

ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(22) 03.07.92

(40) 16.03.94

(21) 2083-92

(13) A3

5(51)

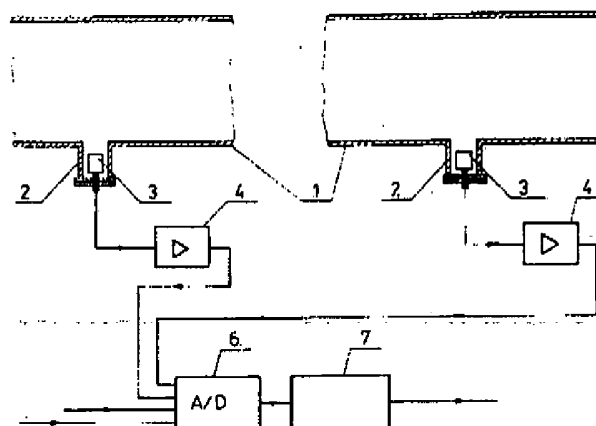
G 01 M 3/24

(71) Český plynárenský podnik, s.p. Tranzitní plynovod, o.z.,
Praha, CZ;

(72) Pichler Stanislav ing., Praha, CZ;
Salava Tomáš ing. CSc., Praha, CZ;

(54) Zařízení pro detekci a lokalizaci úniku plynu
z potrubí

(57) Podstata vynálezu spočívá v umístění speciálních mikrofonů, (3) uvnitř potrubí (1) nebo v prostorech spojených s vnitřním prostorem potrubí (1), přičemž tyto speciální mikrofony (3) jsou elektricky připojeny buď přímo nebo přes zesilovače (4) nebo přenosová zařízení na vstupy vícekanálového analogově-digitálního převodníku (6), který je elektricky připojen na elektronické digitální vyhodnocovací zařízení, tvořené např. počítačem (7) s příslušným programovým vybavením.



Zařízení pro detekci a lokalizaci úniku plynu z potrubí

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení pro automatickou detekci a lokalizaci úniků plynu z plynovodných potrubí, zejména vysokotlakých. Zařízení podle tohoto vynálezu umožňuje také automatické monitorování změn ve funkci liniových částí plynovodných systémů a signalizaci detekovaných změn, závad nebo nebezpečných stavů.

Dosavadní stav techniky

Doposud známé způsoby zjišťování úniku plynu z potrubí lze rozdělit do několika skupin, podle použitých principů.

Velmi jednoduchý a stále využívaný je princip bilanční, založený na měření množství plynu vháněného do potrubí a z potrubí odebíraného. Zpravidla se porovnávají množství stanová z měření tlaku, a objemové rychlosti plynu na vstupu a výstupu potrubí.

Za příznak úniku plynu lze pokládat rozdíl porovnávaných množství větší než je přesnost použitých měřících metod, vyjádřená např. střední pravděpodobnou chybou měření. Chyba měření množství protékajícího plynu může v běžných provozních podmínkách dosáhnout až 10%. Bilanční technikou lze proto zpravidla zjistit spolehlivě pouze větší ztráty. Tímto postupem nelze také přesněji lokalizovat místo úniku.

I větší únik plynu se v bilanci dodávky a odběru projeví až po delší době, často až po několika hodinách.

Citlivost a spolehlivost bilančních metod lze zvýšit užitím statistických metod zpracování pravidelně opakovaných měření a dále pak opakovaným srovnáváním měřených hodnot s hodnotami počítanými pomocí numerického modelu, kterým se simulují fyzikální vlastnosti a reálné chování celého transportního a distribučního systému včetně kompresních stanic.

S použitím číslicového zpracování dat, počítačové simulace, autoadaptačních algoritmů, techniky filtrace náhodných a korekce systematických chyb atd. lze významně zvýšit citlivost a výpovědní schopnost pravidelně opakovaných měření. Zpravidla se

uvádí zvýšení citlivosti detekce úniků těmito technikami na více než dvojnásobek proti jednoduchým bilančním postupům.

Rychlost detekce malých úniků se však všeobecně těmito technikami nezvýší, spíše naopak. Získání vyšší citlivosti i spolehlivosti je možné jen po dostatečném množství měření, tedy za cenu delšího času. Moderní simulační metody, (jako např. monitorovací program SIMONE - UTIA ČSAV) poskytují však již i určitou možnost odhadu místa úniku.

Nevýhodou relativně malé citlivosti výše uvedených metod zcela odstraňuje aplikace moderních principů analýzy a selektivní detekce plynů. Současné analyzátory a selektivní detektory plynů umožňují detekovat přítomnost většiny technických plynů ve vzduchu v koncentracích $1 : 10^{-10}$ i menších.

Použití analyzátorů nebo selektivních detektorů na monitorování úniků z dlouhých potrubí by však bylo velmi nákladné, protože by to vyžadovalo použití velkého počtu takových zařízení na spojených s monitorovací ústřednou atd.

Tuto nevýhodu odstraňuje použití převlečných krytů nebo řešení, používané např. firmou Siemens, kde se nad plynovodním potrubím vede tzv. difusní trubice, do níž v místě úniku difunduje unikající plyn. Po určité době se obsah trubice vytlačí do analyzátoru plynu. Tímto způsobem lze detekovat a dosti přesně lokalizovat i nepatrné úniky. Nevýhodou je však možné značné zpoždění detekce úniku, a to i úniku havarijní povahy.

Tuto nevýhodu nemají zařízení pracující na principu detekce tzv. "podtlakové" vlny (wavealert), která se vytvoří při náhlé poruše těsnosti potrubí, např. při vzniku trhliny. V místě úniku vznikne lokální snížení tlaku, čímž se vyvolá (pod)tlaková vlna (nebo spíše ráz), šířící se od místa vzniku rychlostí zvuku na obě strany.

Podtlakovou vlnu lze detekovat citlivými snímači tlaku. Podtlaková vlna během svého šíření slábne, obdobně jako zvuk, takže je v praxi zpravidla nutné dodržet vždy určitou nejvýše přípustnou vzdálenost čidel tlaku, má-li být dosaženo dostatečné citlivosti.

Tento princip byl zatím použit na potrubních systémech pro přepravu kapalin (kapalného zemního plynu), kde postačila vzdálenost čidel až 10 km. Hlavní nevýhodou tohoto systému je, že detekovatelná podtlaková vlna vznikne jen při náhlém vzniku netěsnosti, např. při náhlém vytvoření trhliny. Příznaková podtlaková vlna je kromě toho jev jednorázový a její zachycení lze snadno zmeškat.

Výše uvedené nevýhody doposud zmíněných metod odstraňují způsoby založené na principu snímání a monitorování emitovaných akustických signálů. Známé jsou např. v průmyslu používané akustické detektory unikání plynů z potrubí a tlakových nádob, pracující v pásmu nejvyšších slyšitelných a ultrazvukových kmitočtů. Využívají skutečnosti, že při úniku stlačeného plynu a jeho expanzi do volné atmosféry vzniká turbulentní hluk s velmi širokým kmitočtovým spektrem. Při velmi malém otvoru nebo trhlíně je převažující energie turbulentního a expanzního hluku vyzařována v pásmu vysokých až ultrazvukových kmitočtů.

Průmyslové hluky mají naopak nejsilnější spektrální složky převážně v pásmu nízkých kmitočtů. Příznakový, turbulentní akustický signál unikajícího plynu lze pak snadno oddělit od okolního hluku jednoduchou kmitočtovou filtrací.

Akustický detektor tvořený vhodným mikrofonom s elektrickým kmitočtovým filtrem, může pak být velmi citlivý i v pásmu kmitočtů, které již lidské ucho neslyší a přitom necitlivý na běžný průmyslový hluk. Takový, poměrně jednoduchý akustický detektor je převážně lacinější než analyzátor nebo selektivní detektor plynů a reaguje téměř okamžitě.

Nevýhodou výše popsaného akustického detektoru je, že jeho akční radius je poměrně malý, protože akustické signály o vysokých kmitočtech při šíření ve vzduchu rychle slábnou. V nechráněných prostorech podléhá navíc šíření zvuku značně povětrnostním vlivům. V aplikaci na dálkové plynovody by to znamenalo nutnost užití velkého množství takových čidel, rozmístěných s malou vzájemnou vzdáleností nad potrubím.

Při užití akustických detektorů pracujících v oblasti nižších kmitočtů by výrazně vystoupila nevýhoda rušení vnějšími,

např. dopravními hluky. Šíření zvuku na větší vzdálenosti ve volné atmosféře je také velmi závislé na povětrnostních vlivech.

Nevýhody spojené s rušením vnějšími hluky a povětrnostními vlivy, ale i některá další nevýhody uvedené dříve zřejmě odstraňují systémy pracující s akustickými signály uvnitř potrubí. Takový systém byl popsán v odborné literatuře (japonským autorem Kajiro Watanabe). Je založen na poznatku, že potrubí se chová v podstatě jako homogenní zvukovod, a že v místě úniku se vytvoří nehomogenita prostředí, na níž musí dojít alespoň k částečnému odrazu akustického signálu vyslaného do potrubí.

Tento systém pracuje tedy v podstatě na principu zvukové lokace. Vyžaduje pravidelné vysílání lokačních pulzů do potrubí. Předpokládá užití speciálního mikrofону, schopného pracovat uvnitř potrubí a dále, což je jeho hlavní nevýhoda užití výkonných zdrojů lokačního signálu, které by musily být s krátkými přestávkami trvale v provozu. Je to způsob energeticky i provozně náročný a proto se v praxi neujal.

Podstata vynálezu

Téměř všechny postupně uvedené nevýhody známých systémů detekce a lokalizace narušení těsnosti vysokotlakých plynovodných potrubí odstraňuje zařízení pro automatickou detekci a lokalizaci úniku plynu z potrubí, zvláště vysokotlakých, jehož podstata spočívá v tom, že jeho základní součástí jsou dva nebo více speciálních mikrofónů, které jsou umístěny uvnitř potrubí nebo v prostorech bezprostředně spojených s vnitřním prostorem potrubí a jsou elektricky připojeny buď přímo nebo přes zesilovače nebo jiná, např. přenosová zařízení na vstupy digitalizační jednotky, např. vícekanálového analogově-digitálního převodníku, která je dále elektricky připojena na elektronickou digitální vyhodnocovací jednotku, např. počítač s programovým vybavením pro vyhodnocování digit. signálů.

Princip funkce zařízení podle tohoto vynálezu je založen na skutečnosti, že v místě úniku uvnitř potrubí vzniká ve ztlačeném plynu lokální turbulence, která je zdrojem turbulentního akustického signálu o relativně vysoké intenzitě a s širokým kmitočtovým spektrem, zasahujícím až do oblasti velmi nízkých zvukových až podzvukových kmitočtů. Složky akustického signálu o nízkém kmitočtu se v potrubí šíří s relativně malým útlumem a speciálními citlivými mikrofony je možné je zachytit i na značné vzdálenosti.

Lze nalézt vztah mezi emitovaným akustickým výkonem turbulentního jádra a velikostí úniku. Jestliže se podaří zachytit příznakový zvukový signál vnitřní turbulence, která provází únik plynu alespoň dvěma vhodně umístěnými mikrofony, je možné známými metodami určit s vysokou přesností i polohu místa úniku. Z intenzity signálů v místě snímačů a zjištěné polohy lze pak provést i dobrý odhad velikosti úniku.

Přehled obrázků

Vynález je dále blíže osvětlen pomocí výkresu, kde je na obr. 1 schematicky znázorněno provedení zařízení podle tohoto vynálezu v nejjednodušší, minimální sestavě funkčních částí pouze se dvěma speciálními mikrofony na kratším úseku jediného potrubí.

Příklady provedení vynálezu

Zařízení podle obr. 1 je aplikováno na kratším úseku potrubí 1, na němž jsou pro ten účel navařeny krátké válcové nástavce 2, v nichž jsou umístěny speciální mikrofony 3, schopné bezpečně a spolehlivě pracovat v prostředí uvnitř potrubí, např. v prostředí tvořeném zemním plynem s vysokým tlakem.

Vlastní zařízení sestává ze dvou speciálních mikrofonů 3 dále ze dvou zesilovačů 4, vícekanálového analogově-digitálního převodníku 6 a počítače 7. Zesilovače 4 jsou určeny k zesílení výstupních elektrických signálů mikrofonů a budou nejspíše umístěny v malé vzdálenosti od mikrofonů.

Elektrické spojení výstupů mikrofonů 3 se vstupy zesílovačů 4 je na obr. 1 vyznačeno schematicky jedinou čarou s šipkami naznačujícími směr postupu elektrického signálu. Stejně tak jsou na obr. 1 naznačena elektrická vedení 5, kterými se přivádí zesílené signály speciálních mikrofonů 3 na analogové vstupy vícekanálového analogově-digitálního převodníku 6.

V příkladu na obr. 1 se předpokládá, že vícekanálový digitálně-analogový převodník 6 má čtyři analogové vstupy a umožňuje současně digitalizovat až čtyři analogové signály. Další dva signály mohou pak přicházet z dalších dvou speciálních mikrofonů, které nejsou na obr. 1 vyznačeny, a to po dalších dvou vedeních 8.

Digitální výstup analogově-digitálního převodníku 6 je připojen na vstup počítače 7, v němž se zesílené a digitalizované signály speciálních mikrofonů 3 soustavně vyhodnocují. Příznaky úniku nebo jiných událostí na monitorovaném úseku, se signalizují po lince 9, na pracoviště dispečinku (které na obr. 1 není vyznačeno).

Jednotlivé speciální mikrofony 3 budou zpravidla instalovány na monitorovaném potrubí ve vzdálenostech přibližně 10 až 20 km. Instalace s větší vzdáleností klade zvýšené nároky na citlivost speciálních mikrofonů 3, ale také, a to velmi podstatným způsobem na výkonnost programového vybavení a počítače. Při použití velmi výkonného počítače s mnohakanálovým analogově-digitálním počítačem bude možné jediným počítačem monitorovat i delší úseky několika paralelně vedených potrubí.

Zařízení podle tohoto vynálezu může být využito nejen k hlídání úniků, ale také jiných závažných událostí, např. nebezpečných nárazů do potrubí, nelegálních nebo neočekávaných manipulací, a také k monitorování zvukových příznaků některých běžných provozních akcí a např. také ke sledování pohybu čistícího nástroje uvnitř potrubí.

Speciální mikrofony 3 pro zařízení podle tohoto vynálezu budou konstruovány tak, aby mohly trvale a spolehlivě pracovat v prostředí s vysokým tlakem plynu a aby odolávaly rychlým změnám tlaku při natlakování a dekompresi prostoru v němž budou instalovány.

Zpravidla budou speciální mikrofony 3 pro zařízení podle tohoto vynálezu, nebo zesilovače 4 k nimž budou připojeny, mít svojí konstrukcí omezené přenášené pásmo. Typicky může být horní mezní kmitočet zvolen v rozmezí 300 - 400 Hz.

Analogově-digitální převod nebo jiné kódování signálu speciálních mikrofonů 3, může být prováděno také okamžitě po zesílení signálu speciálních mikrofonů 3, t.j. před přenosem k elektronickému vyhodnocovacímu zařízení, resp. počítači 7. Namísto vícekanálového analogově-digitálního převodníku 6 může pak být vhodný dekodér nebo digitálními komunikačními obvody pro příjem již digitalizovaných nebo jinak pro přenos kódovaných signálů speciálních mikrofonů 3.

Monitorovací ústředna může být také vybavena doplňky pro tzv. příposlech, t.j. pro přímý poslech signálů z jednotlivých speciálních mikrofonů 3, případně pro záznam a dodatečný poslech signálů s detekovanými příznaky např. nárazů do potrubí apod.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Zařízení pro automatickou detekci a lokalizaci úniku plynu z potrubí, zvláště vysokotlakých, v y z n a č e n é t í m , že jeho základní součástí jsou dva nebo více speciálních mikrofónů (3), které jsou umístěny uvnitř potrubí (1), nebo uvnitř prostorů spojených s vnitřním prostorem potrubí (1), např. uvnitř navařených nástavců (2).
2. Zařízení pro automatickou detekci a lokalizaci úniku plynu z potrubí podle bodu 1, v y z n a č e n é t í m , že elektrické výstupy speciálních mikrofónů (3) jsou elektricky připojeny buď přímo, nebo přes zesilovač (4), případně přes jiná, např. přenosová zařízení na vstupy vícekanálového analogově-digitálního převodníku (6), který je dále elektricky připojen na elektronické digitální vyhodnocovací zařízení.
3. Zařízení podle bodů 1 a 2 v y z n a č e n é t í m , že jako elektronické digitální vyhodnocovací zařízení je použit počítač (7), obsahující také programové vybavení pro vyhodnocování digitalizovaných signálů speciálních mikrofónů (3), případně také pro záznam důležitých dat a pro předávání zpráv nebo signalizaci nebezpečných stavů.
4. Zařízení podle bodu 1, v y z n a č e n é t í m , že speciální mikrofony (3) jsou instalovány současně na více potrubích a elektricky připojeny k jednomu, společnému elektronickému digitálnímu vyhodnocovacímu zařízení.
5. Zařízení podle bodu 1, případně také podle bodů 2 až 4, v y z n a č e n é t í m , že speciální mikrofony (3) nebo zesilovače (4) mají svojí konstrukcí omezeno kmitočtové pásmo shora na méně než 800 Hz.



