ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

209709

(11) (B1)

(51) Int. Cl.[3]
F 17 D 3/00

/22/ Přihlášeno 23 11 79
/21/ /PV 8075-79/

(40) Zveřejněno 31 03 81

(45) Vydáno 15 07 82

(75)
Autor vynálezu JANDERA JAN ing. a STUDNIČKA JAN ing., PRAHA

(54) Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí

1

Vynález se týká zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí za provozu na principu mechanicko-elektrického snímání vnitřního průřezu potrubí, které se skládá z nosného tělesa, záznamového zařízení, alespoň jedné těsnicí manžety a výkyvných snímacích ramen, jejichž vnější konec je trvale přitlačován k okraji těsnící manžety, která je v doteku s vnitřní stěnou kontrolovaného potrubí. Zařízení je určeno pro zjišťování odchylek vnitřního průřezu potrubí od jmenovitého průřezu, jejich lokalizaci a registraci.

Vady v geometrii průřezu dálkových potrubí uložených v zemi je možno zjišťovat pouze vnitřní inspekcí. Důvodů pro vnitřní isnpekci je celá řada, jako např. zjišťování průchodnosti potrubí po jeho montáži nebo po vyčištění čistícím ježkem, případně zjišťování deformace potrubí, vzniklé působením vnějších sil jako je zemětřesení, sesuvy a sesedání půdy či větší vnitřní koroze a abraze potrubí. Deformace potrubí mohou způsobit omezení proudění média potrubím nebo poškodit čisticí ježky a vyvolat koncentrované namáhání potrubí, které by mohlo vést k jeho porušení případně i havárii.

Vnitřní inspekce produktovodů, zvláště vysokotlakých, je tedy nezbytnou kontrolou provozního stavu potrubí, umožňující preventivně zjišťovat a lokalizovat vady a tak zajišťovat včasnou opravu poškozených částí potrubí.

Vnitřní inspekce dálkových produktovodů za provozu, zvláště vysokotlakých, klade mimořádné nároky na konstrukci inspekčního

2

zařízení. Vyžaduje se od něho schopnost provádět vnitřní inspekci za provozních parametrů produktovodů na dlouhých úsecích s ohledem na možnosti vstupů a výstupů z potrubí. Vstupní a výstupní komory pro čisticí nebo inspekční zařízení bývají obvykle umístěny u kompresních či čerpacích stanic, které jsou od sebe vzdáleny 100 i více km. To vyžaduje také nezávislost inspekčního zařízení na vnějším zdroji elektrické energie, a proto i malou spotřebu. Proto se pro pohyb inspekčního zařízení v potrubí využívá proudícího média nastavením tlakového spádu před a za inspekčním zařízením. Prostředí působící na mechanismus inspekčního zařízení představuje celou řadu problémů. Protože inspekční zařízení musí pracovat na tak velké vzdálenosti, nesmí docházet k opotřebení snímacího ústrojí ani k jeho poškození nebo dokonce selhání, aby se neprováděla falešná indikace vnitřního průřezu potrubí. Snímací čidla musí v podstatě pokrývat celý obvod potrubí bez nároků na přílišnou složitost a použití velkého počtu součástí. Inspekční zařízení musí být schopné procházet nejen zakřivenými částmi potrubí bez vyznačení odchylek od normálního průřezu, ale také kolem bočních otvorů odvětvení potrubí, přičemž snímací čidla musí být ve stálem styku se stěnou potrubí po celém obvodu a musí mít dostatečnou citlivost, aby byla schopna indikovat i malé změny vnitřního průřezu potrubí.

Jediné známé zařízení pro vnitřní inspekci, využívající pro zjištění nerovností vnitřního povrchu potrubí výkyvných snímacích ramen, chráněné patentem USA číslo

3 755 908, je založeno na výlučně mechanickém přenosu polohy výkyvných ramen na záznamové zařízení. Nevýhoda tohoto řešení spočívá v mechanických pákových převodech, které mají určité vůle a tím i menší citlivost a jejich správná funkce může být při případném znečištění za provozních podmínek omezena. Při inspekci potrubí s kapalnými produkty může k dalšímu snížení citlivosti dojít v důsledku nutnosti hermetického utěsnění pákového převodu k zapisovači.

Tyto nevýhody odstraňuje zařízení pro vnitřní inspekci podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že k zadní přírubě, připojené spolu s manžetou k nosnému tělesu, jsou upevněny souměrně rozložené snímače výchylky, s jejichž otočnými čepy jsou vnitřním koncem pevně spojena výkyvná snímací ramena. Těsnicí manžeta má tvar komolého kužele, který přechází na vnějším obvodě do válcové části, na jejímž konci je tloušťka manžety po celém obvodě menší než je tloušťka ostatních částí manžety. Výkyvná snímací ramena jsou ve stálém doteku s touto zeslabenou válcovou částí manžety, která celým obvodem přiléhá k vnitřní stěně potrubí.

Výhoda tohoto řešení spočívá především v tom, že bezprostředním převedením úhlových výchylek výkyvných snímacích ramen na elektrický signál bez mechanických převodů se citlivě snímají nerovnosti vnitřního povrchu kontrolovaného potrubí. Vzhledem k malým rozměrům snímačů lze snadno inspekční zařízení vybavit velkým počtem rovnoměrně rozložených výkyvných snímacích ramen, takže v podstatě snímají celý vnitřní obvod potrubí. Poněvadž snímače jsou k dispozici i v hermetickém provedení /plynotěsné nebo kapalinotěsné/, je možné použití řešení podle vynálezu i ve výbušném prostředí nebo hořlavých kapalinách. Citlivost snímání nerovností povrchu tím není ovlivněna. Toto uspořádání je výhodné také proto, že jeho citlivost není snížena případnými nečistotami v potrubí. Zeslabení manžety na konci válcové části má výhodu v tom, že dovoluje citlivější přenášení nerovnosti vnitřního povrchu potrubí na výkyvná snímací ramena, která se o tuto část manžety svým koncem opírají. Tohoto zeslabení lze případně s výhodou použít i u manžet jiných tvarů.

Podstatou vynálezu je dále to, že snímače výchylky jsou tvořeny potenciometry, které jsou připojeny svými pevnými kontakty ke zdroji pomocného napětí snímačů. Pohyblivé kontakty každých dvou protilehle umístěných snímačů jsou vzájemně spojeny přes dva oddělovací odpory, mezi které je připojen invertující vstup zpětnovazebně zapojeného operačního zesilovače, jehož výstupní svorka je spojena přes diodu obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky k výstupní svorce tohoto obvodu přes ochranný odpor. K tomuto odporu jsou stejným způsobem připojeny výstupy operačních zesilovačů všech ostatních párů snímačů. Svorka ochranného odporu, k níž jsou připojeny diody obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky, je připojena rovněž k zápornému pólu zdroje napájecího napětí přes odpor pro nastavení úrovně. K záznamovému zařízení je připojen buď výstup operačního zesilovače každého páru snímačů, a to na samostatný vstup - kanál - záznamového zařízení, nebo se použije jednokanálového záznamového zařízení, k jehož vstupu je připojen výstup obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky. Jako snímače výchylky mohou být použity rovněž prvky piezoelektrické, kapacitní nebo induktivní.

Výhodou tohoto řešení je jednoduché a citlivé převedení výchylky výkyvných ramen na elektrický signál, který je v důsledku párového zapojení snímačů úměrný výchylkám na skutečných nerovnostech vnitřního povrchu potrubí, nikoliv souběžným výchylkám protilehlých párů ramen, k nimž může dojít například v ohybu potrubí, nebo v důsledku jiného vyosení zařízení. Inspekční zařízení v daném uspořádání umožňuje zapojení všech výstupů operačních zesilovačů na vícekanálové záznamové zařízení, čímž jsou přesněji lokalizovány nerovnosti vnitřního povrchu potrubí. Pro výbušná prostředí lze kromě hermetických potenciometrických snímačů s výhodou použít také snímačů výchylky tvořených piezoelektrickými, kapacitními nebo induktivními prvky v nehermetizovaném provedení.

Podstatou vynálezu je dále to, že pokud záznamové zařízení není umístěno v nosném tělese inspekčního zařízení, ale v kontrolní stanici produktovodu, je záznamové zařízení spojeno s výstupy operačních zesilovačů nebo s výstupem obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky prostřednictvím vysílacího zařízení.

Toto uspořádání využívá s výhodou pro přenos telemetrických signálů kontrolovaného potrubí jako vlnovodu pro elektromagnetické vlnění vysoké frekvence.

Příklad provedení zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí za provozu je schematicky uveden na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je podélný řez zadní části zařízení, na obr. 2 je pohled směrem A z obr. 1, na obr. 3 je nárys celého zařízení v částečném svislém řezu a na obr. 4 je schéma vyhodnocovacího elektronického obvodu snímačů.

Na obr. 1 jsou v řezu zakreslena dvě protilehlá výkyvná snímací ramena 1, upevněná na otočných čepech 3 snímačů 2. Konce výkyvných snímacích ramen 1 se dotýkají zeslabené válcové části 6 zadní manžety 5, který má tvar komolého kužele, přecházejícího na vnějším obvodu do válcové části.

Dvanáct snímačů 2 úhlových výchylek výkyvných snímacích ramen 1 je upevněno na zadní přírubě 4 rovnoměrně po celém obvodu, jak je vidět na obr. 2, a to tak, že výkyvná snímací ramena 1 pokrývají v podstatě celý obvod potrubí 12.

Zadní příruba 4 a zadní víko 7 současně slouží pro upevnění zadní manžety 5 k nosnému tělesu 8 inspekčního zařízení. Ve válcovém nosném tělese 8 jsou umístěny v zadní části elektronické přístroje, ve střední části zapisovací či jiné záznamové přístroje, případně vysokofrekvenční vysílač pro telemetrii, a v přední části zdroj elektrické energie. Přední manžeta 13 má válcovou část bez zeslabení a je připojena přední přírubou 14 a předním víkem k válcovému nosnému tělesu 8, jak plyne z obr. 3.

Ke snímačům 2 jsou na přípojkách 9 upevněny kabely 10, které procházejí do prostoru nosného tělesa 8 elektrickými průchodkami 11 v zadním víku 7 nosného tělesa 8. K elektrickým průchodkám 11 je připojen vyhodnocovací elektronický obvod, znázorněný na obr. 4 a zdroj U_1 pomocného napětí snímačů 2. Protilehle umístěné potenciometrické snímače P_1 a P_2 jsou vzájemně spojeny svými pohyblivými kontakty přes dva oddělovací odpory R. Mezi ně je připojen invertujícím vstupem operační zesilovač OZ, napájený ze zdroje U_0 napájecího napětí. Neinvertující vstup je spojen s kostrou přístroje přes odpor R_1 neinvertujícího vstupu. Výstup A operačního zesilovače OZ je spojen přes zpětnovazební odpor Rzse svým invertujícím vstupem a s

jedním pólem diody D_1 obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky. Tato dioda je opačným pólem připojena spolu s identicky zapojenými diodami D_2 a D_6 obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky ostatních párů snímačů jednak k výstupu B obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky přes ochranný odpor R_2, jednak k zápornému pólu zdroje U_o napájecího napětí přes odpor R_3 pro nastavení úrovně.

Funkce zařízení pro vnitřní inspekci potrubí je následující: Těleso zařízení je neseno středem kontrolovaného potrubí 12 přední manžetou 13 a zadní manžetou 5, které svým obvodem těsně přiléhají k vnitřnímu obvodu potrubí 12. Nosné stěny manžet musí být dostatečně pevné a pružné, aby přiléhaly s dostatečným předpětím po celém obvodu potrubí 12. Tím brání obtékání proudícího média kolem tělesa zařízení a současně podpírají a vystřeďují těleso inspekčního zařízení při jeho unášení médiem v potrubí, bez deformací manžet vlivem váhy tělesa. Zeslabená válcová část 6 zadní manžety 5, přiléhající pružně s předpětím k vnitřní stěně potrubí 12, zmožňuje citlivější přenášení nerovností a změn průřezu potrubí 12 na výkyvná snímací ramena 1, která se o tuto část zadní manžety 5 trvale opírají.

Změny polohy výkyvných snímacích ramen 1, vyvolané nerovnostmi povrchu vnitřní stěny potrubí 12, se přenášejí přes otočné čepy 3 snímačů na pohyblivé kontakty snímačů 2, čímž se mění na analogové elektrické veličiny, úměrné velikosti výchylky.

Snímače 2 protilehle umístěných výkyvných snímacích ramen 1 jsou elektricky zapojeny v diferenciálním obvodu, aby se zaznamenávaly pouze čisté změny průměru potrubí. Potenciometrické snímače P_1 a P_2 jsou ovládány dvojicí protilehle umístěných výkyvných snímacích ramen 1 tak, že jejich otáčením se posunují běžce potenciometrů. Výstupní napětí na běžcích potenciometrických snímačů P_1 a P_2 se přivádějí na invertující vstup operačního zesilovače OZ, na jehož výstupu A se objeví napětí, úměrné algebraickému součtu výchylek ramen. Výstupy A umožňují vícestopý záznam od jednotlivých párů výkyvných snímacích ramen 1 a tím přesnou lokalizaci změn průměru potrubí 12 na jeho obvodu. V případě jednostopého záznamu největší výchylky páru výkyvných snímacích ramen 1 je možno připojit výstup A z operačního zesilovače OZ na obvod pro vyhodnocení maximální výchylky, tvořený diodami D_1 až D_6, ochranným odporem R_2 a odporem R_3 pro nastavení úrovně. Tento obvod způsobí, že se na výstupu B obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky objeví největší z napětí na výstupech jednotlivých připojených operačních zesilovačů OZ. Výstupní napětí se zaznamenává buď graficky nebo magneticky záznamovým přístrojem umístěným v nosném tělese 8 zařízení, případně se dá i přenášet telemetricky pomocí vysokofrekvenčního vysílače při využití potrubí 12 jako vlnovodu.

Zařízení podle vynálezu je možno použít pro provádění vnitřní inspekce produktovodů za provozu na všech produktovodech o větších průměrech, opatřených komorami pro vstupy a výstupy čisticích a inspekčních zařízení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí za provozu na principu mechanicko-elektrického snímání vnitřního průřezu potrubí, skládající se z nosného tělesa, záznamového zařízení, alespoň jedné těsnící manžety a výkyvných snímacích ramen, jejichž vnější konec je trvale přitlačován k okraji těsnicí manžety, který je v doteku s vnitřní stěnou kontrolovaného potrubí, vyznačující se tím, že k zadní přírubě /4/, připojené spolu s manžetou /5/ k nosnému tělesu /8/, jsou upevněny souměrně rozložené snímače /2/ výchylky, s jejichž otočnými čepy /3/ jsou vnitřním koncem pevně spojena výkyvná snímací ramena /1/.

2. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 1 vyznačující se tím, že manžeta /5/ tvaru komolého kužele přechází na vnějším obvodě do válcové části na jejímž konci je tloušťka manžety po celém obvodě menší než je tloušťka ostatních částí manžety, a výkyvná snímací ramena /1/ jsou ve stálém doteku s vnitřní stěnou této zeslabené válcové části /6/.

3. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 1 vyznačující se tím, že snímače /2/ výchylky jsou tvořeny potenciometry, které jsou elektricky připojeny pevnými kontakty ke zdroji pomocného napětí /U_1/ snímačů a pohyblivé kontakty každých dvou protilehle umístěných snímačů /2/ výchylky jsou vzájemně spojeny přes dva oddělovací odpory /R/, mezi které je připojen invertujícím vstupem zpětnovazebně zapojený operační zesilovač /OZ/, jehož výstupní svorka /A/ je spojena přes diodu /D_1/ obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky k výstupní svorce /B/ tohoto obvodu přes ochranný odpor /R_2/, k němuž jsou identicky připojeny výstupy operačních zesilovačů všech ostatních párů snímačů /2/ výchylky a který je současně připojen k zápornému pólu zdroje napájecího napětí /U_o/ přes odpor /R_3/ pro nastavení úrovně.

4. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 1 vyznačující se tím, že snímače /2/ výchylky jsou tvořeny piezoelektrickými prvky.

5. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 1 vyznačující se tím, že snímače /2/ výchylky jsou tvořeny kapacitními prvky.

6. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 1 vyznačující se tím, že snímače /2/ výchylky jsou tvořeny induktivními prvky.

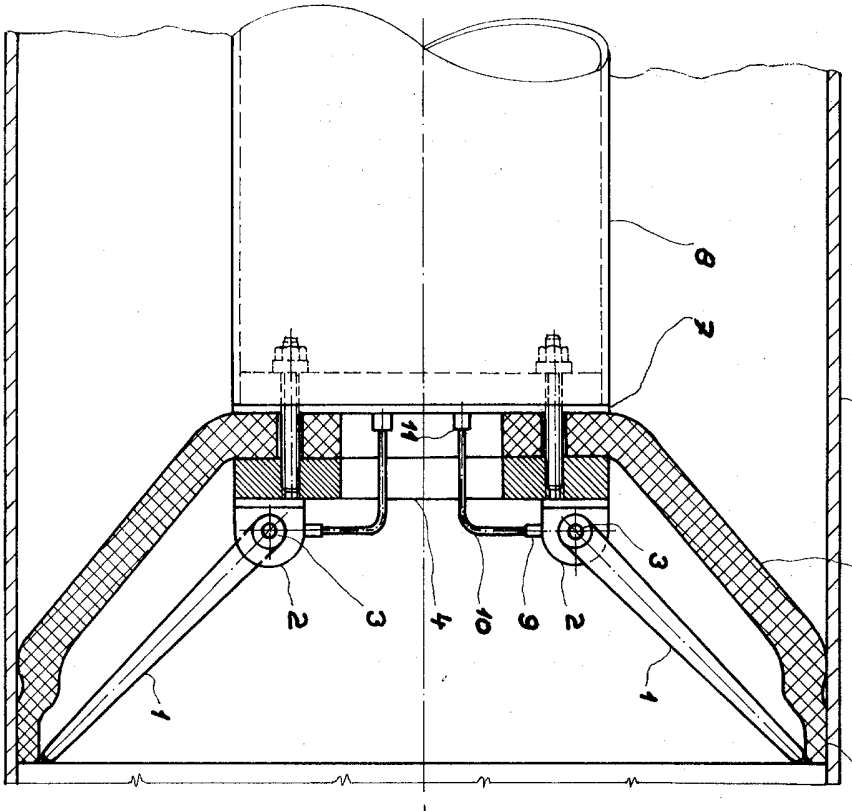
7. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 3 vyznačující se tím, že výstup /A/ operačního zesilovače /OZ/ každého páru snímačů výchylky je připojen k samostatnému vstupu záznamového zařízení.

8. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 7 vyznačující se tím, že záznamové zařízení je připojeno k výstupu /B/ obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky.

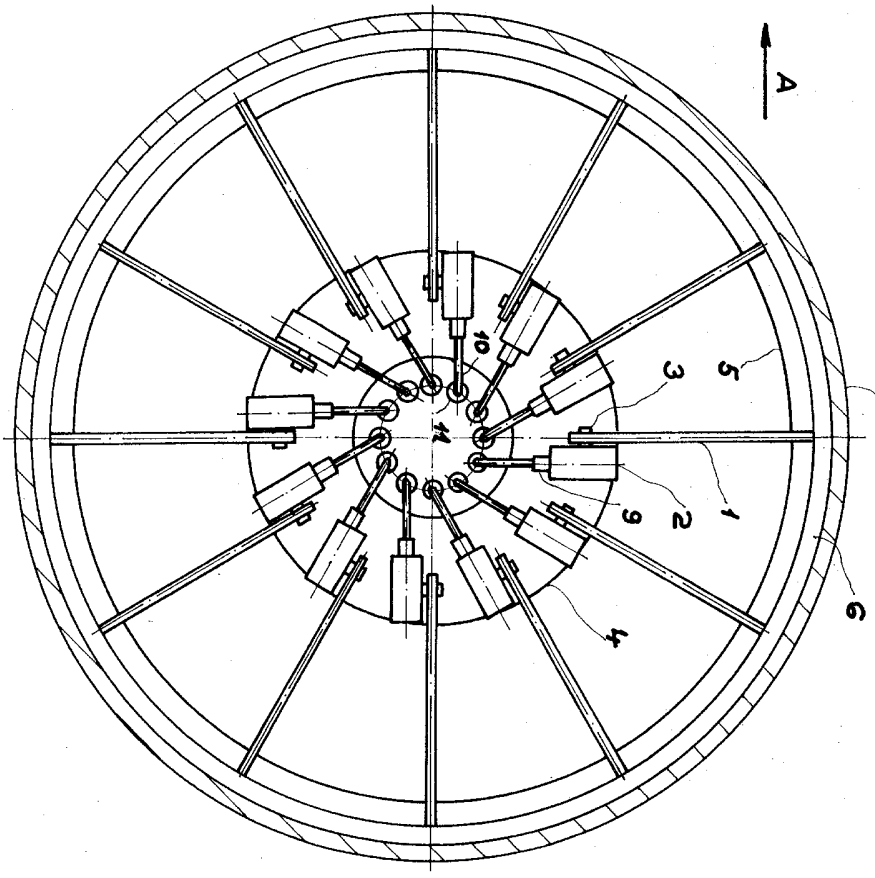
9. Zařízení pro vnitřní inspekci dálkových potrubí podle bodu 7 nebo 8 vyznačující se tím, že záznamové zařízení je umístěno v kontrolní stanici produktovodu a je spojeno s výstupy /A/ operačních zesilovačů nebo s výstupem /B/ obvodu pro vyhodnocení maximální výchylky prostřednictvím vysílacího zařízení.

4 výkresy

Severografia, n. p., závod 7, Most

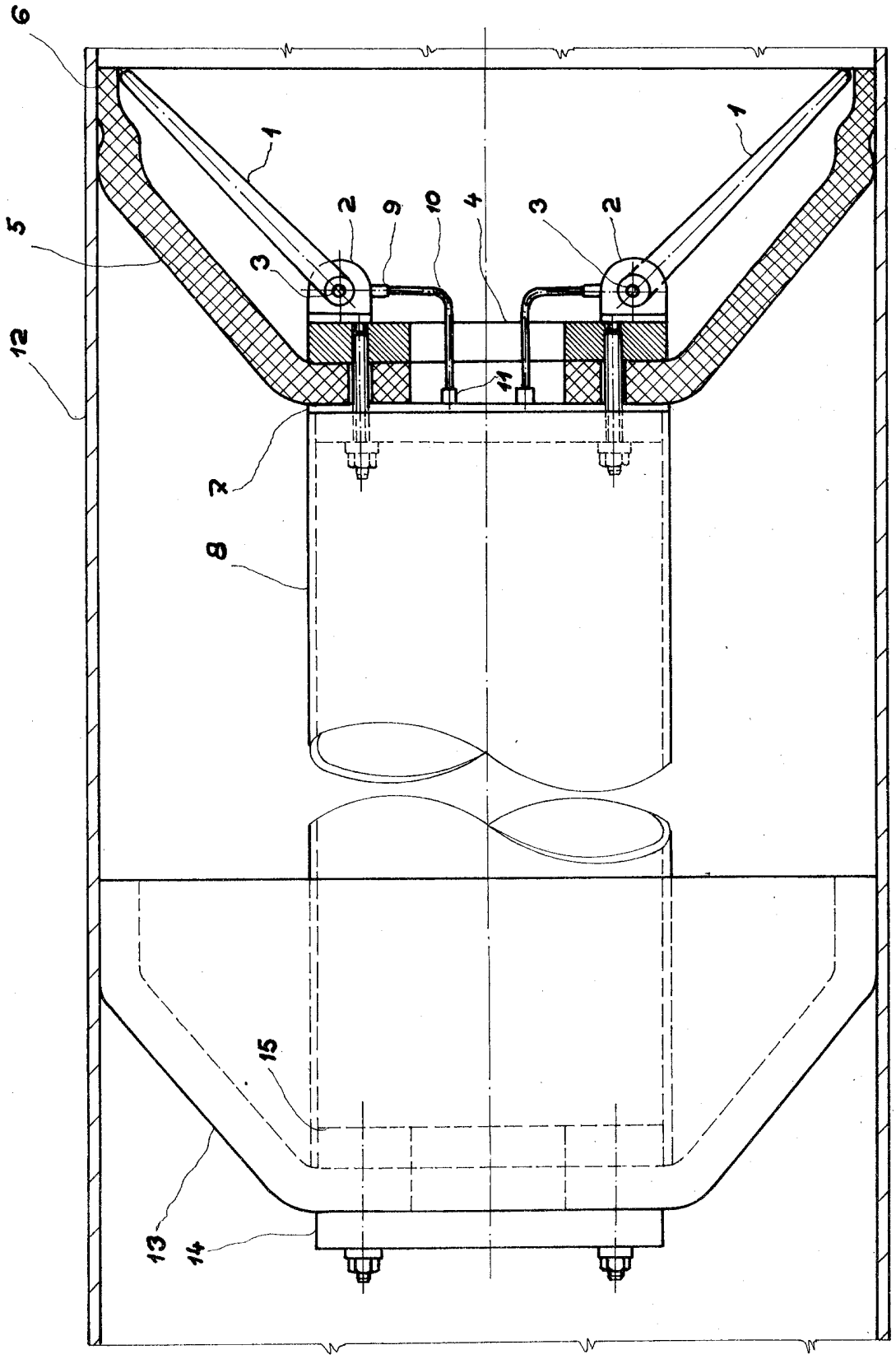


OBR. 1

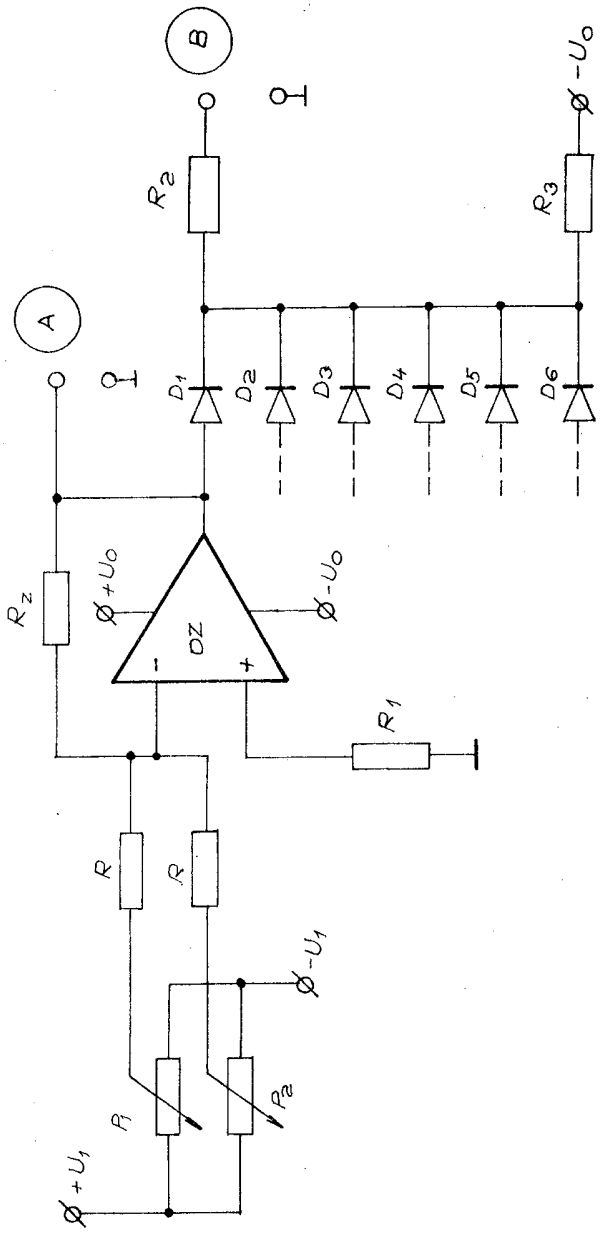


OBR. 2

POHLED SMĚREM A



OBR. 3



OBR. 4

jen 3 výkresy