



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 30 01 84
(21) PV 664-84

(40) Zveřejněno 31 08 85

(45) Vydáno 15 04 87

(51) Int. Cl.⁴

F 04 B 43/12

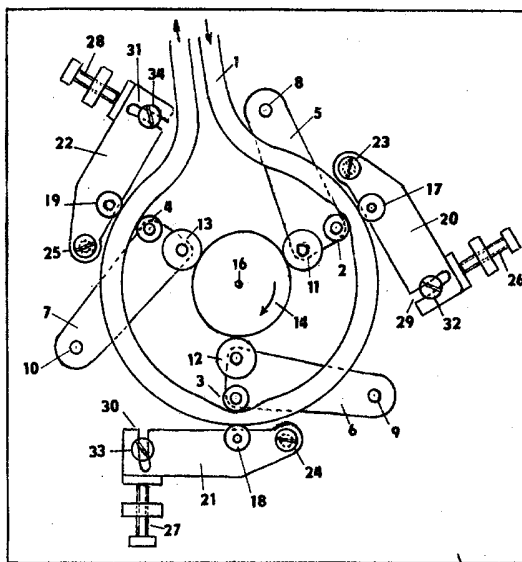
(75)

Autor vynálezu

FAHRICH VLADIMÍR ing., PRAHA

(54) Peristaltické hadičkové čerpadlo

Peristaltické hadičkové čerpadlo je určeno pro čerpání velmi malých množství tekutin s dobře reprodukovatelnou proporcionalitou mezi množstvím odměřené tekutiny a počtem otáček pohonného hřídele. Kruhově stočená hadička je periodicky postupně stlačována tlačnými palci proti dorazovým palcům. Tlačné palce jsou nesené symetricky do kruhu seřazenými točnými rameny, která se kladkami opírají o ústřední vačku na hřídeli pohonného orgánu. Tvar vačky je specifikován. Optimální přítlak hadičky v jednotlivých tlačných systémech se jemně nastává seřízením polohy dorazových palců.



Obr. 1

Vynález se týká uspořádání hadičkového peristaltického tlačkového čerpadla, vhodného zejména pro reprodukovatelné čerpání malých množství tekutin.

Většina používaných peristaltických čerpadel pracuje s hadičkovou smyčkou, kde na vnější straně se hadička opírá o válcovou stěnu pouzdra, zatímco z vnitřní strany jí stlačují kroužící válečky zprostředkovávající čerpání.

Přítlak válečků obstarávají pružiny neb péra. Nevýhodou tu je skutečnost, že pro zaručení těsného sevření hadičky v místě působení válečku musí být pro jistotu použito poměrně značné přítlačné síly.

To vede brzy k opotřebení a ztrátě pružnosti hadičky. V tomto směru jsou výhodnější tlačkové systémy, kde je možné individuálně seřídit stisk hadičky v přítlačném místě jen natolik, aby se hadička bezpečně uzavřela, aniž by se přílišným tlakem poškozovala.

Jsou pak užívána čerpadla se systémy lineárně seřazených tlaček, ovládaných příslušným počtem vaček, neb čerpadla s dvoupákovým dvojčinným systémem, jejichž výhodou je to, že se u nich vystačí pouze se dvěma vačkami.

Podstata předmětného peristaltického hadičkového čerpadla tkví v uspořádání, kde čerpadlová hadička, kruhové stočená v rovině rovnoběžné s rámem čerpadla, obepíná tlačné palce upevněné na kruhové seřazených tlačných ramenech.

Tlačná ramena jsou otočná kolem ramenových os kolmých k rámu čerpadla a opírají se kladkami o vačku na ose pohonného orgánu rovněž kolmé k rámu čerpadla. Radiálně vůči ose pohonného orgánu proti tlačným palcům na vnější straně hadičky jsou situovány dorazové palce.

Tyto jsou upevněny na seřizovacích ramenech přidržívaných k rámu čerpadla jednak osovými šrouby, jednak přichytnými šrouby v drážkách, umožňujících pootáčení seřizovacích ramen kolem osových šroubů.

Seřizovací ramena jsou pak ještě z vnějšku opřena o seřizovací šrouby uložené na rámu čerpadla, s nímž je osa šroubů rovnoběžná. Výhody přináší zejména symetrické rozmístění tlačných ramen vůči ose pohonného orgánu, kdy systém tvoří rovnostranný trojúhelník se středem v této ose, v jehož rozích jsou přítlačné systémy s přítlačnými palci.

Vačka je pak tvořena nejlépe dvěma kruhovými úseky, jednak úsekem radiálním, jednak úsekem prohlubňovým, jehož střed je posunut za osu pohonného orgánu. Poloměry kruhových úseků jakož i posuv prohlubňového úseku musí být voleny tak, aby průsečíky úseků, tj. průsečík náběhový a průsečík výběhový, omezovaly délku radiálního úseku pouze v rozsahu 120 - 200 úhlových stupňů.

Jde-li o to zajistit předpoklady pro rovnoměrnost kroutící zátěže osy pohonného orgánu, hodí se vytvořit na vačce vyboulení, začínající v místě na obvodu vakvy ležícím 120 úhlových stupňů proti směru otáčení od výběhového průsečíku.

Výhodou předmětného uspořádání hadičkového čerpadla je jeho jednoduchost ve srovnání s jinými tlačkovými systémy, a skutečnost, že aparatura čerpadla pracuje s jedinou vačkou. Při vhodném tvarování vačky lze dosáhnout toho, že síla vyvozená uvolněním stisku hadičky v jednom rameni, může kompenzovat sílu potřebnou k stisku hadičky v předchozím rameni.

Pro pohon čerpadla vystačí se pak s motorkem o malém výkonu. Kruhové uspořádání ramen a vůbec celého systému je rovněž úsporné z hlediska prostornosti. Přitom jsou zachovány všechny výhody, jaké přináší tlačkový princip, zejména dlouhá životnost hadičky a v neposlední řadě reprodukovatelnost přečerpaného množství tekutiny ve vztahu k počtu otáček pohonného orgánu čerpadla.

Uspořádání peristaltického hadičkového čerpadla je znázorněno na připojených nákresech, z nichž obr. 1 představuje celek systému čerpadla, obr. 2 pak detailní provedení vačky.

Střed třítlakového systému čerpadla, jak patrně z obr. 1, tvoří vačka 14 na ose 16 pohonného orgánu, kolmo procházející rámem 15 čerpadla. Souměrné a rovnoměrné kolem osy 16 jsou rozmístěna tlačná ramena 2, 6, 7, otočná kolem ramenových os 8, 9, 10, zakotvených vertikálně v rámu 15 čerpadla.

Ramena 2, 6, 7 tangenciálně dosedají kladkami 11, 12, 13 na vačku 14, na vnější straně nesou pak tlačné palce 2, 3, 4. Proti nim jsou radiálně vůči ose 16 situovány dorazové palce 17, 18, 19 nesené seřizovacími rameny 20, 21, 22.

Tato jsou upevněna na rámu 15 čerpadla jednak osovými šrouby 23, 24, 25, jednak příchytnými šrouby 32, 33, 34 v drážkách 29, 30, 31. Drážky jsou kruhovitě zakřiveny tak, aby umožňovaly otáčení seřizovacích ramen 20, 21, 22 kolem osových šroubů 23, 24, 25.

Seřizovací ramena 20, 21, 22 se z vnější strany opírají o boční seřizovací šrouby 26, 27, 28 vešroubované v hranolech zakotvených v rámu 15 čerpadla. Mezi tlačné palce 2, 3, 4 a dorazové palce 17, 18, 19 je volně vložena čerpadlová hadička 1 stočená ve smyčku v rovině rovnoběžné s rámem 15 čerpadla.

Jak patrně z nákresu na obr. 1 tvoří tlačkové systémy s tlačnými palci 2, 3, 4 rovnostranný trojúhelník, kde osa 16 výstupní hřídele pohonného orgánu je v jeho středu.

Nestejnouměrnost torzního odporu, jaký během jedné otáčky klade systém tlačných ramen 2, 6, 7 otáčení výstupního hřídele pohonného orgánu značně závisí na tom, jaký tvar je dán vačce 14. S ohledem na spolehlivý rozběh rozhoduje tento faktor i o požadavcích na výkon motoru čerpadla.

Příklad po této stránce dobře vyhovující vačky představuje obr. 2. Výhodou je tu i snadná vyrobiteľnosť vačky. Vačka 14 je tu tvořena dvěma kruhovými úseky, jednak úsekem radiálním 35 o poloměru r_r , u něhož střed leží v ose 16, jednak úsekem prohlubňovým 36 o poloměru r_p , kde střed kruhu je posunut za osu 16.

Průsečíky příslušných kružnic určují, v kterém okamžiku začne to které rameno 2, 6, 7 hadičku 1 plně uzavírat resp. uvolňovat. Na obr. 2 se, jak je šipkou naznačeno, vačka 14 otáčí ve směru pohybu hodinových ručček. Pak průsečík kružnic, kterým vačka 14 nabíhá na kladky, lze označit jako průsečík náběhový 37, druhý pak jako průsečík výběhový 38.

Má-li pak při rovnoměrném rozmístění tlačných ramen 2, 6, 7 vznikat v hadičce 1 posuv tekutiny, musí průsečíky 37, 38 omezovat délku oblouku radiálního úseku 35 v rozsahu 120 -- 200 úhlových stupňů.

Příklad vačky s dobře vyhovujícími rozměry podává přímo obr. 2. Zde je poloměr r_p kruhu prohlubňového úseku 36 k poloměru r_r kruhu radiálního úseku 35 v poměru $r_p / r_r = 0,96$. Střed kruhu prohlubňového úseku 36 je pak za osu 16 posunut o $0,072 r_r$.

I když popsany tvar vačky při každém přitlaku hadičky jen mírně zbrzdí otáčení výstupního hřídele pohonného orgánu a opačně působí při uvolňování stisku, vznikají v souvislosti s tím nežádoucí periodicky rychle se opakující změny směru záběru v soukolí pohonného orgánu. Tomto nedostatku se čelí tím, že na osu 16 čili na výstupní hřídel pohonného orgánu se za vačku 14 vloží setrvačnick.

Při postupném rovnoměrném stlačování hadičky neroste potřebná přitlačná síla stejnoměrně.

Daleko největšího stisku je zapotřebí, když se hadička právě tlakem uzavírá. V tom momentě je brzdicí účinek příslušného tlačného ramene na pohon největší. Opačné při uvolňování stisku napomáhá hadička otáčení výstupního hřídele.

Jde-li o to zrovnoměrnit torzní pulzaci přenášenou na výstupní hřídel v maximální míře lze k tomuto cíli tvar vačky 14 dále upravit. Při předemtném uspořádání čerpadlového systému třeba vytvořit podmínky, aby otáčivý moment vyvíjený při uvolňování stisku hadičky 1 u jednoho z tlačných ramen 2, 6, 7, kompenzoval brzdicí moment vznikající při přítlaku prostředkovaném tlačným ramenem následným.

Je pak účelné upravit tvar vačky 14 vyboulením 39 na jejím obvodu, jak je naznačeno čárkovaně na obr. 2. Toto začíná 120 úhlových stupňů proti směru otáčení výstupního hřídele pohonného orgánu od výběhového průsečíku 38. Průběh vyboulení vytvoří se podle empiricky stanovené přítlačové charakteristiky hadičky 1.

Charakteristika závislosti přítlačné síly na hloubce stisku je specifická jednak pro druh materiálu hadičky, jednak pro poměr tloušťky její stěny k světlosti. U předemtného systému lze při správně navrženém průběhu vyboulení 29 vačky 14 dosáhnout téměř rovnoměrného torzního zatížení pohonu.

S čerpadlem se pracuje následovně: Nejprve se seřídí přítlaky jednotlivých ramen. Proveďte se to např. tak, že se nejprve postupným pootáčením vačky 14 uvolní hadička 1 ze sevření dvou ze tří ramen, třeba ramen 21 a 22, kde stlačení uskutečňují palce 3 a 18 a 4 a 19. Jeden konec vývodu hadičky se zasune pod hladinu tekutiny v nádobce a na druhý konec se napojí zdroj přetlakového vzduchu, pak se mírně povolí osové a přichytné šrouby 23 a 32, načež se bočním šroubem 26 otáčí nejprve tak, aby se hadička ze sevření uvolnila, což se projeví unikáním vzduchu v nádobce.

Pak se boční šroub 26 pozvolna dotahuje, až vzduch přestane unikat. Nato se šrouby 23 a 32 dotáhnout. Podobným postupem se seřídí maximální sevření zbývajících dvou ramen 21 a 22. Když se poté pootáčením vačky 14 hadička vtlačí do všech tlačkových systémů, je čerpadlo připraveno k provozu.

Otáčí-li se vačka 14 ve směru šipky a hadička je sacím koncem napojena na zásobník tekutiny, protlačuje se prostřednictvím svíraných palců tekutina nuceně hadičkou ve směru vyznačeném šipkami do vývodu.

Děj čerpání má pulzující charakter, což obecně platí o všech peristaltických čerpadlech. V daném případě je puls třídobý, na vstupu dvě doby aktivní představují sání, jedna doba s negativním efektem představuje výtlač. Na výstupu je tomu naopak. Použije-li se pro pohon čerpadla synchronní motor, je množství přečerpané tekutiny v delším časovém úseku dobře úměrné době čerpání.

Na analogickém principu může být čerpadlo konstruováno i s větším počtem ramen. Pak je poměr aktivních dob vůči negativní době příznivější.

Čerpadlo může najít použití všude tam, kde jde o čerpání velmi malých množství tekutin, a kde se zároveň požaduje dobrá reprodukovatelnost co do čerpaného množství. Proto se např. čerpadlo hodí pro čerpání titrační tekutiny u automatických titrátorů.

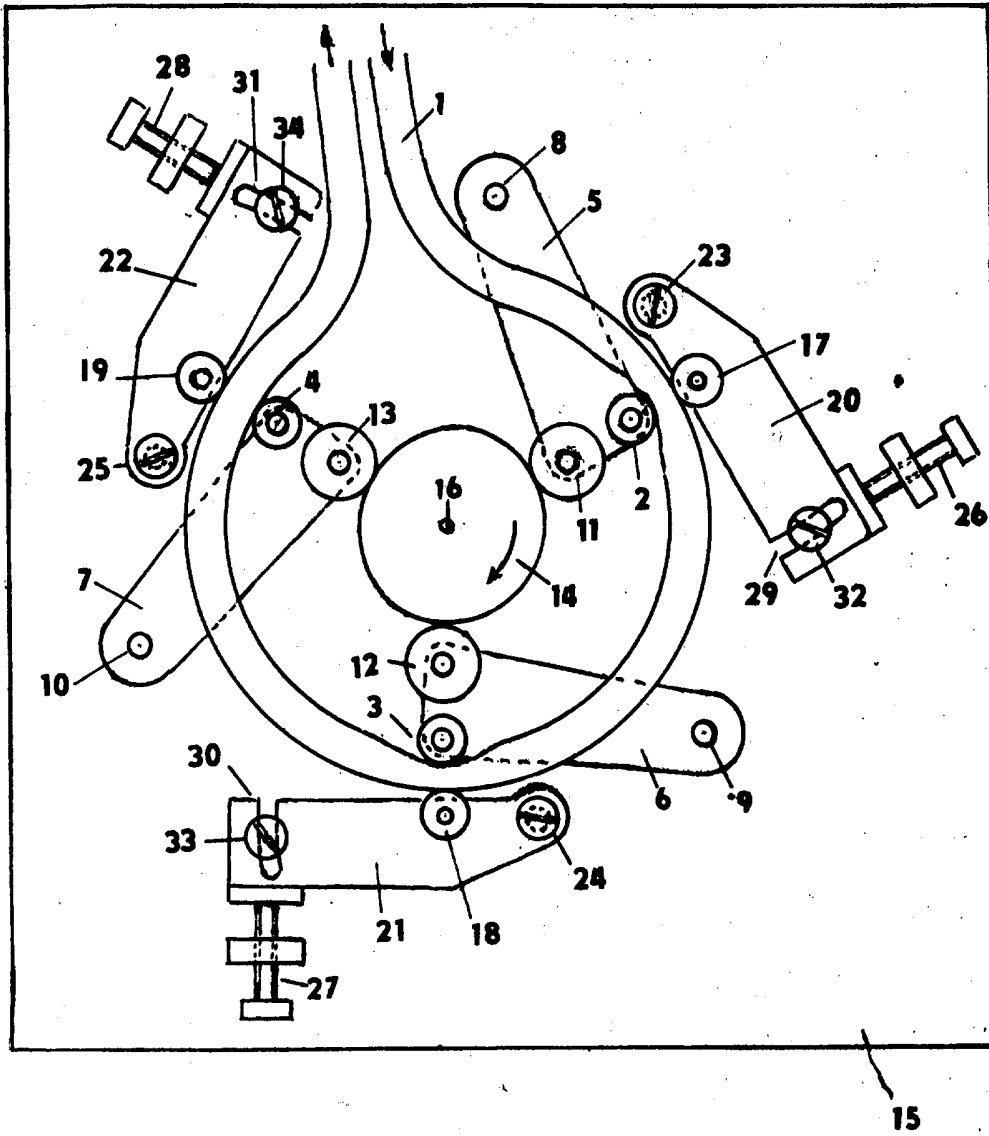
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Peristaltické hadičkové čerpadlo s nejméně třemi sekvenčně pracujícími tlačkami vyznačené tím, že čerpadlová hadička (1) kruhově stočená v rovině rovnoběžné s rámem (15) čerpadla, obepíná tlačné palce (2, 3, 4) upevněné na tangenciálně do kruhu seřazených tlačných ramenech (5, 6, 7) otočných kolem kolmo k rámu (15) směřujících ramenových os (8, 9, 10) a opřených kladkami (11, 12, 13) o vačku (14) na ose (16) výstupní hřídele pohonného orgánu rovněž kolmo k rámu (15) uložené, přičemž dále jsou radiálně vůči ose (16) pohonného orgánu proti tlačným palcům (2, 3, 4) na vnější straně hadičky (1) situovány dorazové palce (17, 18, 19) upevněné na seřizovacích ramenech (20, 21, 22) přidržených k rámu (15) jednak osovými šrouby (23, 24, 25), jednak příchytnými šrouby (32, 33, 34) v drážkách (29, 30, 31), kterážto seřizovací ramena (20, 21, 22) jsou z vnějšku opřena o boční rovnoběžně s rámem (15) uložené seřizovací šrouby (26, 27, 28).

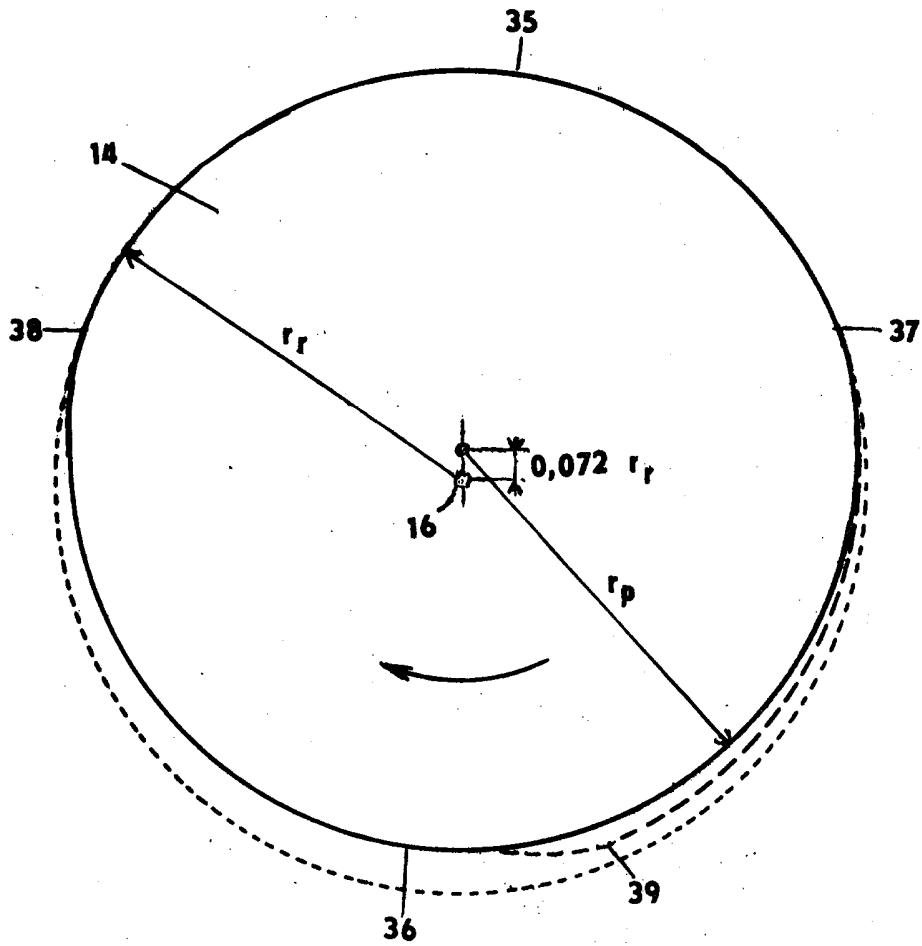
2. Peristaltické hadičkové čerpadlo podle bodu 1, vyznačené symetrickým rozmištěním tlačných ramen (5, 6, 7) vůči ose (16) výstupní hřídele pohonného orgánu tak, aby systém tvořil rovnostranný trojúhelník se středem v ose (16), v jehož rozích jsou přítlačné systémy s tlačnými palci (2, 3, 4), kde pak vačka (14) je tvořena dvěma kruhovými úseky (35, 36), totiž úsekem radiálním (35) a úsekem prohlubňovým (36), který má střed posunutý za osu (16) tak, aby průsečíky příslušných kružnic, tj. průsečík náběhový (37) a průsečík výběhový (38), omezovaly délku oblouku radiálního úseku (35) v rozsahu 120 - 200 úhlových stupňů.

3. Peristaltické hadičkové čerpadlo podle bodu 2, vyznačené tím, že na hřídeli pohonného orgánu je setrvačnick.

4. Peristaltické hadičkové čerpadlo podle bodu 2, vyznačené vyboulením (39) vačky (14) začínajícím v místě na obvodu vačky (14) ležícím 120 úhlových stupňů proti směru otáčení od výběhového průsečíku (38).



Obr. 1



Obr. 2