



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 215159

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 01 79
(21) PV 99 - 79

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³ G 05 D 7/06

(40) Zveřejněno 30 01 81
(45) Vydáno 15 10 82

(75)

Autor vynálezu BLÁHA JIŘÍ ing., KYJOV

(54) Způsob regulace čerpaného množství peristaltických čerpadel a zařízení
k provádění tohoto způsobu

Způsob regulace čerpaného množství peristaltických čerpadel založený na registraci průchodu kapky čerpaného média, vyznačující se tím, že kapka čerpaného média, postupujícího z čerpadla směrem do čerpaného prostoru, rozptýlí světelný paprsek, kterým prochází, změna světelného toku se přemění na elektrický impuls a analogovou integrací kontinuálního toku těchto impulsů se vytvoří hodnota stejnosměrného napětí pro nastavení počtu otáček regulátoru motoru

Vynález se týká způsobů regulace čerpaného množství peristaltických čerpadel, umožňující dosažení vysoké přesnosti, dlouhodobé stability nastaveného čerpaného množství a zavedení signalizace očekávaného a existujícího havarijního stavu čerpadla. Vynález se týká také zařízení k provádění tohoto způsobu.

Peristaltická čerpadla se používají v chemii a zdravotnictví k čerpání přesných a relativně velmi malých množství. Běžně dostupná čerpadla tovární výroby umožňují nastavení čerpaného množství pouze skokem, a to hrubě volbou převodového poměru mechanické převodovky a jemně volbou různých průměrů čerpacích hadiček. Nastavování čerpaného množství tímto způsobem je nutné provádět vždy zkusmo a díky nutným výměnám čerpacích hadiček je velmi zdlouhavé. Přesnou požadovanou hodnotu čerpaného množství zpravidla nelze nastavit z důvodu omezeného sortimentu čerpacích hadiček a nastavená hodnota je časově nestabilní z následujících důvodů :

Během provozu dochází k mechanickým deformacím čerpací hadičky, čímž se mění její efektivní průměr. V čerpací hadičce může také během provozu docházet ke změnám efektivního průměru usazováním kalu nebo nárůstem biomasy na jejích vnitřních stěnách.

Peristaltická čerpadla jsou většinou vybavena pro nepřetržitý provoz a proto bývá pohon řešen asynchronním motorem. Nastavení požadovaného čerpaného množství změnou otáček tohoto motoru je dosti obtížné a bez použití zpětnovazebního regulátoru většinou vůbec nelze udržet otáčky na konstatní nastavené hodnotě. I s přesně regulovaným motorem však z výše uvedených důvodů není možné docílit dlouhodobé stability nastaveného čerpaného množství.

Z výše uvedeného plyne, že nelze definovat vztah mezi otáčkami pohonného motoru a čerpaným množstvím, a regulaci tudíž odvodit od otáček motoru. Jediným řešením je regulace podle skutečného čerpaného množství. Běžně používané průtokoměry není možné v našem případě použít pro velmi malé absolutní hodnoty čerpaných množství a možnost usazování kalu na funkčních částech průtokoměrů.

V anglickém patentu č. 1 499 875 je popsáno zařízení k automatickému dávkování tekutin ve zdravotnických aplikacích se samospádem přitékající tekutinou, jejíž žádaný průtok je nastavován ručním zaškrcením přítokové hadičky ke kapkovému měřicímu čidlu se zásobníkem. Odtud je tekutina dopravována čerpadlem, řízeným četností kapek, k pacientovi. Regulace čerpaného množství je zde založena na dávkování diskrétních kvant čerpané tekutiny a díky způsobu vyhodnocení a zpracování informace o počtu kapek vyžaduje pohon čerpadla speciálním krokovým motorem. Vykazuje-li průtok tekutiny kapkovým snímačem očekávaný počet kapek v daném časovém úseku, je motor spouštěn v pravidelných intervalech. V případě změny počtu kapek se úměrně mění interval spouštění motoru. Nevýhodou této regulace je nemožnost dosažení kontinuálního průtoku přesně nastaveného množství, nízká spolehlivost

při čerpání usazovatelných tekutin způsobená snadným ucpáním snímače kapek, jehož průtok není nucený čerpadlem. Při výraznějším poklesu průtoku snímačem kapek vyžaduje zařízení manuální zásah, protože neumožňuje automatickou nápravu tohoto stavu.

Dále je známo zařízení podle francouzského patentu č. 2 331 088, kde je řešena regulace průtoku automatickým zaškrcováním hadičky na výstupní straně kapkového snímače průtoku a vlastní registrace kapky prolétávající snímačem pomocí zjišťování změny frekvenčních poměrů oscilačního systému, jehož rezonanční kapacitu tvoří dvě destičky, mezi nimiž prolétává registrovaná kapka. Uvedené zařízení má některé nevýhody: Řízení průtoku zaškrcováním hadičky se na základě zkušeností jeví jako nespolehlivé při práci s tekutinami vykazujícími biologickou aktivitu či usazovatelnost. Navíc zaškrcování hadičky za měřicím členem přináší s sebou možnost výskytu havarijního stavu zařízení, dojde-li k přeplnění snímače čerpanou tekutinou. Elektronické řešení zábrany tohoto stavu by zbytečně zkomplikovalo celé zařízení. Vlastní registrační zařízení průletu kapky nefunguje pro čerpané tekutiny s velmi malou permitivitou, jako např. destilovaná voda, líh, atd. Zařízení jako celek vyžaduje navíc další automaticky řízený elektromechanický zaškrcovač hadičky.

Uvedené nevýhody a omezující faktory se odstraní u způsobu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že kapka čerpaného média, postupujícího z čerpadla směrem do čerpaného prostoru, rozptýlí světelný paprsek, kterým prochází, změna světelného toku se přemění na elektrický impuls a analogovou integrací kontinuálního toku těchto impulsů se vytvoří hodnota stejnosměrného napětí pro nastavení počtu otáček regulátoru motoru.

K provádění tohoto způsobu slouží zařízení, sestávající se ze snímače průtoku čerpaného média spojeného s regulátorem počtu otáček motoru, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na výstup snímače průtoku je zapojen spouštěcí vstup impulsního generátoru, na jehož výstupu je zapojen analogový integrátor, který je přes nastavovací člen spojen s regulátorem otáček motoru.

Snímač průtoku sestává ze zvonu, který je fixován na skleněném nástavci čerpací hadičky, v jehož stěnách jsou umístěny kolmo k jeho ose dvě světlovodné trubičky, jedna se zabudovanou světlo emitující diodou, druhá s fototransistorem a před ním umístěným červeným filtrem, přičemž fototransistor se nachází v optické ose paprsku světlo emitující diody.

Na výstup nastavovacího členu je zapojen jednak regulátor otáček motoru, jednak signalizační zařízení, na jehož jeden výstup je zapojeno návěstidlo a na jehož druhý výstup je vázán blokovací vstup regulátoru otáček motoru, umožňující zastavení chodu čerpadla.

Popisovaný způsob a zařízení mají tyto výhody:

Odstraní dřívější zdlouhavé nastavování požadovaného čerpaného množství výměnami čerpacích hadiček.

Umožňují dosažení dlouhodobé stability nastaveného čerpaného množství a jeho udržování s relativně velkou přesností, bez ohledu na usazování a stav opotřebení čerpací hadičky nebo nárůst biomasy v celém čerpacím kanálu.

Umožňují signalizaci očekávaného havarijního stavu, daného poruchou čerpací hadičky a to s dostatečnou, předem nastavitelnou časovou rezervou a signalizaci havarijního stavu existujícího, spojenou se zastavením chodu čerpadla.

Čerpat je možno i do prostoru pod tlakem - např. pod hladinu, do dna nádoby, atd., s tím, že snímač průtoku je zapojen na pomocnou reversní větev. Toto řešení umožňuje hermetizovat čerpací kanál a pracovat tedy i s látkami, které nesmí přijít do styku s okolní atmosférou.

Příkladné provedení vynálezu je dále popsáno a schematicky znázorněno na výkresech, kde obr. 1 a obr. 2 znázorňují bloková schemata dvou základních provedení popisovaného zařízení a obr. 3 představuje řešení snímače čerpaného množství.

Zařízení podle obr. 1 sestává ze snímače průtoku 3 s optickým systémem tvořeným světloemitující diodou 3a a fototransistorem 3e, který je připojen do vstupního obvodu registrátoru změn 4, na jehož výstup je připojen impulsní generátor 5, k jehož výstupu je připojen analogový integrátor 6, který je přes nastavovací člen 7 spojen s regulátorem 8 otáček motoru 1. Vlastní požadavek čerpaného množství se manuálně vkládá nastavovacím prvkem w nastavovacího členu 7, jehož výstup je zapojen také na vstup signalizačního zařízení 10 s nastavitelným prahem y, jeden výstup signalizačního zařízení 10 je spojen s návěstidlem 11 a druhý s blokovacím vstupem regulátoru otáček 8, ke kterému je rovněž připojeno čidlo 12 skutečných otáček motoru 1, jehož hřídel pohání čerpadlo 2, spojené čerpací hadičkou H₁ se zásobní nádobou 9 čerpaného média a hadičkou H₂ se snímačem průtoku 3. Ve vyobrazení sestavy motor 1 - čerpadlo 2 označuje šipka g smysl otáčení rotoru čerpadla.

Zařízení z obr. 2 má totožné blokové zapojení elektronické části jako zařízení na obr. 1. Rozdíl spočívá pouze v systému vedení čerpacích hadiček, které spojují jednotlivé části následovně. Hlavní čerpací větev je tvořena zásobní nádobou 9 čerpaného média, čerpací hadičkou H₁ spojující nádobu 9 s čerpadlem 2 a nádobou 13, která je spojena s čerpadlem 2 hadičkou H₂. Pomocná, nebo také měřicí větev je tvořena hadičkou H₃ spojující nádobu 9 s čerpadlem 2 a hadičkou H₄, spojující čerpadlo 2 se snímačem průtoku 3. Ostatní je shodné s obr. 1, možné varianty sestavy jsou popsány v dalším textu.

Zařízení zobrazené na obr. 1 slouží k běžnému čerpání do prostoru o normálním atmosférickém tlaku. Čerpané médium z nádoby 2 je dopravováno čerpadlem 2 až ke snímači průtoku 3. Snímací fototransistor 3e snímače průtoku 3 je připojen na registrátor 4 změny jeho pracovního režimu, daných průletem kapky. Vyhodnocená informace spouští impulsní generátor 5, na jehož výstupu je po průletu kapky vygenerován vždy jeden impuls přesně definovaného tvaru. Střední hodnota toku generovaných impulsů je zjišťována analogovým integrátorem 6, na jehož výstupu je zapojen ručně ovládaný nastavovací člen 7 s ovládacím prvkem w, který slouží k nastavení požadovaného čerpaného množství. Výstupní napětí nastavovacího členu 7 již přímo nastavuje regulátoru 8 požadavek otáček motoru čerpadla a je dále přivedeno na signalizační zařízení 10 s ručně nastavitelným prahem Y, definujícím časový předstih signalizace očekávaného havarijního stavu a s fixně nastaveným prahem signalizace havarijního stavu existujícího. Signalizace očekávaného havarijního stavu je odvozena od informace o poměrném zvýšení otáček motoru čerpadla o určitou, prahem Y předem nastavenou velikost, při konstantním čerpaném množství. Obdobně signalizace existujícího havarijního stavu je odvozena od informace o nulovém, nebo relativně velmi malém čerpaném množství při maximálních otáčkách čerpadla. Na výstup signalizačního zařízení 10 je zapojeno optické nebo akustické návěstidlo 11 a blokovací vstup regulátoru 8, zabezpečující zastavení chodu čerpadla při indikaci poruchy.

Obr. 2 ukazuje schéma zařízení vhodného k čerpání pod hladinu, nebo pro aplikace, kdy čerpané médium nesmí přijít do styku s okolní atmosférou. Peristaltická čerpadla mají vždy možnost založení většího počtu čerpacích hadiček. Podle obr. 2 je tedy měřicí kanál s výhodou separovaný a reversní a používá pomocné hadičky stejného typu, jako je čerpací hadička hlavní. Hlavní čerpací kanál je potom zaveden přímo do čerpaného prostoru. Čerpané množství v hlavním kanálu se může díky rozdílným tlakovým poměrům v obou kanálech poněkud odlišovat od kanálu pomocného. Tato skutečnost však není na závadu, protože se jedná o rozdíl o konstantu. Nastavení skutečného čerpaného množství se vždy provádí na základě měření přírůstku v čerpaném prostoru a změny čerpacích hadiček v závislosti na opotřebení jsou v obou kanálech stejné. Je tedy možné odvodit regulaci od měření čerpaného množství v pomocném kanálu, který může pracovat v případě nutnosti izolace čerpaného média od okolní atmosféry i s jinou nádobou, z níž a do níž se čerpá. Provedení podle obr. 2 je jinak mimo rozdílu v zařazení snímače průtoku shodné s provedením podle obr. 1.

Na obr. 3 je znázorněno detailní provedení snímače 3 průtoku. Do čerpací hadičky H je zasunuta skleněná zakončovací trubice 3a, na níž je fixován skleněný zvon 3b, sloužící k ochraně před rychlým prouděním vzduchu a k připevnění elektrooptického snímacího systému, který se sestává ze dvou světlovodných trubiček 3c, fixovaných v plášti zvonu kolmo k jeho ose. V jedné trubičce je nasunuta světlo emitující dioda 3d s vyzářovacím spektrem, orientovaným do červené, až infračervené oblasti. Ve druhé trubičce je zvenku nasunut fototransistor 3e a před ním červený filtr 3f. Dominantní působnost systému světlo emitující dioda - fototransistor v červené až infračervené oblasti spektra zabezpečuje

jeho imunitu před okolním osvětlením a světlem odraženým od hladiny. Snímač je schopen registrovat i kapku naprosto čiré kapaliny, přičemž je využíváno efektu rozptylu světelného paprsku, procházejícího kapkou, což vede k poklesu intenzity ozáření snímací plošky, jejíž rozměry definuje vnitřní průměr trubičky 3c, v níž je umístěn fototransistor s filtrem.

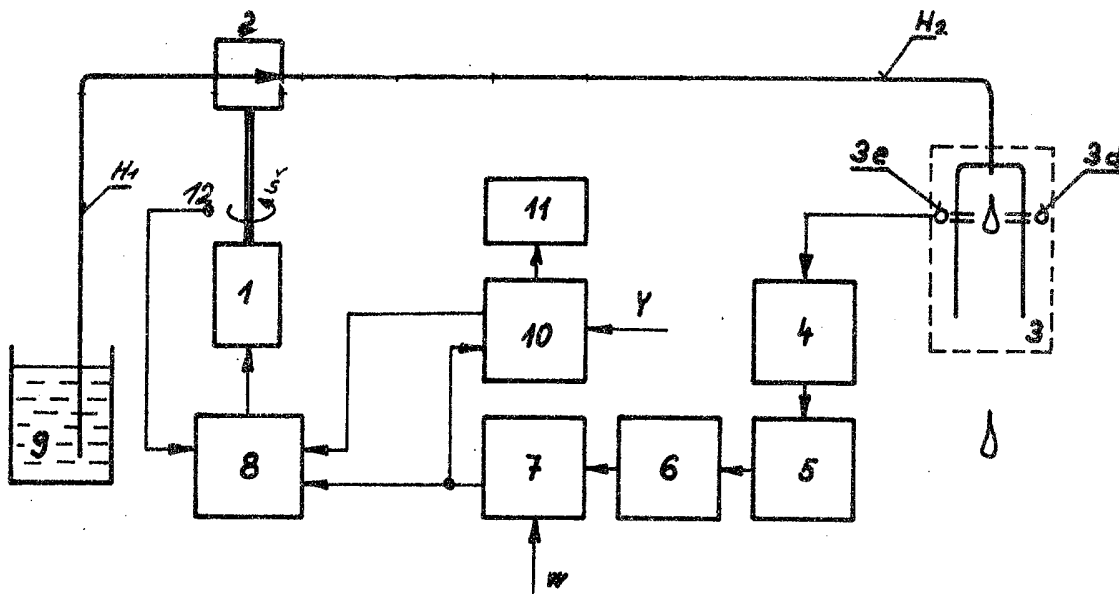
Předmět vynálezu lze použít všude tam, kde je potřeba s dlouhodobou stabilitou udržet nastavenou hodnotu velmi malých čerpaných množství peristaltických čerpadel. Zařízení je vhodné pro nasazení do nepřetržitého provozu, kde včas upozorní obsluhu na nutnost preventivní výměny čerpací hadičky. Zejména se osvědčuje v chemických a zdravotnických laboratorích při dlouhodobých biochemických testech, při nichž je třeba nepřetržitě dodávky velmi malých množství různých látek. Svoje využití najde i v přímém dávkování do krevního oběhu pacienta. Zde je potom nutné při nastavování žádaného čerpaného množství odměřovat úbytek média na sací straně čerpadla. Tato konfigurace umožňuje dokonalou sterilitu hlavního čerpacího kanálu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

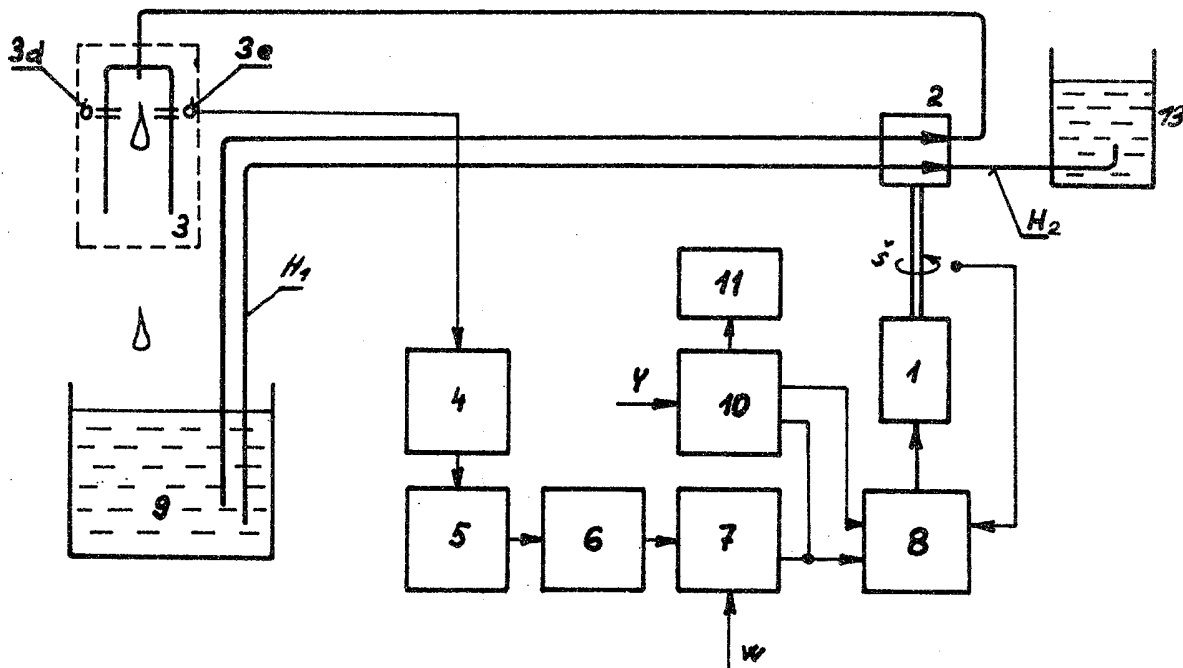
1. Způsob regulace čerpaného množství peristaltických čerpadel založený na registraci průchodu kapky čerpaného média, vyznačující se tím, že kapka čerpaného média, postupujícího z čerpadla směrem do čerpaného prostoru, rozptýlí světelný paprsek, kterým prochází, změna světelného toku se přemění na elektrický impuls a analogovou integrací kontinuálního toku těchto impulsů se vytvoří hodnota stejnosměrného napětí pro nastavení počtu otáček regulátoru motoru.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, sestávající ze snímače průtoku čerpaného média spojeného s regulátorem počtu otáček motoru, vyznačující se tím, že na výstup snímače /3/ průtoku je zapojen spouštěcí vstup impulsního generátoru /5/, k jehož výstupu je připojen analogový integrátor /6/, který je přes nastavovací člen /7/ spojen s regulátorem /8/ otáček motoru /1/.
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že snímač /3/ průtoku sestává ze zvonu /3b/, nasazeného na skleněném nástavci /3a/ čerpací hadičky, v jehož stěnách jsou umístěny kolmo k jeho ose dvě světlovodné trubičky, jedna s nasunutou světlo emitující diodou /3d/, druhá s fototransistorem /3e/ a před ním umístěným červeným filtrem /3f/, přičemž fototransistor /3e/ se nachází v optické ose paprsku světlo emitující diody /3d/.

4. Zařízení podle bodu 2, vyznačující se tím, že na výstup nastavovacího členu /7/ je připojen jednak regulátor /8/ otáček motoru /1/, jednak signalizační zařízení /10/, na jehož jeden výstup je zapojeno návěstidlo /11/ a na jehož druhý výstup je zapojen blokovací vstup regulátoru /8/ otáček motoru.

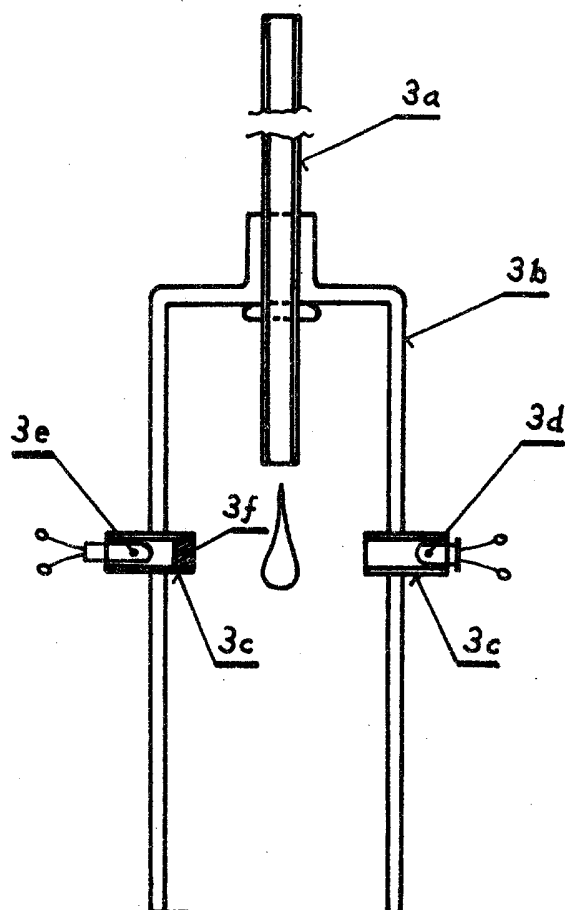
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3