěn v opotřebitelné desce **17**. K tomuto spojení slouží výkyvné těleso **26** (obr. 1, 2), jehož vytvoření je patrné zejména z obr. 3 a 4. Výkyvné těleso **26** má podle obr. 3 vstupní otvor **28**, který je obklopen osově pohyblivým vstupním prstencem **27** a omezen hranou **29**. Hrana **29** dává vstupnímu otvoru **28** kruhový světlý průřez. Těžiště vstupního otvoru **28** leží tedy ve středu kruhové plochy.

Dále má výkyvné těleso **26**, viz zejména obr. 4, na opačné straně výstupní otvor **32** obklopený osově pohyblivým výstupním prstencem **30**. Výstupní otvor **32** je omezen čelní hranou **31** výkyvného tělesa **26**, jeho

obrys je ledvinkovitý, viz zejména obr. 4. V tomto ledvinkovitém obrysu se tedy částecně překrývají dvě kruhové výstupní plochy a jejich těžiště leží uprostřed ledvinkovitého výstupního otvoru 32. Těžiště má od geometrické osy 35 radiální vzdálenost R_2 , zatímco střed vstupního otvoru 28 má od této osy 35 radiální vzdálenost R_1 .

Výkyvné těleso 26 je v znázorněném příkladu vytvořeno vcelku s ramenem 37, s nímž je spojen dvěma dvojicemi 39, 40 šroubů ložiskový kryt 38. Střední úsek kyvného hřídele 44 je upnut mezi ramenem 37 a ložiskovým krytem 38.

Jak ukazuje obr. 5, je kyvný hřídel 44 v místě upnutí ve výkyvném tělese 26 opatřen mnohostěnovým úsekem 45. Ten končí nákrůžkem 46 většího průměru, takže výkyvné těleso 26 se dá osově ustavit na kyvném hřídeli 44. Nákrůžek 46 přechází ve válcový úsek 47 menšího průměru, který je uložen v kombinovaném radiálně-axiálním ložisku 48 neseném skříní 3. Na opačné straně přechází mnohostěnový úsek 45 v užší válcový úsek 49, který pokračuje vřetenem 50. Na vřetení 50 je našroubována matice 50 a pojistná matice 51. Maticemi 51, 52 je kyvný hřídel 44 upnut v několikadílném kotouči 53, který se opírá o čelní stranu ložiskového pouzdra 54. Ložiskové pouzdro 54 tvoří tedy axiální ložisko, které je zatížené ve směru proti pohybu betonové směsi výkyvným tělesem 26.

Předpokládá-li se, že plocha vstupního otvoru 28 výkyvného tělesa 26 podle obr. 3, zatížená hydrostatickým tlakem, má velikost F_1 a označí-li se hydrostaticky zatížená plocha ledvinkového výstupního otvoru 32 výkyvného tělesa 26 podle obr. 4 jako F_2 , platí $F_2 = z \cdot F_1$. Součinitel z označuje veličinu závislou na konstrukci čerpadla a udává, kolikrát je hydrostaticky zatížená plocha výkyvného tělesa 26 na vstupním otvoru 28 menší, než hydrostaticky zatížená plocha ledvinkového výstupního otvoru 32.

Předpokládá-li se dále, že každý vstupní otvor 28 je zatížen hydraulickým tlakem K_1 a výstupní otvor 32 tlakem K_2 , platí z podmínky rovnosti momentů

$$K_1 \cdot R_1 = K_2 \cdot R_2$$

Protože tedy $K_2 = z \cdot K_1$, platí $R_1 = z \cdot R_2$. To však znamená, že síly působící v obou ložiskách kyvného hřídele 44 naznačené na obr. 1 vůbec nevznikají, a že tedy tyto síly $V = 0$.

Z toho vyplývá následující: když jsou radiální vzdálenosti R od kyvného hřídele 44 zvoleny tak, že vzdálenost R_1 středu vstup-

ního otvoru 28 je z-násobně větší než vzdálenost R_2 těžiště ledvinkového výstupního otvoru 32, nevznikají svislé síly, které by působily na kyvný hřídel 44, tedy na jeho ložiska, protože momenty jsou rovné nule. Kyvný hřídel 44 není tedy namáhán na ohyb a skříň 3 se nepřičí. Podle příkladu provedení je kyvný hřídel 44 uváděn do pohybu přes pístový pohon 60 klikou 61, která natáčí konec kyvného hřídele 44 opatřený klínovými drážkami 62 (obr. 5). Zatímco podle obr. 5 je levý válcový konec kyvného hřídele 44 pouze veden, je podle obr. 1 vytvořen a uložen v axiálním ložisku 66 stejně jako na pravé straně skříně 3, která je uzavřena víkem 14, a zajištěn maticí 63 a pojistnou maticí 64. Kyvný hřídel 44 lze tedy upnout na obou koncích, aby nedocházelo k deformacím dílů čerpadla, které zachycují axiální zatížení ložisek. Klínové drážky 62 jsou z tohoto důvodu umístěny za maticemi 63, 64, které umožňují axiální upnutí a jsou součástí ložiska 66.

V důsledku této konstrukce je kyvný hřídel 44, na němž je zavěšeno výkyvné těleso 26, uložen axiálně nejméně v jednom ložisku 54, případně 66, které může být umístěno na přední stěně skříně 3.

Přitom jsou vstupní otvory 6, 7 do vnitřního prostoru 24 skříně 3, kterých se dotýká výkyvné těleso 26 a jeho vstupní prstence 27, a které jsou umístěny v brýlové desce 5, uloženy tak, že vzdálenost jejich středů nebo těžišť od osy kyvného hřídele 44 je větší než odpovídající vzdálenost výstupního otvoru 25 skříně 3.

Výkyvné těleso 26 je vytvořeno tak, že v obou koncových polohách kyvného hřídele 44 překrývá jeho vstupní otvor 28 jeden z obou vstupních otvorů 6, 7 skříně 3 a jeho výstupní otvor 32 překrývá výstupní otvor 25 skříně 3. Výkyvné těleso 26 a rameno 70 (obr. 5), případně 37 (obr. 3), které je spojuje s kyvným hřídelem 44, jsou dimenzovány tak, aby si polohy otvorů vzájemně odpovídaly.

Čelní strany výkyvného tělesa 26 končí před svislými stěnami skříně 3, které leží proti nim, a mezera mezi čely výkyvného tělesa 26 a stěnami skříně 3 je uzavřena opotřebitelnými prstenci.

Osy, které spojují střed vstupních otvorů 6, 7 s výstupním otvorem 25 skříně 3 a střed vstupního otvoru 28 výkyvného tělesa 26 se středy kruhových ploch tvořících jeho ledvinkový výstupní otvor 32, mají větší sklon, než jaký by byl nezbytný v případě, kdyby všechny otvory měly od osy kyvného hřídele 44 stejnou vzdálenost. Ledvinkový výstupní otvor 32 umožňuje malý úhel výkyvu výkyvného tělesa 26.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Čerpadlo na husté látky, zejména k dopravování betonové směsi skříní trubkové výhybky, s výkyvným tělesem, které je upevněno na kyvném hřídeli a střídavě spojuje výstupní otvor v jedné stěně skříně se dvěma vstupními otvory ve druhé stěně skříně, přičemž středy vstupních a výstupních otvorů jsou umístěny v radiálním odstupu od osy kyvného hřídele, vyznačené tím, že kyvný hřídel (44) je uložen axiálně a vzdálenost (R_1) vstupních otvorů (6, 7) skříně (3) od osy (35) kyvného hřídele (44) je větší než vzdálenost (R_2) výstupního otvoru (25), na výkyvném tělese (26) je součin plochy výstupního otvoru (32) a vzdálenosti jejího těžiště od osy (35) kyvného hřídele (44) rovný součinu plochy vstupního otvoru (28) a vzdálenosti jejího těžiště od osy (35) kyvného hřídele (44).

2. Čerpadlo podle bodu 1, vyznačené tím,

že ve výkyvném tělese (26) je obrys částečně se překrývajících výstupních otvorů (32) ledvinkového tvaru.

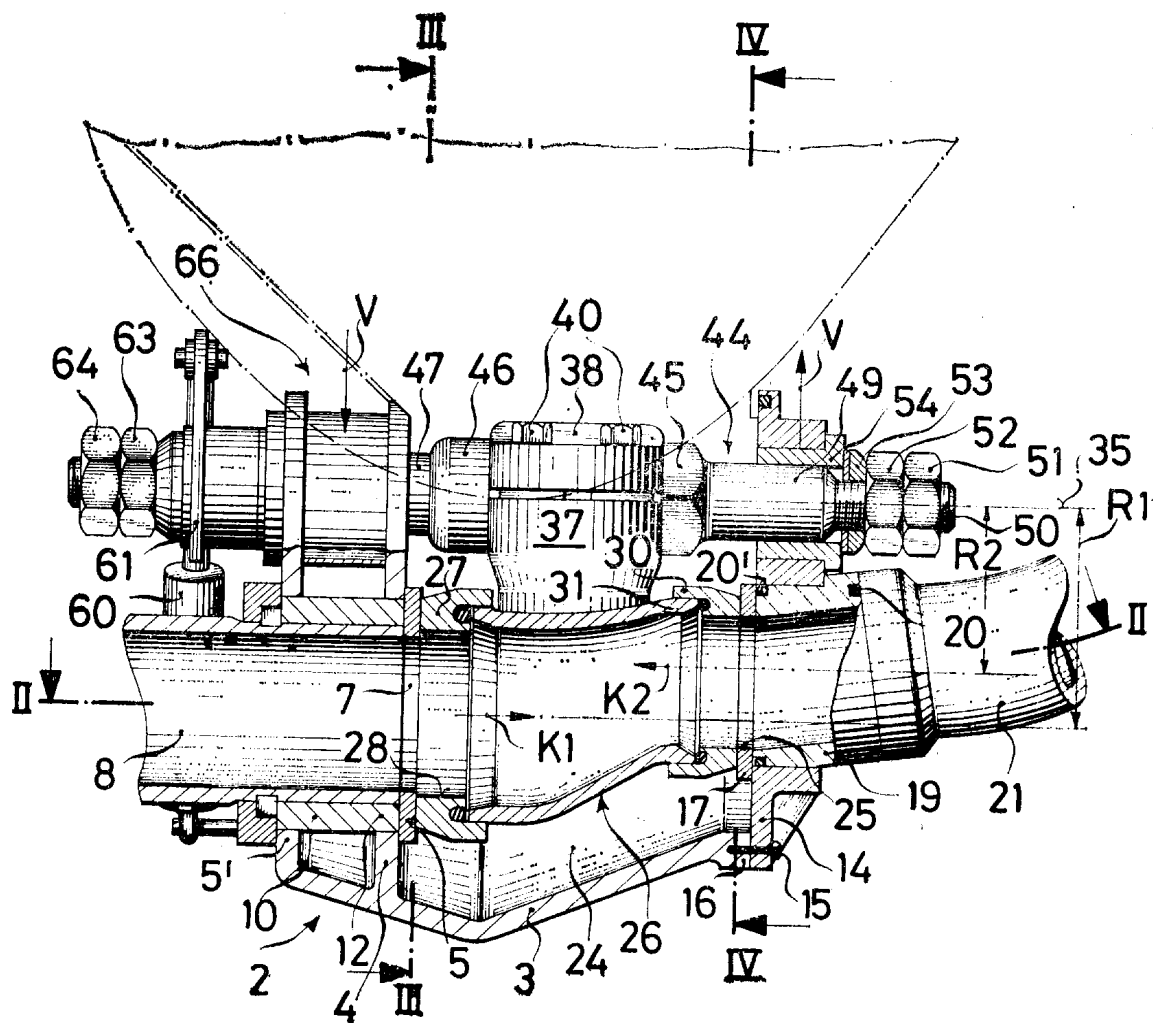
3. Čerpadlo podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že k axiálnímu uložení kyvného hřídele (44) je na výstupní straně skříně (3) umístěno axiální ložisko zatěžované kyvným hřídelem (44) ve směru proti směru dopravy čerpaného materiálu.

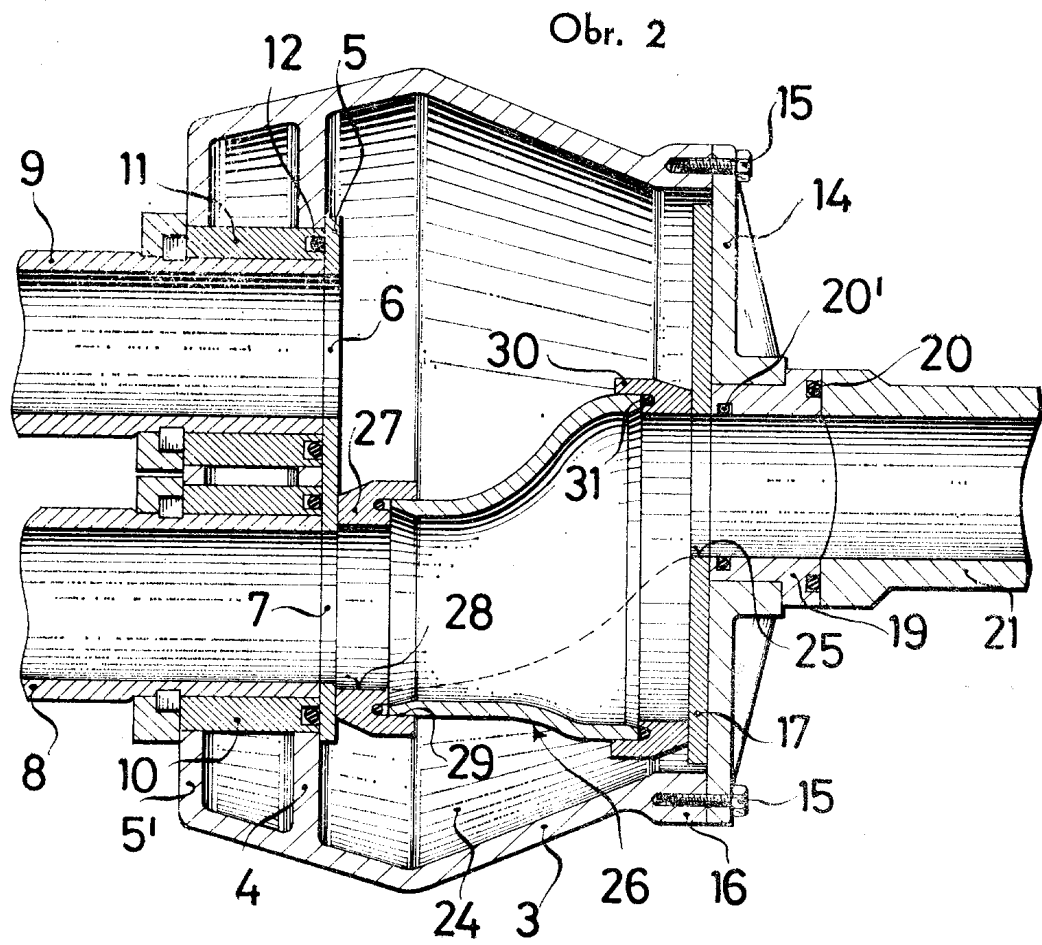
4. Čerpadlo podle bodu 3, vyznačené tím, že kyvný hřídel (44) je uložen na vstupní straně skříně (3) axiálním ložiskem (66), které je vytvořeno jako upínací ústrojí (63, 64) skříně (3).

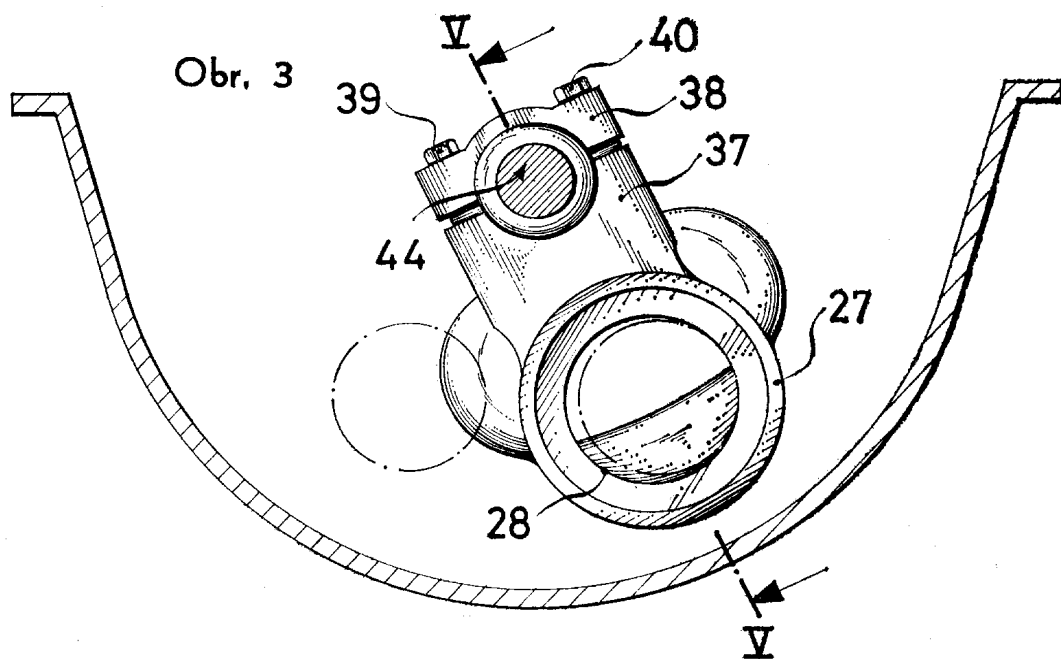
5. Čerpadlo podle bodů 1 až 3, vyznačené tím, že otvory (28, 32) výkyvného tělesa (26) jsou obklopeny opotřebitelnými prstenci (27, 30), které jsou uloženy osově pohyblivě na příslušné čelní straně výkyvného tělesa (26).

4 listy výkresů

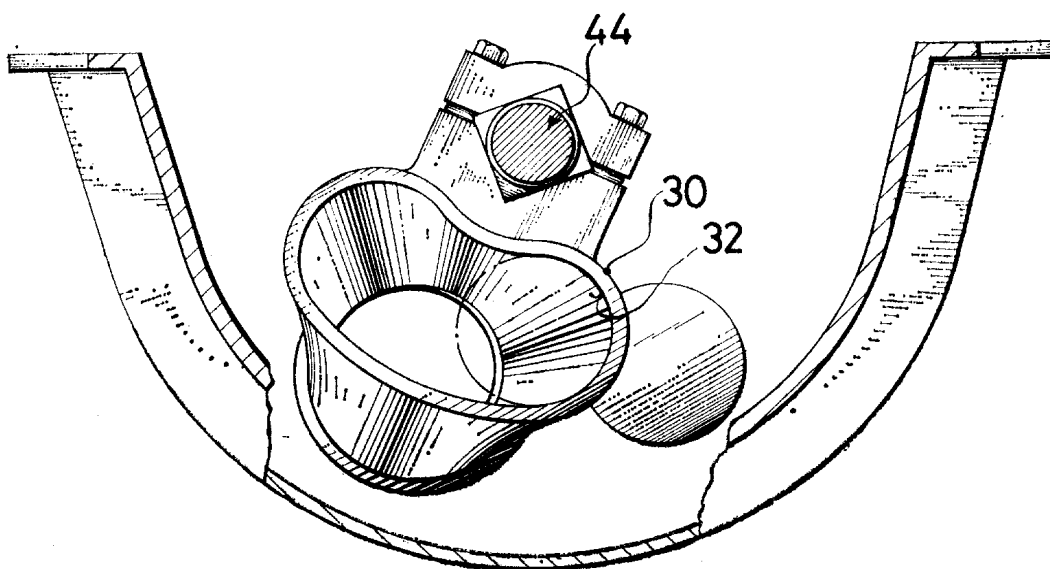
Obr. 1







Obr. 4



Obr. 5

