



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197 483

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 15 07 76
(21) PV 4693-76

(51) Int. Cl. F 02 M 41/06

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 5 82

(75)
Autor vynálezu

INDRA JAROMÍR doc.ing.CSc., BRNO

(54) Vstřikovací čerpadlo, zejména pro vozidlové naftové motory

1

Předmětem vynálezu je vstřikovací čerpadlo, zejména pro vozidlové naftové motory, s nejméně jednou vstřikovací jednotkou, jejíž píst je prostřednictvím pístového zvedáku poháněn vícepalcovou vačkou a pro změnu velikosti dodávky natáčen regulační tyčí, a s nejméně jedním válcovým rozdělovačem, poháněným od vyčkového hřídele, který současně pohání odstředivý výkonnostní regulátor.

Moderní rychloběžné naftové motory, zejména pro motorová vozidla, kladou na vstřikovací čerpadla řadu požadavků, které současné známé konstrukce komplexně nesplňují.

Známa vstřikovací čerpadla s rozdělovačem paliva mají příznivě malé rozměry a váhu, jsou však velmi náročná na výrobu a jsou ekonomicky výhodná jen v případě hromadné výroby. Kromě toho nemohou zajistit některé požadované funkce. Mezi hlavní nevýhody patří jejich malá univerzálnost. Nelze je jednoduše vytvořit pro motory s vidlicovitým uspořádáním válců, zejména pro motory s větším počtem válců.

Známa vstřikovací čerpadla řadová tyto nevýhody nemají, jsou však příliš rozměrná a těžká. Ve výrobě vykazují značnou spotřebu materiálu a vysokou pracnost. K samočinnému řízení předstihu vstřiku jsou vázána na odstředivý regulátor předstihu

vstřiku, který je rovněž rozměrný, těžký, drahý a kromě toho vykazuje poměrně malou životnost.

Jeden ze základních nových požadavků, tj. samočinné řízení tvaru zákona výstřiku v závislosti na otáčkách motoru, neplní ani jeden ani druhý ze zmíněných druhů vstřikovacích čerpadel. Zkouškami je prokázáno, že při jmenovitých otáčkách a dávkách paliva lze zkrácením délky (doby) výstřiku při současném zmenšení předstihu vstřiku výrazně zlepšit všechny parametry motoru, včetně snížení kouřivosti, toxičnosti výfukových plynů, špičkových spalovacích tlaků i hlučnosti spalování. Toho lze dosáhnout použitím většího průměru pístů ve vstřikovacím čerpadle a zvětšením rychlosti pohybu těchto pístů. U takového vstřikovacího čerpadla se v oblasti nízkých otáček zkracuje délka výstřiku více než-li na polovinu hodnoty, kterou vykazuje vstřikovací čerpadlo při jmenovitých otáčkách. Takováto příliš krátká délka výstřiku však podstatně zhoršuje parametry motoru v oblasti nízkých otáček, zejména zvyšuje tvrdost spalování, Částečného zlepšení se docílí přesunutím výstřiku blíže k horní úvratí, což uznámých vstřikovacích čerpadel zajišťuje zpravidla hydraulický regulátor předstihu vstřiku a u řadových čerpadel dříve zmíněný odstředivý regulátor předstihu vstřiku.

Výrazného zlepšení všech parametrů motoru v celém otáčkovém režimu motoru lze však docílit takovým samočinným řízením zákona výstřiku, při kterém s klesajícími otáčkami se optimální délka (doba) výstřiku, odpovídající jmenovitým otáčkám, a konec výstřiku, vyjádřený ve stupnicích otočení klikového hřídele motoru před horní úvratí motorového císti, nemění.

Cílem vynálezu je vytvořit vstřikovací čerpadlo, které slučuje výhody známých vstřikovacích čerpadel s rozdělovačem paliva i známých řadových vstřikovacích čerpadel a navíc umožňuje jednoduchým způsobem samočinně řídit optimální délku (dobu) výstřiku v celém otáčkovém režimu motoru, a to bez potřeby hydraulického nebo odstředivého regulátoru předstihu vstřiku.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že válcový rozdělovač je od vačkového hřídele poháněn soukolím a s převodem v poměru 1:2 do pomala a ke střednímu čepu odstředivého výkonnostního regulátoru doléhá spodní rameno výkyvné dvojramenné páky, jejíž horní konec je jednak táhlem sklouben s pákou, nasazenou na hřídeli nesoucím tvarovanou kulisu, jejíž obvodu se dotýká seřizovací šroub, zašroubovaný do nosu, vytvořeného na regulační tyči, jednak táhlem je sklouben pákou, nasazenou na otočném šoupátku, uloženém těsně v tělese, kde protíná kolmo k němu vedený kanál, jehož horní konec je trubkou napojen na výtlačnou trubku, vedoucí od vstřikovací jednotky k válcovému rozdělovači a spodní konec ústí do dutiny ve skříni.

Jiným význakem pak je, že v myšleném průměru kanálu jsou šoupátkem vytvořeny paralelní rovinné plochy, propojené na jedné straně s obvodovou drážkou.

Např. pro čtyřválcový naftový motor má vstřikovací čerpadlo jednu vstřikovací jednotku známé konstrukce, používané u řadových čerpadel, poháněnou vačkou se čtyřmi palci. Píst vstřikovacího čerpadla zajišťuje při jeho natáčení konstantní začátek a proměnlivý konec výtlačku. Palivo, vytlačované touto jednotkou, je do jednotlivých výtlačných trubek a vstřikovačů rozdělováno jednoduchým válcovým rozdělovačem. Aby se dosáhlo dokonalého hydraulického vyvážení válcového rozdělovače, což je základní podmínkou jeho dlouhé životnosti a provozní spolehlivosti, je rozdělovač poháněn od vačkového hřídele převodem 1:2 do pomala.

Vstřikovací čerpadlo je vybaveno výkonostním regulátorem známé konstrukce, zpřevodovaným do rytmu, aby jeho rozměry byly co nejmenší. Od výkonostního regulátoru, jehož střední čep se při změně otáček plynule posouvá, je známým způsobem odvozena regulace dodávky paliva, přičemž je maximální vysunutí regulační tyče vstřikovacího čerpadla v závislosti na otáčkách samočinně řízení kulisou, jejíž pohyb je odvozen od středního čepu regulátoru.

Na výtlačné potrubí mezi vstřikovací jednotkou a válcovým rozdělovačem je napojeno šoupátko, jehož natáčivý pohyb je rovněž odvozen od středního čepu regulátoru. S klesajícími otáčkami odkrývá toto šoupátko stále větší úrůžez pro částečný odtok paliva ze zmíněného výtlačného potrubí do skříně vstřikovacího čerpadla. Tvar dříve zmíněné kulisy je takový, že s klesajícími otáčkami dochází k současnému pootáčení pístu směrem rostoucích vytlačovaných dávek paliva, a to tak, aby při zvětšujícím se průtočném průřezu ve zmíněném šoupátku dosahovaly vstřikované dávky paliva do motoru požadovaných hodnot. Touto paralelní činností kulisy a šoupátka se při klesajících otáčkách dosahuje opožďování začátku výstřiku a zvětšování délky (doby) výstřiku. Činnost kulisy i šoupátka lze tak vzájemně sladit, aby se při změně otáček v celém otáčkovém režimu motoru konec výstřiku vzhledem k horní úvrati motorového pístu téměř neměnil.

Příklad provedení vstřikovacího čerpadla podle vynálezu je schematicky znázorněn na připojených výkresech, kde obr. 1 znázorňuje podélný řez vstřikovacím čerpadlem pro čtyřválcový motor, obr. 1a pohled na vačku v axiálním směru vačkového hřídele; obr. 2 zvětšený osový řez válcovým rozdělovačem; obr. 2a osový pohled na válcový rozdělovač; obr. 2b, 2c a 2d pak řezy válcovým rozdělovačem; obr. 3 zvětšený pohled na šoupátko v částečném osovém řezu; obr. 3a a 3b pohled na detaily šoupátka.

Ve skříní 1 je uložen píst 2, poháněný od vačkového hřídele 3 s čtyřpalcovou vačkou 31 a natáčený známým mechanismem od regulační tyče 4.

Nad pístem 2 je ve skříní 1 uložen obyčejný zpětný ventil 5, kuželovitý nebo kuličkový, zatížený pružinou 501.

Ve skříní 1 je dále uložen výkonostní regulátor 6 známé konstrukce, s neznámými radiálně posuvnými, výkyvnými, popřípadě kulovitými závažími, poháněný od

vačkového hřídele 3 do rychla ozubenými koly 32 a 62.

Střední čep 601 regulátoru 6 působí na spodní konec dvojramenné páky 401, otočné na čepu 402, excentricky vytvořeném na hřídeli 403, uloženém otočně ve skříni 1 a opatřeném vně skříně ovládací pákou 404. Horní konec dvojramenné páky 401 působí prostřednictvím pružiny 405 na táhlo 406, spojené s regulační tyčí 4.

Regulační tyč 4 vybíhá v nos 408, do nějž je zašroubován seřizovací šroub 409, dotýkající se obvodu natáčivé tvarované kulisy 8, nasazené pevně na hřídeli 801, uloženém ve skříni 1, k němuž je připojeno rameno páky 802, skloubené táhlem 803 s horním koncem dvojramenné páky 804, otočné na čepu, uloženém ve skříni 1. Spodní rameno dvojramenné páky 804 je pružinkou 805, připevněnou jedním koncem k táhlu 803 a druhým ke skříni 1, stále dotlačováno ke konci středního čepu 601 regulátoru 6, čímž sleduje jeho pohyb při změně otáček vstřikovacího čerpadla.

K hornímu konci dvojramenné páky 804 je dále táhlem 903 přikloubena páka 902, pevně nasazená na otočném šoupátku 901, uloženém těsně v tělese 9, umístěném v horní části skříně 1. Kanál 904 v tělese 9, jdoucí kolmo k ose šoupátka 901 je horním koncem spojen potrubím 905 s výtlačnou trubicí 503, spojující výtlačný kanál 502 vstřikovací jednotky s tělesem 7 válcového rozdělovače. Spodní konec kanálu 904 ústí do vnitřního prostoru ve vstřikovacím čerpadle, jak je patrné na obr. 1.

Těleso 7 válcového rozdělovače, uložené ve skříni 1, má osu rovnoběžnou s osou vačkového hřídele 3. Válcový rozdělovač 701 těsně a otočně uložený v tělese 7, nese na svém vnějším konci ozubené kolo 702, zabírající do ozubeného kola 33 na vačkovém hřídeli 3. Převod z vačkového hřídele 3 na válcový rozdělovač je 1:2 do pomalu, takže se válcový rozdělovač 701 otáčí polovičními otáčkami než-li vačkový hřídel 3.

Válcový rozdělovač 701 má asi uprostřed délky vytvořenou po celém obvodu drážkou 703, do níž ústí kanál 704 - viz obr. 2d - k němuž je připojena výtlačná trubka 503, vedoucí od výtlačného kanálu 502 vstřikovací jednotky.

U vstřikovacího čerpadla pro čtyřválcový motor je po každé straně obvodové drážky 703 ve válcovém rozdělovači 701 vytvořeno po jednom radiálním průchozím kanálu 705 a 706, jež jsou navzájem pootočený o 45° , a propojeny s obvodovou drážkou šikmo vrtanými kanály 707, resp. 708. Při otáčení válcového rozdělovače 701 se radiální průchozí kanál 705 odkrývá postupně proti kanálům 709 a 710, vyvrtaným v tělese 7, k nimž jsou připojeny výtlačné trubky 709 a 710, vedoucí ke dvěma neznázorněným známým vstřikovačům. Kanály 709 a 710 jsou proti sobě potočeny o 90° , jak je patrné na obr. 2b.

Analogicky při otáčení válcového rozdělovače 701 se průchozí kanál 706 odkrývá postupně proti kanálům 711 a 712, vyvrtaným v tělese 7, k nimž jsou připojeny další dvě výtlačné trubky 711' a 712' - viz obr. 1, 2a, 2c - vedoucí k dalším dvěma neznázorněným vstřikovačům. Kanály 711 a 712 jsou proti sobě pootočený o 90° a rovněž o 90° jsou pootočený vzhledem ke kanálům 709 a 710-.

Vzájemná vazba vačkového hřídele 3 a válcového rozdělovače 701 je taková, že při každém výtlačném zdvihu pístu 2 - obr. 1 - je jeden z radiálních průchozích kanálů 705, resp. 706, odkryt proti jednomu z kanálů 709, 710, 711, 712.

Otočné šoupátko 901 je těsně a přitom otočně uloženo v tělese 9. Na jednom jeho konci je k němu připojena výkyvná páka 902; skloubená s táhlem 903. Proti kanálu 904 - obr. 3 a 3a - jsou na otočném šoupátku 901 vytvořeny dvě rovnoběžné plochy 906 a 907, končící na jedné straně v obvodové drážce 908, vytvořené po celém obvodu otočného šoupátka 901.

Palivo se přivádí do vstřikovacího čerpadla potrubím 11 a kanálem 12 vstupuje do pracovního prostoru nad píst 2. Tímž kanálem 12 se přebytek paliva z pracovního prostoru odvádí. Známé činnosti vstřikovací jednotky nejsou zde podrobně popisovány. Změna velikosti vytlačovaného množství paliva se provádí natáčením pístu 2 posuvem regulační tyče 4. Přitom se začátek výtlaku paliva nemění a konec výtlaku nastává tím později, čímž se dopravuje větší dávka paliva.

Za jednu otáčku vačkového hřídele 3 vykoná píst 2 čtyři výtlačné zdvihy, neboť vačka 31 má čtyři palce. Při výtlačném zdvihu pístu 2 je palivo z prostoru nad pístem 2 vytlačováno přes zpětný ventil 5 výtlačným kanálem 502 a k němu připojeným výtlačným potrubím 503 do tělesa 7 válcového rozdělovače, kde proudí kanálem 704 - obr. 2, 2a, 2b, 2c, 2d - do drážky 703 a odtud jednou z dvojic kanálů 707 a 705, resp. 708 a 706 do jednoho z kanálů 709, 710, resp. 712, 711, proti němuž je právě odkryt jeden z kanálů 705, resp. 706. Vzhledem k popsané vazbě mezi vačkovým hřídelem 3 s čtyřpalcovou vačkou 31 a válcovému rozdělovači 701 dojde za jednu otáčku vačkového hřídele 3 k postupným čtyřem výtlakům paliva, a to např. v pořadí do kanálů 709, 712, 710 a 711. Připojenými výtlačnými trubkami 709', 712', 710' a 711' - obr. 1, 2a - je pak palivo dále vytlačováno do jednotlivých vstřikovačů.

Při každém výtlačném zdvihu pístu 2, se podle natočení otočného šoupátka 901, nebo menší část vytlačovaného paliva odvádí potrubím 905 - obr. 1, obr. 3 - do horní části kanálu 904 v tělese 9 otočného šoupátka 901, kde proudí mezerou pod rovnoběžnou plochou 907 do spodní části kanálu 904 a odtud do dutiny ve skříni 1. Tím dojde po krátkém běhu vstřikovacího čerpadla k úplnému vyplnění všech dutin ve skříni 1 a přebytek stále přibývajících paliva se odvádí kanálem 13 ve skříni 1 a k němu připojeným potrubím 14 do neznázorněné palivové nádrže. Palivo, protéka-

jící takto dutinami ve skříni 1, maže veškeré mechanismy vstřikovacího čerpadla, chladí je a současně kontinuálně odvádí vznikající otěry.

Výkonnostní odstředivý regulátor 6 s posuvným středním čepem 601, kolem čepu 402 výkyvná dvojramenná páka 401, pružina 405 a táhlo 406, připojené k regulační tyči 4, zajišťují výkonnostní regulaci motoru. Pro tuto regulaci je charakteristické, že každé poloze ovládací páky 404, nasazené na hřídeli 403, odpovídá určitý malý rozsah otáček, v němž regulátor samočinně přizpůsobuje velikost vstřikovaných dávek paliva okamžitému zatížení motoru. Princip výkonnostního regulátoru je dobře znám a není zde proto blíže popisován.

Při jmenovitých otáčkách a jmenovitém výkonu motoru dopravuje vstřikovací čerpadlo jmenovitou dodávku paliva. Poloha celého mechanismu regulátoru za této situace je nakreslena na obr. 1. Pružina 405 dotlačuje horní konec dvojramenné páky 401 k hlavici 407, vytvořené na konci táhla 406. Seřizovací šroub 409 je nastaven tak, že se lehce dotýká obvodu kulisy 8. Otočné šoupátko 901 je tak natočeno, že umožňuje jen zcela nepatrný, popřípadě vůbec žádný odtok paliva z potrubí 905 do dutiny ve skříni 1.

Začnou-li otáčky vstřikovacího čerpadla klesat, při nezměněné poloze ovládací páky 404, posouvá se střední čep 601 výkonnostního regulátoru 6 vlivem úbytku odstředivých sil, směrem od vstřikovací jednotky. Tento pohyb sledují obě dvojramenné páky 401 a 804. Vlivem velkého pákového převodu dvojramenné páky 401 - asi 1:4 - začne se pružina 405 horním koncem dvojramenné páky 401 stlačovat a přitlačovat více seřizovací šroub 409 ke kulise 8. Působením dvojramenné páky 804 se současně natáčí jak kulisa 8, tak i otočné šoupátko 901. Natáčením otočného šoupátka 901 se v něm zvětšuje průtočný průřez, takže větší množství paliva z výtlačné trubky odtéká kanálem 904 do dutiny ve skříni 1. Aby přitom neklesala velikost dávek paliva vstřikovaných do motoru, je obvod kulisy 8, tvořen tak, že při jejím zmíněném nátačení dochází současně k posunu regulační tyče 4 směrem rostoucích dávek paliva. Popsaným současným nátačením šoupátka 901 a posuvem regulační tyče 4 dochází při klesajících otáčkách, při přibližně se neměnné velikosti vstřikovaných dávek paliva, k opožďování začátku výstřiku při současném prodloužení délky (doby) výstřiku tak, že konec výstřiku zůstává přibližně nezměněn.

V údobí každého účinného výtlačku paliva nachází se palivo o vysokém tlaku jednak v obvodové drážce 703 na válcovém rozdělovači 701, jednak v průchozích kanálech 705 a 706. Tím, že jsou tyto kanály průchozí, nevzniká na válcový rozdělovač 701 žádná radiální síla pocházející od tlaku paliva, takže je válcový rozdělovač 701 dokonale tlakově vyvážen. Tato úprava průchozích kanálů 705 a 706 je umožněna tím, že je válcový rozdělovač 701 poháněn od vačkového hřídele převodem 1:2 do pomalu. Dokonalé tlakové vyvážení válcového rozdělovače 701 umožňuje jeho lehké otáčení a zaručuje jeho provozní spolehlivost a vysokou životnost.

Konec výtlačku paliva nastává poté, co regulační hrana 21 na pístu 2 odkryje kanál 12. V pracovním prostoru nad pístem 2 klesá prudce tlak, takže přetlakem paliva ve výtlačné trubce 503 a působením pružiny 501 se zpětný ventil 5 uzavře. Palivo, stlačené ve výtlačné trubce 503, v kanálech válcového rozdělovače 701 a v příslušné výtlačné trubce vedoucí od válcového rozdělovače 701 ke vstřikovači, expanduje odkrytým průřezem v otočném šoupátku 901 tak dlouho, až klesne na hodnotu tlaku v dutině skříně 1, který se přibližně rovná tlaku atmosférickému.

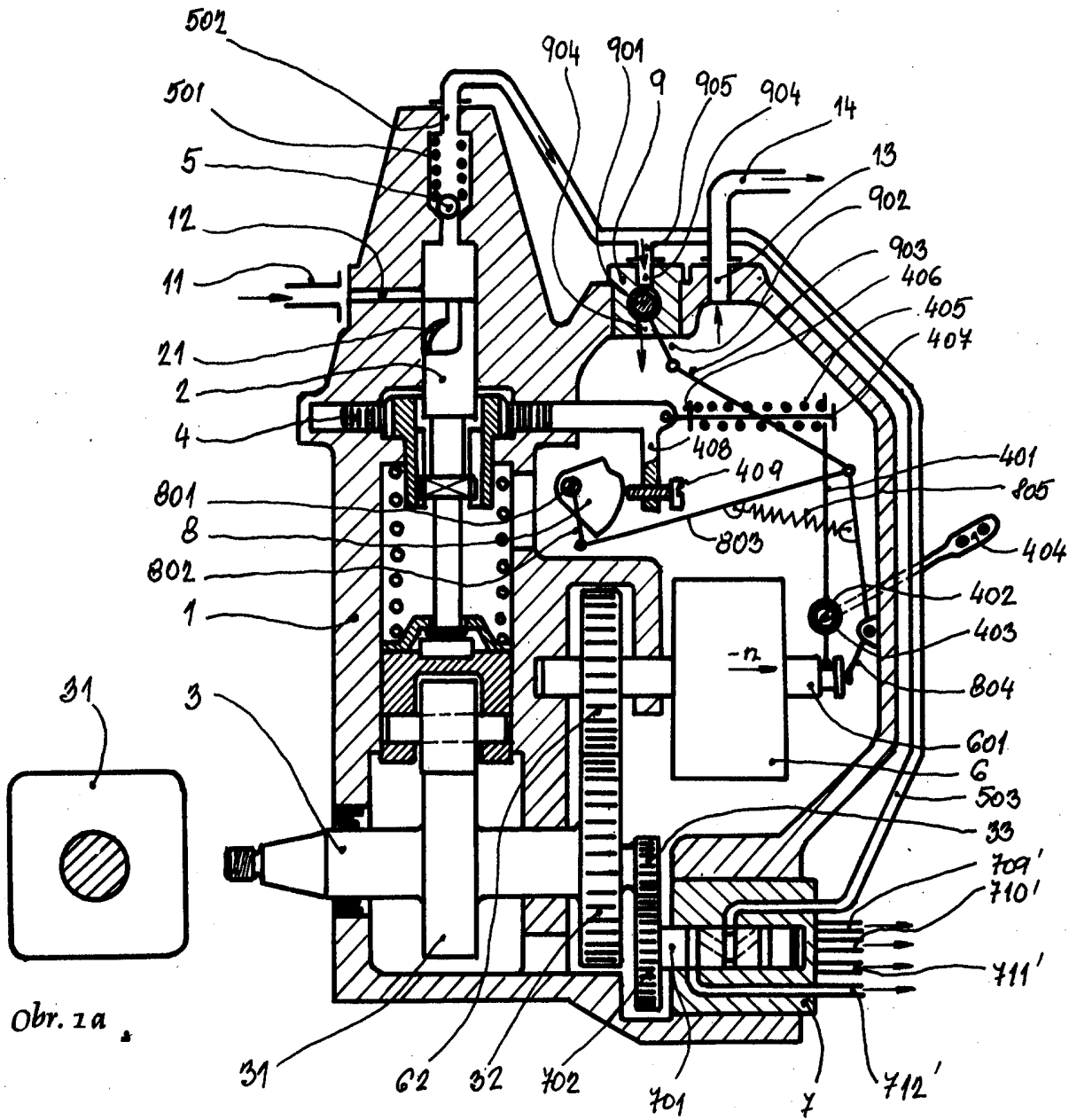
Na vyobrazeních je schematicky nakresleno vstřikovací čerpadlo pro čtyřválcový motor. Analogicky lze vytvořit vstřikovací čerpadlo této koncepce pro motory s menším i větším počtem válců. Např. pro šestiválcový motor má vstřikovací čerpadlo dvě vstřikovací jednotky s třípalcovými vačkami a jeden, popřípadě dva, válcové rozdělovače. Tato koncepce je vhodná i pro motory s vidlicovým uspořádáním válců. Např. pro osmiválcový motor má vstřikovací čerpadlo dvě vstřikovací jednotky s čtyřpalcovými vačkami a pro každou řadu motorových válců po jednom válcovém rozdělovači.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Vstřikovací čerpadlo, zejména pro vozidlové naftové motory, s nejméně jednou vstřikovací jednotkou, jejíž píst je prostřednictvím pístového zvedáku poháněn vícepalcovou vačkou a pro změnu velikosti dodávky natáčen regulační tyčí, a z nejméně jedním válcovým rozdělovačem, poháněným od vačkového hřídele, který současně pohání odstředivý výkonnostní regulátor, vyznačující se tím, že válcový rozdělovač (701) je od vačkového hřídele (3) poháněn soukolím tvořeným ozubeným kolem (33) a ozubeným kolem (702) s převodem v poměru 1:2 do pomala a ke střednímu čepu (601) odstředivého výkonnostního regulátoru (6) doléhá spodní rameno výkyvné dvojramenné páky (804), jejíž horní konec je jednak táhlem (803) sklouben s pákou (802) nasazenou na hřídeli (801) nesoucím tvarovanou kulisu (8), jejíž obvodu se dotýká seřizovací šroub (409), zašroubovaný do nosu (408) vytvořeného na regulační tyči (4), jednak táhlem (903) je sklouben s pákou (902) nasazenou na otočném šoupátku (901), uloženém těsně v tělese (9), kde protíná kolmo k němu vedený kanál (904), jehož horní konec je potrubím (905) napojen na výtlačnou trubku (503), vedoucí od vstřikovací jednotky k válcovému rozdělovači (701) a spodní konec ústí do dutiny ve skříni (1).

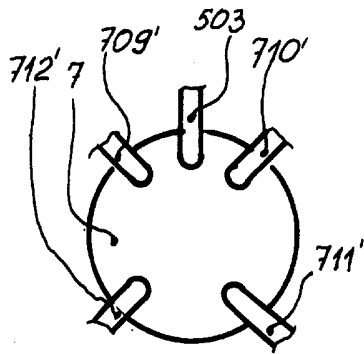
2. Vstřikovací čerpadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že v myšleném průmětu kanálu (904) na otočném šoupátku (901) jsou vytvořeny rovnoběžné rovinné plochy (906) a (907), propojené na jedné straně s obvodovou drážkou (908).

3 výkresy

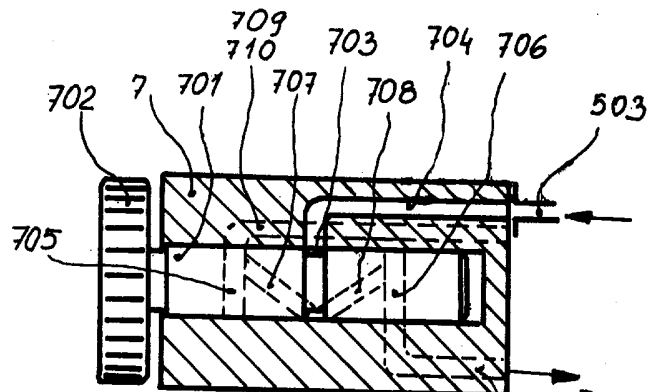


Оbr. 1а

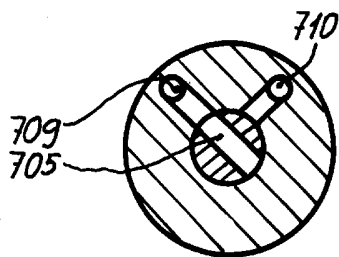
Оbr. 1



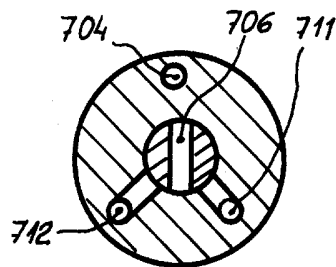
Obr. 2a



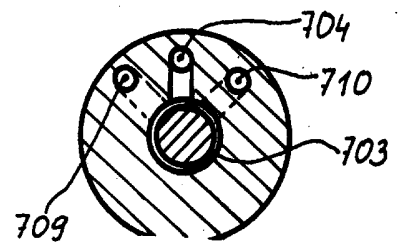
Obr. 2



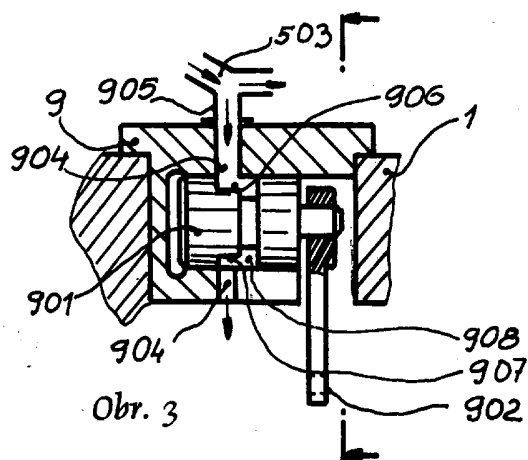
Obr. 2b



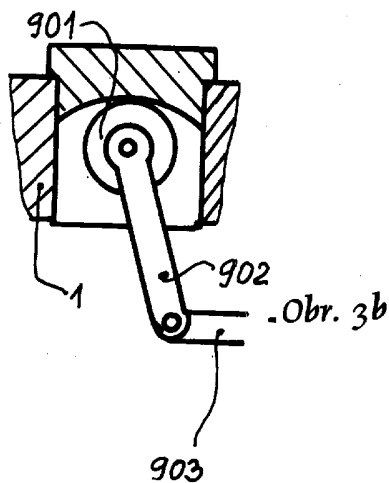
Obr. 2c



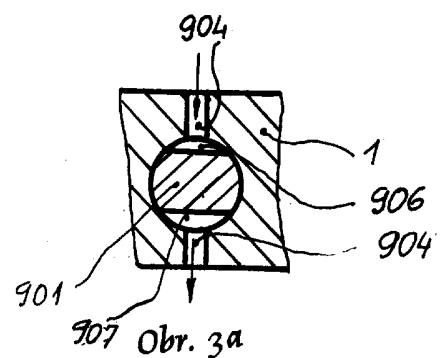
Obr. 2d



Obr. 3



Obr. 3b



Obr. 3a