

16 DETEKCE PLYNŮ BEZPEČNOSTNÍ A PŘÍSTROJOVÁ TECHNIKA

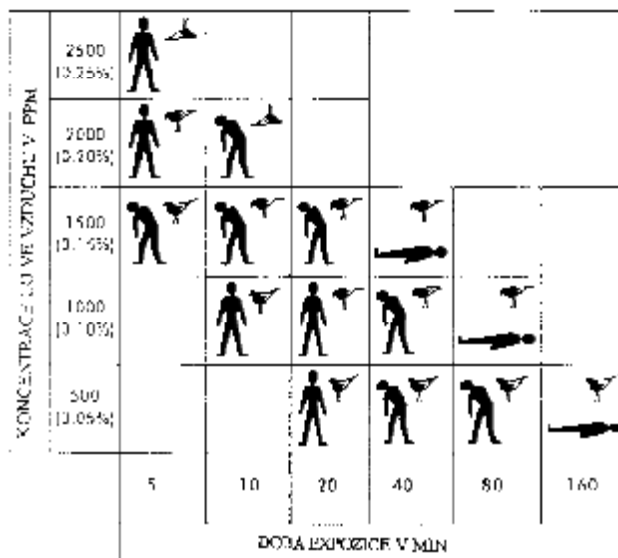
16.1 HISTORIE SLEDOVÁNÍ ATMOSFÉRY Z HLEDISKA BEZPEČNOSTNÍCH DŮVODŮ

Pro první "detekce" plynů se využívalo větší citlivosti některých zvířat např. psů - pro vyhledávání úniku metanu (CH_4) nebo kanárů - pro zjišťování výskytu kysličníku uhelnatého (CO) v prostoru, případně známých vlastností - trvalý plamen - dostatek kyslíku v prostoru. Tyto "detektory" však byly velmi nepřesné a závislé na mnoha veličinách. Na obr. 16.1 uvádíme jako příklad vliv působení kysličníku uhelnatého (CO) na člověka a na kanára.

K výraznému vývoji detekce plynů a par dochází v historii v období rozvoje průmyslu především energetického a chemického. První detektory plynů se objevují při těžbě a zpracování uhlí, kde výskyt uhlovodíků, především metanu (CH_4) a toxického kysličníku uhelnatého (CO), je častým jevem. Později se detekce plynů objevuje i při těžbě, dopravě a zpracování ropy a zemního plynu.

Při všech těchto průmyslových procesech vznikají nebezpečné plyny, a to jak toxické (jedovaté) plyny, tak plyny hořlavé (výbušné), které mohou ohrozit člověka nebo způsobit velké materiální škody. Velký rozvoj detekce plynů, především toxických, byl zaznamenán také v průběhu I. světové války kdy se na bojištích používaly toxické plyny.

Pro člověka mohou být nebezpečné plyny i plyny inertní (netečné), které nejsou ani toxické ani hořlavé, ale svými vlastnostmi (hmotností) mohou vytlačit kyslík (vzduch) i z částečně nebo zcela uzavřeného prostoru např. výkop, šachta, kobka atp. Z toho důvodu budeme v této kapitole popisovat i detekci těchto plynů.



Obr. 16.1: Působení kysličníku uhelnatého na člověka a na kanára
i z částečně nebo zcela uzavřeného prostoru např. výkop, šachta, kobka atp. Z toho důvodu budeme v této kapitole popisovat i detekci těchto plynů.

16.2 ZÁKLADNÍ POJMY

Detekce plynů a par je proces, při kterém se měří, zjišťuje nebo hlídá úroveň koncentrace plynu nebo páry, pro který je zařízení - detektor určen, a na který je cejchován (kalibrován).

Detektor plynu je zařízení na detekci - měření, zjišťování nebo hlídání úrovně určitého plynu nebo páry. Velmi často detektory reagují (jsou citlivé) i na plyny, na které nejsou nacejchovány tzn. nejsou selektivní. Citlivost na ostatní plyny je však u každého typu čidla různá pro různé plyny. Těto vlastnosti se říká interference neboli křížová citlivost a měla by být výrobcem detektorů vždy udána v technické specifikaci.

Velmi často jsou detektory plynů zaměňovány za analyzátory plynů.

Analyzátor plynů - provádí rozbor určitého prostředí (plynné směsi) tzn. měří a vyhodnocují výskyt několik různých plynů nebo par v určitém prostředí. Analyzátory plynů bývají ve většině případů podstatně složitější a dražší přístroje než detektory plynů. V plynárenství se analyzátory plynů používají především ke stanovení složení plynů a směsí (viz též kap. 4. Vlastnosti plynů) nebo k rozboru spalin při procesu spalování (viz též kap. 6. Ekologie) atp.

Podle účinku (působení) plynu na člověka a okolní prostředí je možné rozdělit detekci plynů a par následovně:

- Detekce plynů hořlavých (výbušných)
např.: zemní plyn, propan-butan, benzínové páry atp.
- Detekce plynů toxických (jedovatých)
např.: kysličník uhelnatý - CO , čpavek - NH_3 , sirovodík - H_2S , chlór - Cl_2 , atd.
- Detekce plynů ostatních
např.: kyslík - O_2 , kysličník uhličitý - CO_2 atd.

Některé plyny např. kysličník uhelnatý - CO, čpavek - NH₃, jsou však nejen toxické, ale i hořlavé, tzn. že vytváří výbušnou směs se vzduchem. Množství (koncentrace) plynu, kdy jsou tyto plyny nebezpečné z hlediska toxicity, tzn. jedovaté pro člověka, je podstatně nižší - většinou desítky nebo stovky mg/m³, případně ppm (miliontina objemu v prostoru) než koncentrace kdy se vytváří výbušná směs, která bývá jednotky % objemově - v/v (setiny objemu v prostoru).

Výbušná směs je taková směs plynů nebo par se vzduchem (v některých případech udávaná s kyslíkem), která po překročení zápalné teploty hoří. Výbuch plynu můžeme považovat za určitý druh hoření. Jeho účinky jsou největší při koncentraci hořlavého plynu těsně nad stechiometrickou koncentrací, tj. přibližně uprostřed rozsahu výbušnosti. Např. pro metan je tato koncentrace 9,5 % objemu ve vzduchu.

Spodní mez výbušnosti - SMV (anglicky označovaná LEL) je hodnota koncentrace plynu ve vzduchu, kdy tato směs začíná hořet.

Spodní mez výbušnosti má velký význam u detekce hořlavých plynů při sledování prostředí z hlediska zajištění proti výbuchu. Většina detektorů určená pro kontrolu prostředí z hlediska výbuchu má měřící rozsah 0 - 100 % SMV (LEL). Ve většině technických předpisů jsou úrovně koncentrace, kdy se musí provádět signalizace nebo zásah, stanoveny také v % SMV (LEL).

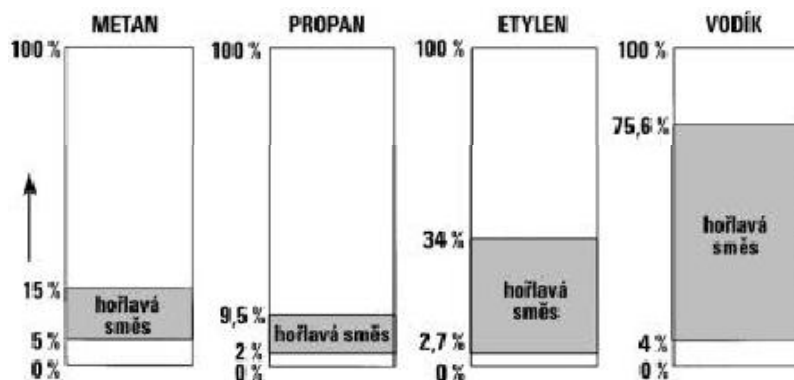
Tuto skutečnost je nutné si uvědomit a rozlišovat měření koncentrace a vyhodnocení plynů v % SMV (LEL) nebo v % v/v (objemových). Např. pro metan (při zjednodušení i zemní plyn) 100 % SMV (LEL) = 5 % v/v objemových.

Horní mez výbušnosti - HMV (anglicky označovaná UEL) je hodnota koncentrace plynu ve vzduchu, kdy tato směs přestává hořet.

Spodní a horní mez výbušnosti patří k základním vlastnostem hořlavých plynů (viz též kap. 4.).

Jako příklad uvádíme na obr. 16.2 čtyři různé plyny a jejich rozsah koncentrace, kdy vytváří se vzduchem výbušnou směs.

Rozsah výbušnosti částečně ovlivňuje teplota a tlak výbušné směsi. Se zvyšováním teploty klesá spodní mez a vzrůstá horní mez výbušnosti. Tato závislost



Obr. 16.2: Rozsah koncentrace některých plynů, kdy vytváří se vzduchem výbušnou směs

však není velká a pro normální prostředí se s ní většinou nepočítá. Vliv tlaku na hořlavou směs je rozdílný. U většiny hořlavých směsí dochází se zvětšením tlaku k malému snížení spodní meze výbušnosti, ale k velkému zvýšení horní meze výbušnosti, např. pro metan při 7 MPa je horní mez výbušnosti 34 % v/v objemově.

Spodní a horní mez výbušnosti jsou základní vlastností, která rozděluje hořlavé plyny do skupin plynů z hlediska jejich nebezpečnosti.

Označení a typičtí představitelé těchto skupin plynů jsou:

- I - 1. skupina (např. metan)
- IIA - 2. skupina (např. propan)
- IIB - 3. skupina (např. etylén)
- IIC - 4. skupina (např. vodík)

U všech elektrických přístrojů, tj. i elektrických detektorů plynů, musí být uvedeno označení, které určuje do jaké skupiny plynů je možné výrobek použít.

Klasifikace prostředí z hlediska nebezpečí výbuchu se v České republice od roku 1996 sjednotila s normami Evropské unie a je následující:

ZÓNA 0 (dříve SNV3)	Trvalý nebo dlouhodobý provozní únik hořlavého plynu. Trvalá možnost vytvoření výbušné směsi.
ZÓNA 1 (dříve SNV2)	Občasný krátkodobý provozní únik hořlavého plynu. Občasné vytvoření výbušné směsi za provozu.
ZÓNA 2 (dříve SNV1)	Únik hořlavého plynu pouze při havárii nebo poruše Vytvoření výbušné směsi pouze při havárii nebo poruše.

Klasifikace prostředí podle Amerických norem je odlišná. ZÓNA 0 a ZÓNA 1 jsou klasifikovány jako DIVISION 1 a ZÓNA 2 odpovídá DIVISION 2.

V jakém prostředí a pro jakou skupinu plynů je možné elektrický detektor plynů provozovat udává Osvědčení (certifikát) ze Státní zkušebny, č. 210 - FTZÚ Ostrava - Radvanice, který musí mít každý elektrický výrobek použitý v prostředí s nebezpečím výbuchu.

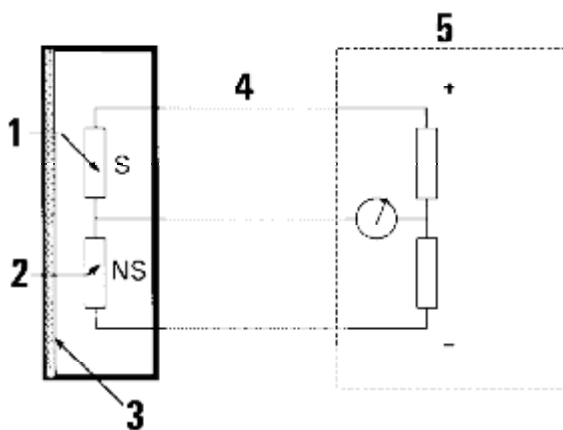
Pro detektory plynů je vhodné, aby měly také osvědčení ze Státní zkušebny č. 214 - VVUÚ Ostrava - Radvanice, která je určena pro certifikaci analyzátorů a detektorů plynů. Detektory plynů používané v důlních zařízeních musí mít povolení od Českého báňského úřadu, které je vydáno na základě osvědčení zkušeben č. 210 a č. 214.

16.3 TŘÍDĚNÍ DETEKTORŮ PODLE FUNKČNÍHO PRINCIPU

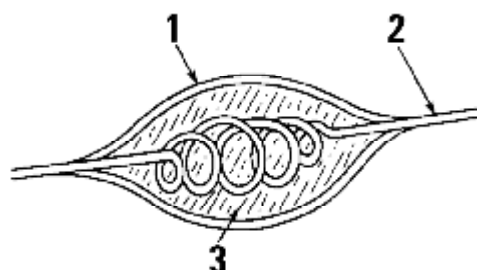
Principů detekce plynů a par je celá řada. V našem popisu se však budeme zabývat pouze těmi, které se nejčastěji používají pro detektory plynů v oblasti plynárenství.

16.3.1 Princip katalytického čidla - polistor

Detekce plynů na principu katalytického spalování patří v současné době k nejčastěji používaným principům detekce hořlavých plynů v průmyslu. Tato čidla jsou založena na katalytickém spalování detekovaného hořlavého plynu na žhaveném odporovém tělísku a tím dochází ke změně jeho odporu.



Obr. 16.4: Vyhodnocení změny odporu katalytického čidla
 1 – vyhřívané tělísko (odpor) citlivý + katalyzátor
 2 – vyhřívané tělísko (odpor) necitlivý
 3 – sinter propustný kovový materiál - slinutec
 4 – kabel
 5 – vyhodnocovací část (polovina Wheatstonova můstku)



Obr. 16.3: Katalytické tělísko

1 – katalyzátor
 2 – platinový drát
 3 – porézní hmota

Vlastní čidlo se skládá ze dvou miniaturních odporových tělísek - platinových cívek, které jsou žhaveny elektrickým proudem na teplotu 500 až 600 °C. Jedna z cívek je pokryta katalyzátorem (slitina paládía nebo rodia s thoriem) (obr. 16.3). Druhá cívka - tělísko je pouze kompenzační a odstraňuje vliv okolních změn (např. teploty, atd.), je pokryta pouze netečnou keramickou hmotou.

Při příchodu hořlavého plynu na vyhřívané tělísko - platinová cívka s katalyzátorem, dochází ke katalytickému spalování a dalšímu zahřátí. Zahřátí způsobí změnu odporu platinové cívky. Tato změna odporu se vyhodnotí v elektrickém obvodu (Wheatstonův měřicí můstek) (obr. 16.4).

Na dalších elektronických obvodech se převede tato změna odporu na elektrický signál - napětí, které se pak zpracovává na údaj na display nebo pomocí elektronických komparátorů na signalizaci překročení nastavené úrovně. Dále může být tento signál převedem na signál 4 - 20 mA (0 - 20mA) nebo u novějších zařízení na signál zpracovatelný počítačem a předávaný po počítačové sběrnici RS 232 nebo RS 485 či RS 422.

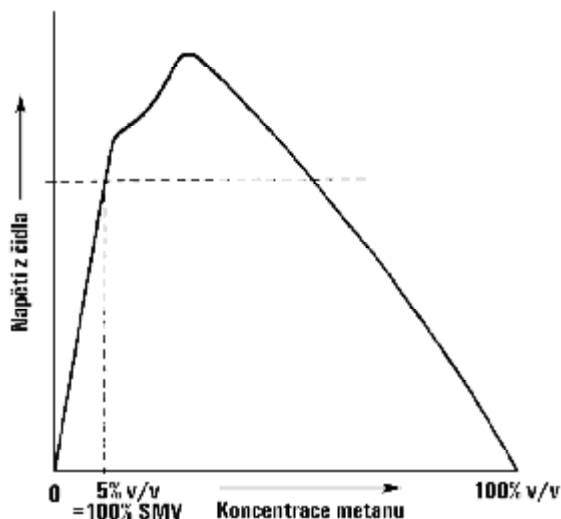
U přenosných zařízení bývají často výsledky měření ukládány do paměti a pak po celodenním měření zpracovány počítačem nebo vytisknuty na tiskárně.

Princip katalytického detektoru je v současné době nejpoužívanějším detektorem především v plynárenství, energetice a chemickém průmyslu. Je to z toho důvodu, že má tyto přednosti:

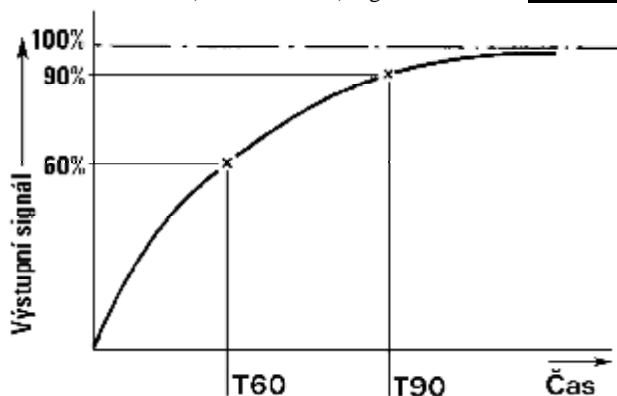
- je relativně levný
- je dostatečně přesný a stabilní
- jeho životnost je velká (např.: čidla typ 780 nebo 910 mají zaručenou životnost větší než 5 let, v některých případech pracují i 10 let)
- výstup z čidla je lineární (lze cejchovat v jednom bodě - jedním plynem)
- lze měřit téměř všechny hořlavé plyny a páry jedním typem čidla (po přecejchování).

Katalytická čidla mají i své nevýhody:

- detekovaný plyn se na čidle katalyticky spaluje, tzn. že dochází k hoření a tím potřebě kyslíku (minimálně 10 % v/v objemově), a proto nelze s těmito čidly detekovat hořlavé plyny v inertní atmosféře např. v dusíku, nebo kysličníku uhlíčitém.
- při detekci hořlavého plynu o vyšších koncentracích, nad horní mez výbušnosti, citlivost těchto čidel klesá (obr. 16.5). Tato vlastnost je ošetřena tím způsobem, že detektor, jestliže při měří překročí koncentraci větší než 100 % SMV (LEL), je elektronicky zablokován na této maximální hodnotě dokud jej obsluha neodblokuje.
- u katalytických čidel, ale i jiných principů detekce, se projevuje také zpoždění reakce (časová odezva) signálu z čidla



Obr. 16.5: Závislost citlivosti katalytického čidla při vyšších koncentracích plynu



Obr. 16.6: Časová odezva katalytického čidla na skokovou změnu detekovaného plynu

na skokovou změnu měřeného plynu. Z toho důvodu se u těchto detektorů udává časová odezva většinou T60 a T90. Tzn. čas, za který dosáhne signál 60 % a 90 % skutečné hodnoty detekovaného plynu (obrázek 16.6.).

U dobrých katalytických čidel tyto hodnoty jsou:

$$T_{60} = 5 - 10 \text{ sec.}$$

$$T_{90} = 10 - 20 \text{ sec.}$$

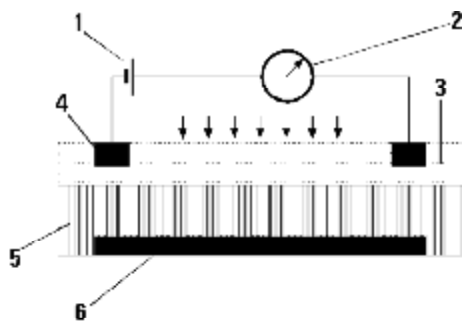
Časová odezva je závislá nejen na typu a kvalitě čidla, ale také na zpoždění, které způsobí difúze (proniknutí), případně doprava detekovaného plynu k vlastnímu čidlu. Difúzi podstatně ovlivňuje kvalita sintru (slnutý kovový prášek, slinutec, zajišťujícího pevný uzávěr)

(obr. 16.7). Znečištění sintru - slinutec (prach, olejové páry, barvy) velmi často snižují propustnost a prodlužují časovou odezvu, případně mohou čidlo úplně znehodnotit.

Pro detektory s katalytickými čidly jsou také nebezpečné silikonová rozpouštědla a mazadla, která mohou "otrávit" vlastní katalyzátor na aktivním odporovém tělísku.

16.3.2 Princip polovodičového čidla

Princip polovodičového čidla ukazuje obr. 16.8 a je následující. Na křemíkové destičce je tenká vrstva polovodiče (kysličníky kovů - ZnO_2 , SnO_2 , ZrO_2 atd.). Křemíková destička s polovodičem je vyhřívána na 200 - 250 °C. Detekovaný plyn vstupuje (difunduje) do tenké vrstvičky polovodiče, tím dochází při uvedené teplotě ke katalytické oxydaci a výsledkem je změna vodivosti tohoto polovodiče. Tato změna se pak dále elektronicky zpracovává, tj. zesiluje, komparuje a převádí na světelnou a zvukovou signalizaci.



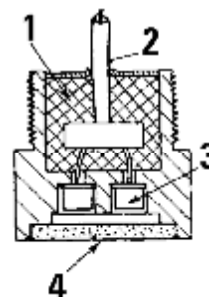
Obr. 16.8: Princip polovodičového čidla

1 – zdroj napětí
2 – měřicí přístroj
3 – MOS polovodič
4 – elektroda
5 – křemík
6 – vyhřívání

- velká nepřesnost
- malá stabilita parametrů
- velká závislost na vlhkosti a teplotě okolí
- nelinearita výstupního signálu (obr. 16.9), která ztěžuje kalibraci a nastavení
- často ztratí velmi rychle svoji citlivost bez předchozích známek
- vyžadují také přítomnost kyslíku (vzduchu) v měřené atmosféře. Z toho důvodu je nelze použít při detekci plynů v inertním prostředí, např. při dusíkování.

Tyto vlastnosti způsobují, že polovodičová čidla musí být častěji kontrolována. Někteří výrobci doporučují jednoduchou kontrolu 1 krát za měsíc.

Pro svoji nízkou cenu a relativně velkou citlivost se však využívají v jednoduchých stacionárních detektorech pro nenáročný provoz případně v přenosných detektorech pro vyhledávání úniků v nadzemních plynárenských zařízeních nebo na vyhledávání úniku u plynových rozvodů pod zemí. U těchto aplikací není nutné stanovit přesně koncentraci měřeného plynu a není zde vyžadována velká přesnost a stabilita detektoru.



Obr. 16.7: Zajištění čidla typ 780 v pevném uzávěru

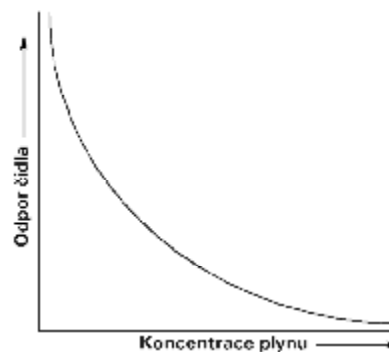
1 – zalévací hmota
2 – kabel
3 – vyhřívání tělíska
4 – sintr - slinutec

Princip detekce plynů pomocí polovodičového čidla je znám teprve přibližně 30 let a prochází stále vývojem. V současné době se polovodičové detektory používají především v nenáročných provezech na přesnost a stabilitu, např. pro domácnost, a v jednoduchých detektorech pro vyhledávání úniku plynů viz též: 16.7 .

Předností těchto čidel je:

- nízká cena
- dostatečně rychlá časová odezva
- relativně velká citlivost

V současné době však mají stále i množství nevhodných vlastností, které brání většímu rozšíření v průmyslu:



Obr. 16.9: Závislost odporu polovodičového čidla na koncentraci plynu

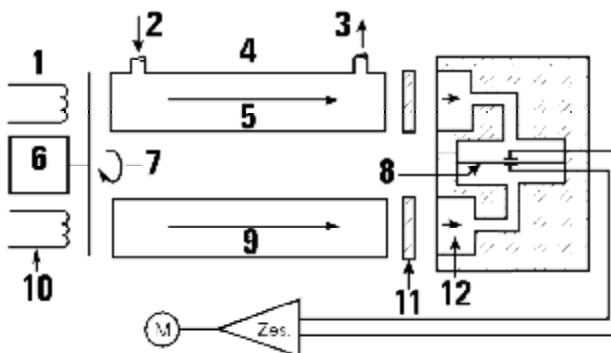
16.3.3 Princip infračerveného čidla

Na základě Lambert-Beerova zákona je známo, že v oblasti infračerveného světla existují určité délky vlnění, které jsou pohlcovány (absorbovány) určitými plyny nebo párami jejichž molekula se skládá alespoň ze dvou různých atomů.

Těto vlastnosti lze využít pro detekci velkého množství dvoupvkových plynů. Nelze těmito čidly detekovat např. dusík N₂, kyslík O₂. Tohoto jevu se využívá pro detekci hořlavých plynů a par v inertní atmosféře např. při dusíkování.

Princip detekce pomocí infračerveného světla je uveden na obr. 16.10 a je následující:

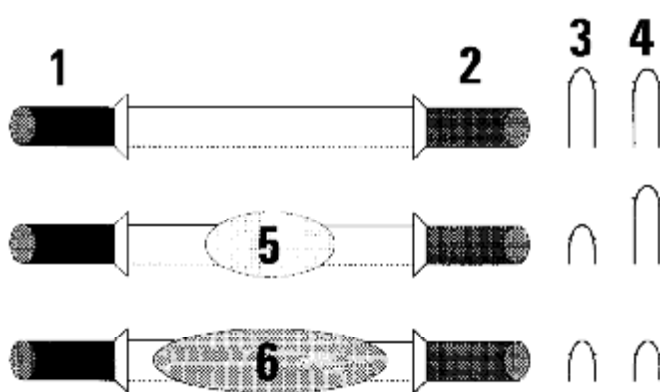
Ze společného zdroje infračerveného světla se vysílají dva paprsky synchronně přerušované. Jeden paprsek - měřící - prochází měřící komůrkou - kyvetou, ve které se nachází měřený plyn a druhý prochází referenční komůrkou se známým plynem. Pomocí referenčního paprsku se také odstraňuje vliv teploty, tlaku atp. Oba paprsky se pak srovnávají na kovové membráně, která slouží jako kapacitní snímač. Signál ze snímače - změna kapacity se pak zesiluje a dále elektricky zpracovává.



Obr. 16.10: Princip detekce plynů pomocí infračerveného světla

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1 – zdroj | 7 – rotující clona |
| 2 – vstup | 8 – kovová membrána |
| 3 – výstup | 9 – referenční komora |
| 4 – měřený plyn | 10 – zdroj infra světla |
| 5 – měřící komora | 11 – světelný filtr |
| 6 – motor | 12 – absorpční komora |

Tento princip měření plynů se používal především v analyzátoch, později velkých přenosných měřicích přístrojích např.: UNOR, IREX, v současné době se již vyrábí velmi malá stacionární čidla např. čidlo SEARCHPOINT nebo i malé přenosné MULTIWARN. Tato čidla jsou používána v těžkém provozu, kde dochází k častým nebo trvalým únikům, nebo kde je koncentrace větší než 100 % SMV (LEL) a je vyžadována velká stabilita a neměnnost parametrů i několik let, případně tam, kde se vyžaduje detekce hořlavých látek v inertním prostředí.



Obr. 16.11: Detekce plynů infračerveným paprskem v otevřeném prostoru

- | | | |
|--------------|-----------------------|----------------------|
| 1 – vysílač | 3 – měřící signál | 5 – plyn |
| 2 – přijímač | 4 – referenční signál | 6 – dešť, mlha, kouř |

Druhý paprsek referenční je širokopásmový a pomocí něj se rozlišuje zda nedošlo ke snížení amplitudy měřícího paprsku z jiných důvodů, např. kouř, dešť atp. Pokud dojde k snížení amplitudy obou paprsků infračerveného světla, měřícího i referenčního nevyhodnotí elektronika čidla tento pokles jako výskyt detekovaného plynu. Jestliže ale dojde k poklesu amplitudy pouze u měřícího paprsku infračerveného světla a u referenčního zůstane stejná, pak se tento pokles vyhodnotí jako výskyt detekovaného (zjišťovaného) plynu.

Takto je konstruován např. SEARCHLINE, který může nahradit jedním čidlem s paprskem dlouhým až 200 i několik desítek bodových čidel (obr. 16.12). Na kratší vzdálenosti (do 65 m) je přijímač a vysílač zabudován v jednom

Infračervená čidla jsou konstruována jako bodové (v jednom místě), tzn. měřící infračervený paprsek se pohybuje na krátké vzdálenosti ve speciální malé komůrce s odrazovou plochou vzdálenou pouze několik centimetrů od zdroje nebo v poslední době detektory s paprskem v otevřeném prostoru, tzn. že paprsky infračerveného světla jsou vysílány vysílačem do volného prostoru a na vzdálenosti až 200 m přijímány přijímačem (obrázek 16.11).

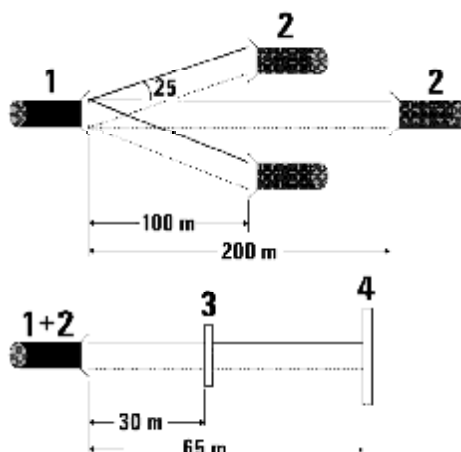
Pracují následujícím způsobem: Z jednoho zdroje (vysílače) světla se vysílají dva paprsky infračerveného světla. Jeden paprsek měřící - je nastaven na takovou vlnovou délku infračerveného světla, o které se ví, že ji měřený plyn pohlcuje. Druhý paprsek referenční je širokopásmový a pomocí něj se rozlišuje zda nedošlo ke snížení amplitudy měřícího paprsku z jiných důvodů, např. kouř, dešť atp. Pokud dojde k snížení amplitudy obou paprsků infračerveného světla, měřícího i referenčního nevyhodnotí elektronika čidla tento pokles jako výskyt detekovaného plynu. Jestliže ale dojde k poklesu amplitudy pouze u měřícího paprsku infračerveného světla a u referenčního zůstane stejná, pak se tento pokles vyhodnotí jako výskyt detekovaného (zjišťovaného) plynu.

zařízení a paprsky infračerveného světla se odráží od speciálního zrcadla, tzn. infračervené paprsky vysílané z vysílače prochází měřeným prostorem, narazí na speciální zrcadlo odrazí se a jdou zpět do přijímače, který je umístěn ve stejném přístroji jako vysílač.

U čidla s infračerveným paprskem v otevřeném prostoru je plný rozsah měření pro hořlavé plyny 0 - 100 % SMV na 1 metr. Tzn., že plnou výchylku čidla může vyvolat jak koncentrace 100 % SMV hořlavého plynu na délce 1 metr, tak i koncentrace 10 % SMV na délce 10 m.

Z hlediska detekčních vlastností mají infračervená čidla velké množství předností před jinými čidly např.:

- rychlost časové odezvy na skokovou změnu (1 až 2 s).
- nedochází na čidle k hoření, tzn. že se čidlo nepotřebává - vysoká životnost
- velká selektivita
- možnost detekovat (měřit) plyn i v inertní (netečné) atmosféře, tj. např. metan v dusíku
- dobrá kompenzace okolních vlivů
- možnost detekovat plyn ve velkém (otevřeném) prostoru jedním čidlem



Obr. 16.12: Detekce plynů infračerveným paprskem v otevřeném prostoru na různé vzdálenosti
 1 – vysílač 3 – zrcadlo 500 mm²
 2 – přijímač 4 – zrcadlo 1000 mm²

Přednosti infračerveného čidla zajišťují jeho stále častější používání. Hromadné rozšíření i v jednoduchých provozech však omezuje jejich relativně vysoká cena. Infračervených detektorů se používá nejenom pro hořlavé plyny, ale i pro jiné plyny např.: oxid uhličitý (CO₂), který není ani hořlavý ani toxický. Mají velkou selektivitu, a proto se často využívají v analyzátoch plynů.

Jako detektory jsou využívána především v plynárenském a chemickém průmyslu, především tam, kde nahradí velké množství čidel nebo tam, kde se měří trvale hořlavý plyn s vyšší koncentrací a kde se vyžaduje vysoká stabilita, případně kde je nutné měřit plyn v inertní atmosféře.

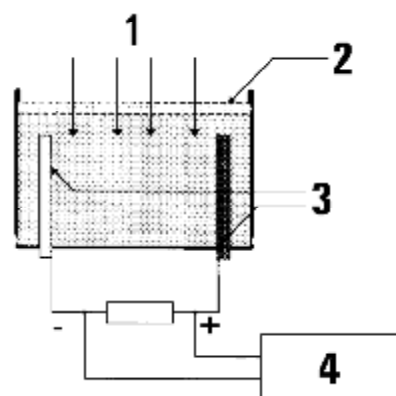
16.3.4 Princip elektrochemického čidla

Princip tohoto čidla ukazuje obr. 16.13 a je podobný jako u elektrického monočlánku.

Ve speciálním pouzdře (článku) se nachází dvě elektrody ponořené do elektrolytu, který může být tekutý, gel nebo porézní napuštěná hmota, která je od okolí oddělena speciální polopropustnou membránou. Detekovaný (měřený) plyn prostupuje přes membránu do elektrolytu a zde vyvolá chemickou reakci, která způsobí vznik kladných a záporných částic, pohybujících se k příslušné elektrodě, a tím po spojení elektrod přes vyhodnocovací elektronický obvod tak dojde k toku elektrického proudu, který je úměrný koncentraci měřeného plynu. Tento proud se pak zesiluje a dál elektricky zpracovává na dalších elektronických obvodech

Druh plynu, který má být detekován (měřen) určuje vlastnosti elektrolytu, elektrod i propustné membrány.

Tímto způsobem se detekují (měří) většinou toxické plyny např. oxid uhelnatý (CO), sirovodík (H₂S), čpavek (NH₃), chlór (Cl₂), ale také kyslík (O₂). Citlivost těchto čidel je velmi vysoká (většinou detekují úrovně v jednotkách až stovkách ppm (miliontina objemu nebo mg/m³). Pomocí vhodného elektrolytu, elektrod a membrány lze zajistit dostatečnou selektivitu těchto čidel. Při využití těchto čidel je však nutné počítat s relativně delší časovou odezvou (T₉₀ bývá 30 - 60 sekund).



Obr. 16.13: Princip elektrochemického čidla

- 1 – měřený plyn
- 2 – propustná membrána
- 3 – elektrody
- 4 – vyhodnocovací zařízení

Z toho důvodu, že dochází k chemické reakci, a tím opotřebením elektrod i elektrolytu mají tato čidla omezenou životnost. Obvykle je 1 - 3 roky (pro kyslík pouze půl až jeden a půl roku), podle druhu plynu a kvality výroby. Životnost elektrochemických čidel (především kyslíku) v přenosném provedení lze prodloužit tím, že je uskladňujeme při nízkých teplotách (kolem 5 °C) tzn. např. v chladničce. Snížením teploty čidla a elektrolytu se zpomalí probíhající chemická reakce, a tím prodlouží životnost čidla.

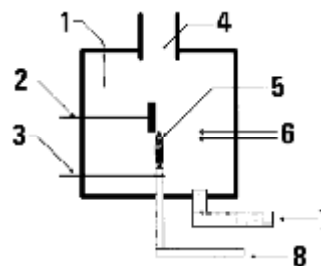
16.3.5 Princip ionizačního čidla

Princip detekce plynů pomocí ionizace vodíkového plamene je uveden na obr. 16.14 a je následující. Ve válcové spalovací komůrce hoří tzv. "vodíkový plamen", který je napájen hořlavou směsí z láhve (směs H_2/N_2) a kyslíkem obsaženým v nasávaném vzorku plynu. Jestliže se v nasávaném vzorku plynu objeví uhlovodíky např. metan, zvětší se elektrická vodivost tohoto vodíkového plamene. Tato změna se převede pomocí elektronických obvodů na elektrický signál, který se dále zpracovává na údaj na display nebo pomocí elektronických komparátorů na signalizaci překročení nastavené úrovně atp.

Výhodou tohoto čidla je především jeho velká citlivost (desítky ppm) a dostatečná rychlost časové odezvy (2 - 3 s) závislá na dopravním zpoždění detekovaného plynu.

Nevýhodou je potřeba pomocné spalovací směsi.

Na tomto principu pracuje např. PORTAFID, VARIOTEK na vyhledávání úniků plynů na podzemních rozvodech, ale i jiné stabilní přístroje jako např. chromatografy na určování vlastností plynů.



Obr. 16.14: Princip detekce pomocí ionizace vodíkového plamene.

- 1 – teploměr - hlídání teploty
- 2 – sběrací elektroda
- 3 – elektroda trysky
- 4 – výstup spalin
- 5 – vodíkový plamen
- 6 – zapalovací jednotka
- 7 – měřený plyn
- 8 – pomocný plyn (vodík)

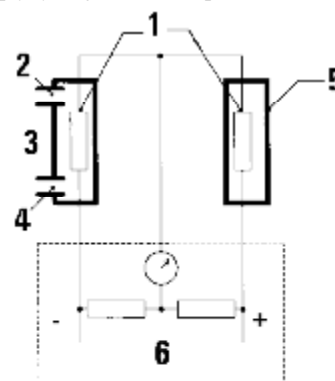
16.3.6 Princip čidla využívající teplotní vodivosti plynů

Toto čidlo (někdy nazýváno také jako katarometr) využívá rozdílné teplotní vodivosti jednotlivých plynů.

Jestliže budeme uvažovat, že teplotní vodivost vzduchu je 1, pak některé další plyny mají relativní teplotní vodivost (vzhledem ke vzduchu) následující:

	relativ. vodivost	
	při 0 °C	relativ. při 100 °C
Vzduch	1	1
Čpavek	0,90	1,04
Vodík	7,15	6,90
Metan	1,25	1,43
Butan	0,55	0,74

Princip tohoto detektoru je uveden na obr. 16.15 a je následující: Ve dvou komůrkách jsou instalována dvě stejná vyhřívaná tělíska - odpory zapojené do můstku. V jedné uzavřené komůrce je referenční plyn, o známých vlastnostech a do druhé se přivádí měřená (detekovaná) směs plynů. Jestliže do měřicí komůrky přivedeme konstantní průtok směsi plynů o jiné teplotní vodivosti než má referenční plyn, dochází k ochlazení nebo většímu ohřátí vyhřívaného tělíska a k jeho změně odporu. Např. při příchodu vodíku do měřicí komůrky se velkou teplotní vodivostí vodíku měřicí tělíska podstatně ochladí, a tím se změní jeho odpor. Změna odporu měřicího tělíska a tělíska v referenční komůrce se srovnává a vyhodnotí ve Wheatstonově můstku. Ta se pak převádí na elektrický signál, který se dále zpracovává na údaj na display nebo pomocí elektronických komparátorů na signalizaci překročení nastavené úrovně.



Obr. 16.15: Princip detektoru založeného na teplotní vodivosti

- 1 – vyhřívaná tělíska - odpory
- 2 – výstup
- 3 – měřený plyn - konstantní průtok
- 4 – vstup
- 5 – referenční komora se známým plynem
- 6 – vyhodnocovací část (polovina Wheatstonova můstku)

Tato čidla se využívala dříve především pro měření vodíku (má podstatně větší teplotní vodivost než vzduch) v atmosféře, později např. pro signalizaci úniku z vodíkových balónů atd. V současné době jsou využívána i pro detektory metanu s koncentrací větší než je dolní mez výbušnosti, kdy nelze použít detektory katalytické nebo polovodičové.

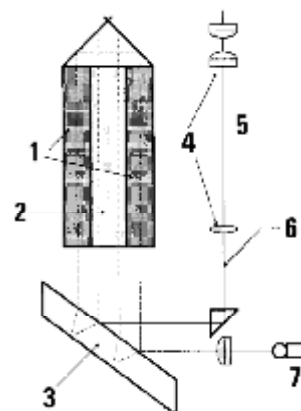
Detektory na tomto principu jsou nepřesné zvláště při malých koncentracích měřeného plynu a dají se použít pouze pro některé plyny, které mají dostatečný rozdíl teplotní vodivosti proti vzduchu, jsou však jednoduché, a proto se stále využívají.

16.3.7 Interferometry

Plynové interferometry jsou přístroje na měření a detekci plynů, které využívají světelné interference a měření indexu lomu světla v plynovém prostředí. Princip je znázorněn na obr. 16.16 a je následující:

Paprsek světla dopadá na interferenční desku, kde se odrazem na vnější a vnitřní ploše desky rozdělí na dva paprsky, které odděleně prochází srovnávací a měřicí komůrkou. Po odrazu na pravouhlém hranolu se vrací zpět a znovu prochází přes srovnávací a měřicí komůrku a zpět na interferenční desku, kde se opět sjednotí. Nepatrný náklon interferenční desky pak způsobí, že se jednotlivé paprsky zkrříží a vzniká interferenční obraz, který je možné přivést do dalekohledu - kukátka, kde je možné tento obraz kontrolovat společně se stupnicí, a tak určit koncentraci detekovaného plynu.

Nevýhodou těchto detektorů je především to, že nejsou kontinuální, tzn. pro každé měření je nutné nasát vzorek měřené směsi pumpičkou - balónek, dále jsou neselektivní a jsou náročné na zkušenost obsluhy. Interferometry se dříve hodně používaly v plynárenství (v České republice typ DU-2 a DU-2C) při kontrole ovzduší při práci s otevřeným ohněm, v současné době jsou vytlačovány jednoduššími detektory katalytickými nebo infračervenými.



Obr. 16.16: Princip interferometru

- 1 – srovnávací komora
- 2 – měřicí komora
- 3 – interferenční deska
- 4 – čočky
- 5 – dalekohled
- 6 – světelný paprsek po interferenci
- 7 – žárovka - zdroj světla

16.4 POPISY TYPICKÝCH DETEKTORŮ PLYNU

ČSN rozděluje detektory hořlavých plynů a par následovně:

- ČSN EN 50055 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů - zařízení skupiny I (pro doly s výskytem metanu) s rozsahem do 5 % metanu ve vzduchu.
- ČSN EN 50056 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů - zařízení skupiny I (pro doly s výskytem metanu) s rozsahem do 100 % metanu ve vzduchu.
- ČSN EN 50057 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů - zařízení skupiny II (pro výbušné prostředí jiné než doly) s rozsahem 100 % spodní meze výbušnosti.
- ČSN EN 50058 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů - zařízení skupiny II (pro výbušné prostředí jiné než doly) s rozsahem do 100 % (objemových) plynů.

Základní podmínky těchto detektorů udává

- ČSN EN 50054 - Elektrická zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů - všeobecné požadavky a metody zkoušek.

Detektory plynů a par pracující v prostředí s nebezpečím výbuchu se také musí řídit

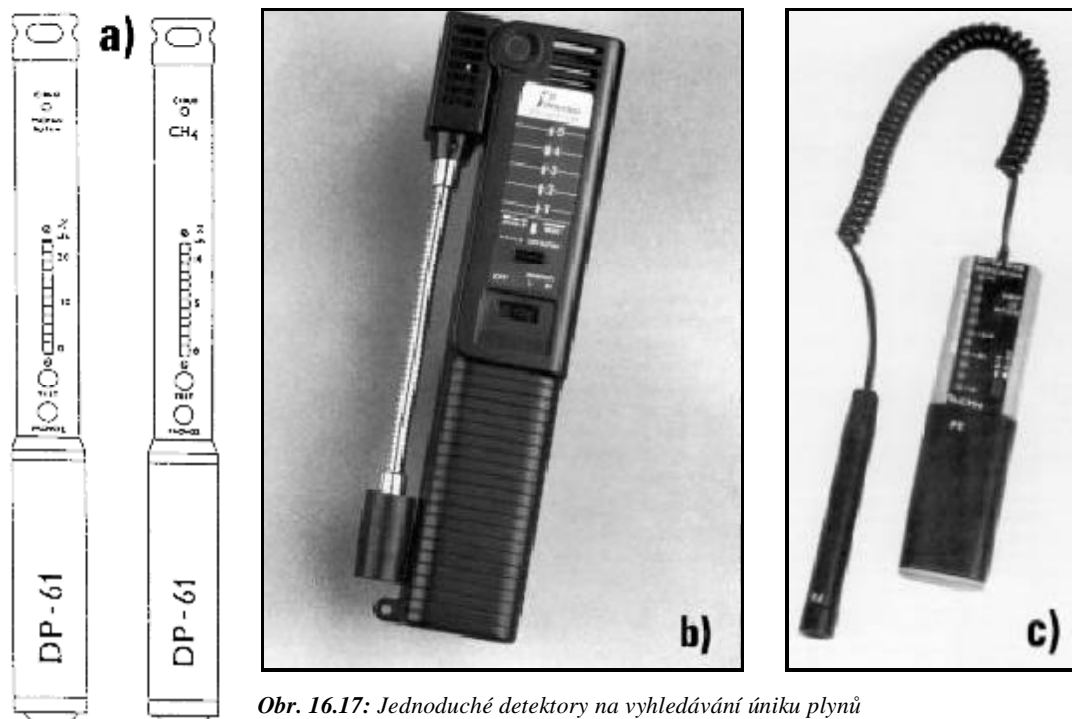
- ČSN 33 2320 - Elektrická zařízení v místech s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par.

Detektory hořlavých a toxických plynů a par je možné rozdělit podle několika kritérií. Nejčastějším kritériem pro rozdělení detektorů plynů je podle jejich využití.

16.4.1 Detektory plynů přenosné

Přenosné detektory plynů je možné dále rozdělit podle uživatelského hlediska na detektory plynů na vyhledávání úniků plynů, kontinuální detektory plynů na měření a kontrolu výbušného prostředí, a na detektory toxických a ostatních plynů určených k ochraně člověka.

16.4.1.1 Přenosné detektory plynů na vyhledávání úniků hořlavých plynů

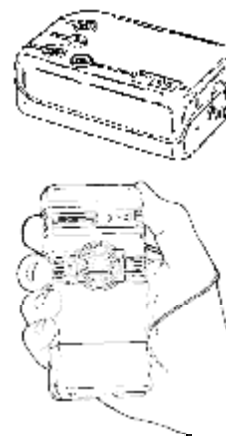


Obr. 16.17: Jednoduché detektory na vyhledávání úniku plynů

Při vyhledávání úniku plynů (ať hořlavých nebo toxických) vyžadujeme od přístroje především rychlou odezvu a vysokou citlivost bez velkých nároků na přesnost.

Pro tuto činnost dostatečně vyhovují jednoduché a levné detektory plynů, které jsou většinou na polovodičovém principu. Tyto detektory většinou nemají číslicové ukazování naměřené hodnoty. Mají pouze signalizaci pomocí LED diod (svítivek), které signalizují podle počtu svítících diod, zvětšení nebo zmenšení koncentrace detekovaného plynu. Konstrukce těchto detektorů může být velmi jednoduchá (některé přístroje nejsou ani certifikovány - schváleny státní zkušebnou č. 210 do prostředí s nebezpečím výbuchu), proto mohou být lehká (100 - 300 g) a také levná. Vlastní čidlo z důvodu snadného přístupu k zařízení může být umístěno na konci detektoru nebo na konci ohebné trubky nebo oddělitelné a spojené s vlastním přístrojem pomocí kabelu. Na vlastním přístroji je řada signalizačních LED diod určujících koncentraci detekovaného plynu a hlasitá signalizace bzučákem.

Takovými detektory jsou např. přístroje SF DETECTION, GI-02, GADET-J, GD-100, DP61 atd. Příklady jednoduchých přístrojů na vyhledávání úniku jsou na obr. 17a, b, c.



Obr. 16.18: Příklady přenosných detektorů

Složitější zařízení pro vyhledávání úniků hořlavých nebo toxických, které ukazují i číselný údaj koncentrace plynů, jsou již většinou osazeny katalytickými čidly s vyšší citlivostí. Tato zařízení jsou konstruována tak, aby vyhověla do prostředí s nebezpečím výbuchu. Jsou složitější a často kombinovaná i s detekcí na toxické plyny nebo kyslík.

Jednotlivá čidla jsou vyměnitelná nebo je zbudováno několik čidel v jednom přístroji. Mohou být difúzní, tzn. že detekovaný plyn pronikne k čidlu samovolně nebo se zabudovanou nasávací elektrickou pumpičkou (malým čerpadlem), tzn. že měřený plyn je přiváděn k vlastnímu čidlu nuceně. Tyto detektory bývají často vybaveny sluchátky do hlučného prostoru. Jsou to např. přístroje SOLO, SR-3, MULTIWARN, SCOUT atd.

Dalším druhem přenosných detektorů jsou detektory používané pro vyhledávání úniků hořlavých plynů z půdy. U těchto přístrojů se vyžaduje velmi vysoká citlivost a velká rychlost odezvy.

Používají se principy ionizace vodíkového plamene (např. PORTAFID, VARIOTEK), ale i speciální katalytická nebo polovodičová čidla (např. GAS-TRACER).

Tyto detektory bývají také často vybaveny sluchadly do hlučného prostředí. Jsou větší konstrukce s nasávacím zvonem nebo kobercovou sondou nebo i ve formě vozíku viz obr. 16.19. Některé využívají pro přesnou lokalizaci místa úniku sondy, které se zatlačí nebo zavrtají do země.



Obr. 16.19: Vyhledávání úniku plynů na podzemních plyn. zařízeních

16.4.1.2 Přenosné detektory plynů pro kontrolu výbušného prostředí

Tyto detektory (často nazývané explozimetry) mají číselný údaj o koncentraci měřeného plynu, pracují většinou na principu katalytického spalování (jednodušší a levnější např. SOLO, EX10, PacEx), nebo na principu infračerveného světla, tam kde se používá inertního plynu, (dražší přístroje např. MULTIWARN). Přenosné detektory bývají často vybaveny oddělitelnými výměnnými čidly (např. GAS SCOUT), čidlo se pak může umístit až 10 m od vlastního vyhodnocovacího přístroje. Mohou mít nasávání pumpičkou, elektrickou zabudovanou v přístroji nebo ruční (balónek), která zajišťuje odběr z místa, kde není možné umístit detektor s vlastním čidlem (např. SOLO, MULTIWARN). V případě použití s nasávací pumpičkou je nutné počítat se zpožděním měření podle délky nasávací trubičky. Nasávání probíhá většinou rychlostí cca 1 - 3 l/min.

Některé přenosné detektory jsou úmyslně vyrobeny robustní, s velkým a silným signalizačním světlem, velmi hlasitou houkačkou a baterií s velkou kapacitou, která umožňuje dlouhodobý trvalý provoz v těžkém provozu. Takovými přístroji jsou např. BEACON nebo BM22.

Vlastní přístroje bývají vybaveny většinou digitálním ukazováním měřené hodnoty zvukovou i optickou signalizací překročení jedné nebo dvou úrovní koncentrace, dále signalizací, že je přístroj v provozu a signalizací, že dochází k poklesu kapacity (napětí) baterií.

Modernější přístroje jsou již vybaveny pamětí pro několik desítek měření, případně pro záznam špičkových nebo průměrných naměřených hodnot, a mají výstup pro zpracování údajů na počítači.

Kapacita baterií je navržena tak, aby přístroj vydržel pracovat minimálně po dobu pracovní směny tj. 8 hod. Tyto přístroje měří většinou v rozsahu 0 - 100 % SMV (LEL). Je nutné však vědět na jaký plyn je přístroj cejchován, protože pro ostatní plyny je údaj nesprávný. Na display přístroje je vždy informace o jaký plyn se jedná. Např. Detektor cejchovaný na metan (zemní plyn) bude při měření propan-butanu ukazovat podstatně větší nesprávné hodnoty. Pro správné měření jiného plynu musí být detektor na tento plyn nacejchován.

Některé detektory jsou osazeny tzv. "dvourozsahovým" čidlem. Ve skutečnosti jsou to dvě čidla, jedno čidlo na principu katalytického spalování a druhé většinou na principu teplotní vodivosti. Tyto čidla pak zajišťují to, že je možné měřit rozsah 0 -100 % SMV (LEL) tj. pro metan (zemní plyn) 0 - 5 % v/v (objemově) a po překročení této hodnoty se rozsah sám přepne a měří se v rozsahu 5 - 100 % v/v (objemových). Tato čidla jsou však vždy pro jeden druh plynu - nejčastěji pro metan (zemní plyn). Detektory s dvojrzsahovým čidlem se používají nejčastěji při kontrole odzdušnění plynového potrubí nebo jiného plynového zařízení viz též 16.8.

Přenosné detektory na hořlavé plyny jsou velmi často kombinované s detektory na kyslík, případně na toxické plyny. Jsou to např. přístroje LEADER, SOLO, MX21, MX2000. Tyto přístroje mohou současně nebo po výměně čidla detekovat až čtyři různé plyny. Nejčastější kombinace plynů v jednom přístroji jsou - hořlavý plyn - např. metan CH₄ 0 - 100 % SMV (LEL), kyslík O₂ 0 - 25 % v/v (objemových), kysličník uhelnatý CO a sirovodík H₂S. Tyto a další kombinace čidel mohou být namontovány do jednoho přístroje. Takový přístroj pak chrání nejenom z hlediska

výskytu výbušné směsi, ale i z hlediska výskytu toxických plynů, případně nedostatku kyslíku. Při měření kyslíku se signalizace - alarmy (zvukové i světelné) spouští při poklesu pod 18 - 19 % v/v objemových. Využívá se toho především při svařování nebo práci v uzavřených prostorách např. v jámách, kobky atp., kdy může dojít nejen ke vzniku výbušné směsi, ale i k úbytku kyslíku, případně vzniku jedovatých (toxických) plynů. Měření kyslíku je možné využívat i při tzv. odvzdušňování plynových zařízení (viz též 16.8).

Přístroje pro měření výbušné směsi musí být cejchovány do prostředí s nebezpečím výbuchu. Novější výrobky jsou certifikovány také z hlediska elektromagnetické kompatibility, tzn. že nemohou rušit (ovlivňovat) vlastním elektromagnetickým vlněním ani nemohou být rušena (ovlivňována) cizím elektromagnetickým vlněním.

16.4.1.3 Přenosné detektory pro toxické (jedovaté) a ostatní plyny

Tyto přístroje slouží jako ochrana člověka před účinky toxických (jedovatých) plynů nebo plynů, které sice jedovaté nejsou, ale mohou způsobit úbytek vzduchu (kyslíku) v prostředí, ve kterém se člověk nebo skupina lidí nachází. Tyto detektory jsou většinou na principu elektrochemického článku nebo infračerveného čidla. Detektory měří nebo signalizují překročení úrovně v desítkách nebo stovkách ppm (parts per milion - milióntá část) nebo mg/m^3 . Maximální přípustné hranice jsou dány Hygienickými předpisy Ministerstva zdravotnictví "Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí".

V této směrnici jsou mezní hodnoty, které nesmí být překročeny ani na krátkou dobu a hodnoty, které se vztahují na osmihodinovou pracovní dobu. Obdobně jsou hodnoty udávány evropskými výrobci tzv. krátká doba pobytu (STEL - short term exposure limit) - do 10 min a dlouhá doba pobytu tzv. prahová hodnota (TLV-threshold limit value). Tyto detektory se vyrábí v několika variantách. Jako nejjednodušší detektory, nejčastěji pro kysličník uhelnatý CO, kyslík O_2 a sirovodík H_2S , se vyrábí velmi malé (cca 40 x 50 mm), lehké (cca 100 g) a levné detektory bez ukazování - mají pouze optickou a zvukovou signalizaci překročení pevně nastavené úrovně, dle hygienických norem. Taková čidla jsou např. SOLOTOX. Obdobně jen o něco málo větší i s ukazováním na display případně s výměnnými čidly jsou např. PAC II, TX11.

16.4.2 Detektory plynů stacionární (trvale umístěné)

Stacionární detektory mohou být stejně jako přenosné pro detekci plynů hořlavých, tzn. detekce z hlediska výskytu výbušné směsi nebo detekce plynů toxických a jiných z hlediska ochrany člověka. Velmi často mají oba typy detektorů společně vyhodnocovací zařízení - ústřednu. Např. v některých velkých kotelnách, kde je předepsaná detekce hořlavých plynů, se současně detekuje kysličník uhelnatý, který může vznikat při nedokonalém spalování (při nevhodném poměru paliva a vzduchu).

16.4.2.1 Stacionární detektory hořlavých plynů

Nejčastější stacionární detektory používané v průmyslu pracují na principu katalytického spalování. Je to z toho důvodu, že jsou dostatečně stabilní (cejchování je dostačující 1 až 2 krát do roka), jsou dostatečně odolné vůči okolním vlivům (teplota, vlhkost) a mají dlouhou životnost. Někteří výrobci udávají více než 5 let. Díky moderní technologii výroby jsou i relativně levné. Protože vlastní čidlo je elektricky vyhříváno na teplotu 500 - 600 °C a většinou se nachází v prostředí s nebezpečím výbuchu, je nutné, aby bylo zajištěno pro toto prostředí. Zajištění čidla do prostředí s nebezpečím výbuchu se provádí, pevným uzávěrem nebo jiskrovou bezpečností. Pevný uzávěr je takový, který umožní příchod hořlavé směsi k vlastnímu čidlu přes speciální slinutý práškový kov sintr. Teplota čidla a katalytického hoření se však nedostane přes sintr do okolního prostředí (obr. 16.7).

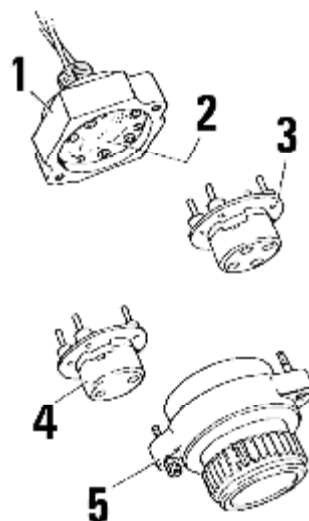
Některá stacionární čidla např. typ 910 a 911 (obr. 16.19) mají pevný uzávěr ve speciálním rozebíratelném provedení, tzn. po ukončení "života" (vyhoření katalyzátoru tj. 5 -7 let) se vyměňuje pouze tento levný měřicí element a nemusí se vyměňovat celé kovové pouzdro (pevný uzávěr), který je na čidlo nejdražší. Některá čidla jsou zajištěna do prostředí s nebezpečím výbuchu speciálním elektrickým zapojením tzv. jiskrovou bezpečností. Jiskrová bezpečnost zabezpečuje v elektrickém obvodu takovou elektrickou energii, která nemůže vytvořit elektrickou jiskru, která by mohla zapálit výbušnou směs. Takto zapojená čidla jsou však složitější, a tím i dražší.

Některá stacionární čidla např. typ 2000 nebo POLYTRON mají přímo u čidla na krabici měřicí display, který přímo na místě ukazuje koncentraci měřeného plynu nebo signalizuje stav čidla, např. poruchu. Výhodou těchto stacionárních čidel je, že cejchování může provádět pouze jeden člověk.

Při instalaci detektorů plynu, případně i vyhledávání úniků, je nutné znát vlastnosti detekovaného plynu, především jeho hmotnost zda je lehčí nebo těžší než vzduch a možný pohyb tohoto plynu nebo směsi se vzduchem v příslušném měřeném prostředí. Toto proudění může být podstatně ovlivněno přirozenou nebo nucenou ventilací uvedeného prostoru.

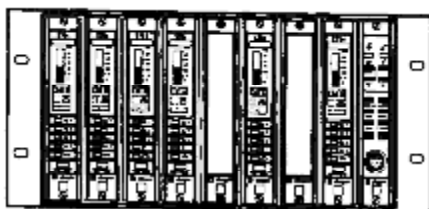
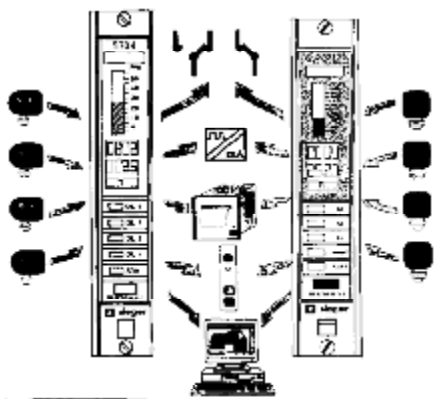
Vyhodnocovací ústředny, na které se stacionární čidla připojují, mohou být jedno nebo více místné (nejčastěji násobky čtyř). Tyto ústředny bývají vybaveny různými elektronickými, optickými a zvukovými funkcemi. Nejmodernější zajišťují následující funkce:

- napájením 220 Vstr. nebo 24 Vss nebo je napájení zdvojeno (220 Vstř i 24 Vss) z důvodu zajištění.
- signalizace zapnutí přístroje
- signalizace (optickou i zvukovou) poruchy přístroje
- signalizace zablokování přístroje (např. při cejchování)
- signalizace (optickou i zvukovou) překročení nastavené úrovně (je možné až tři libovolně nastavitelné úrovně v celém rozsahu měření)
- ukazování číslicové hodnoty na display
- spojitě ukazování na barografu,
- výstupní kontakty pro všechny signalizace
- výstupní signál 4 - 20 mA (0 - 20 mA)



Obr. 16.20: Rozebíratelné čidlo typ 910 se speciálním uzávěrem

- 1 – nosná část
- 2 – destička zesilovače
- 3 – vlastní element čtyřdílný
- 4 – vlastní element dvoudílný
- 5 – přední část čidla



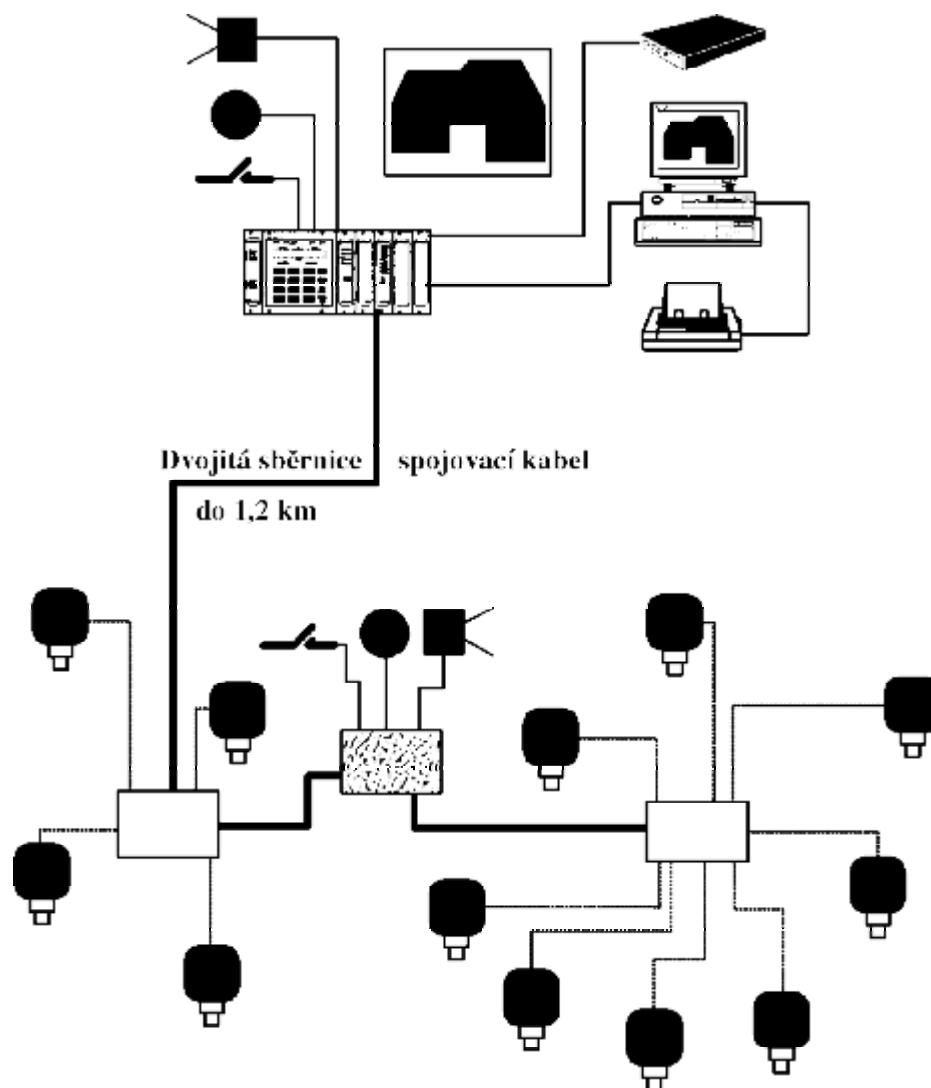
Obr. 16.21: Vyhodnocovací ústředna pro stacionární detekci plynů typ 57.

- výstup do počítače (PC) po sběrnici RS 232 nebo RS 485, RS 422
- vlastní paměť s možností vyhodnocování naměřených signálů
- vlastní malou zabudovanou tiskárnu
- jsou certifikovány z hlediska elektromagnetické kompatibility.

Příklad vyhodnocovací ústředny uvádí obr. 16.21

- V některých zvlášť velkých a složitých průmyslových objektech se využívá také adresovatelnosti jednotlivých čidel. Tato čidla jsou pak spojena s vyhodnocovací ústřednou nebo s počítačovým řídicím systémem pomocí sběrnice BUS (např. RS 485) pouze dvěma vodiči. V tomto případě se ušetří na kabeláži, ale na druhé straně je zde nebezpečí, při přerušené sběrnici, porucha celého systému.

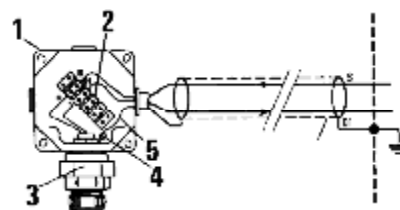
Katalytická čidla tvoří polovinu Wheatstonova můstku a proto musí být k ústředně připojena 3 nebo 4 vodičovými kabelem (3 vodiče - vlastní čidlo a 1 vodič žlutozelený-zemnicí). Pokud je zemnění provedeno v místě u čidla pak stačí pouze 3 vodiče pro vlastní čidlo. U speciálních kabelů do prostředí s nebezpečím výbuchu, které mají dvojitě stínění, bývá vnější stínění použito na přizemnění (obr 16.23). Průřez vodičů je dán vzdáleností čidla od ústředny a bývá 0,5 - 2,5 mm². POZOR záměna vodičů může znamenat zničení čidla.



Obr. 16.23: Zapojení stacionárních detektorů s adresováním čidel

Jednodušší a levnější stacionární detektory využívají principu polovodičových čidel. Tyto detektory se však z důvodu velké nepřesnosti a nestability využívají především u nenáročných provozů. Jejich vyhodnocovací ústředny mají pouze signalizaci překročení pevně nastavené úrovně a nemají číselné měření - ukazování koncentrace plynu. To přináší určité problémy a nepřesnosti při cejchování (viz též 16.5). Kontrola těchto detektorů se doporučuje častější než u katalytických čidel (u některých čidel dokonce 1x za měsíc).

V poslední době se v těžkých průmyslových provozech začínají používat stacionární detektory na principu infračerveného čidla. Je to hlavně z důvodu rychlé odezvy, velké stability a minimálních nároků na údržbu. (např. pro cejchování SEARCHLINE není zapotřebí cejchovního plynu - cejchuje se stínítkem). Možnost měřit - detekovat plyn na vzdálenost až 200 m jedním čidlem je také častým důvodem



Obr. 16.22: Připojení čidla na toxické plyny

- 1 – propojovací krabice
- 2 – svorkovnice
- 3 – čidlo
- 4 – přizemění
- 5 – žluto-zelený

využití těchto čidel. Tyto přístroje jsou však konstrukčně náročnější (viz též 16.3.3), a tím i dražší než katalytická čidla.

U čidla s infračerveným paprskem v otevřeném prostoru je plný rozsah měření pro hořlavé plyny 0 - 100 % SMV na 1 m. Tzn. že plnou výchylku čidla může vyvolat jak koncentrace 100 % SMV hořlavého plynu na délce 1 m, tak i koncentrace 10 % SMV na délce 10 m.

16.4.2.2 Stacionární detektory toxických (jedovatých) a ostatních plynů

Většina toxických detektorů (včetně detektoru na kyslík O₂) pracuje na principu elektrochemického článku. V některých případech se využívá i principu polovodičového čidla např.: na kysličník uhelnatý CO. Tato polovodičová čidla se používají pro jednodušší aplikace, např. v domácnostech atp.

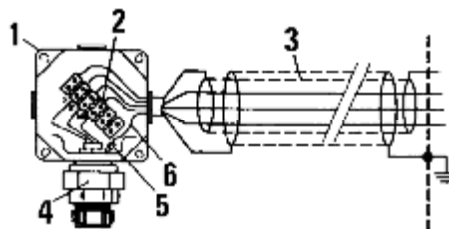
V průmyslovém prostředí se doposud využívají pouze omezeně z důvodu velké nepřesnosti a nestability.

Stacionární detektory na toxické plyny a kyslík se vyrábí jak v provedení do prostředí s nebezpečím výbuchu, tak v provedení do prostředí normálního. Rozdíl je především v konstrukci pouzdra obalu vlastního čidla nebo v elektrickém připojení. Čidlo do prostředí s nebezpečím výbuchu má podstatně složitější konstrukci pouzdra - pevný uzávěr nebo složitější elektrické napájení - jiskrová bezpečnost. Z toho důvodu je také značně rozdílná cena mezi čidly do prostředí s nebezpečím výbuchu a čidly do obvyčejného prostředí. Také proto je nutné správně určit prostředí, ve kterém se čidlo nachází.

Čidla toxických detektorů jsou většinou rozebíratelné, tzn. že po ukončení "života" (u kyslíkového čidla šest měsíců až jeden a půl roku, u ostatních toxických čidel dva až tři roky) se vyměňuje pouze vlastní detekční element - elektrochemický článek.

Vyhodnocovací ústředny toxických detektorů jsou obdobné jako u detektorů na hořlavé plyny (viz též 16.4.2.1). Rozdíl je pouze v měřicím rozsahu a nastavení mezí (dle hygienických norem).

Toxická čidla (včetně čidla pro kyslík) mají většinou výstupní signál 4 - 20 mA a k ústředně se připojují stíněným nejlépe 2 nebo 3 vodičovým kabelem (2 vodiče - signál 4-20 mA a 1 vodič žluto-zelený - zemnicí pokud je čidlo v prostředí s nebezpečím výbuchu). Zemnění není předepsáno pokud se čidlo nenachází v prostředí s nebezpečím výbuchu. Zemnění může být, pro prostředí s nebezpečím výbuchu, provedeno také v místě u čidla a pak stačí pouze 2 vodiče pro signál 4 - 20 mA. Průřez vodičů je dán vzdáleností čidla od ústředny a bývá 0,5 - 1,5 mm² (obr. 16.24).



Obr. 16.24: Připojení stacionárního čidla na hořlavé plyny se speciálním kabelem

- 1 – propojovací krabice
- 2 – svorkovnice
- 3 – speciální kabel (není nutný)
- 4 – čidlo
- 5 – přizemění
- 6 – žluto-zelený

16.5 ZÁSADY OVĚŘOVÁNÍ A CEJCHOVÁNÍ DETEKTORŮ PLYNŮ

Ověřování (kontrola) a cejchování detektorů plynů se řídí především doporučením výrobce, protože je závislé na principu a konstrukci detektorů plynů. Dále velký vliv na četnost kontrol a cejchování mají místními provozními podmínky, které mohou ovlivnit funkci a životnost zařízení, např. prašnost, vysoká teplota, časté úniky plynu, olejové nebo chemické výpary atp. Proto je pro četnost a postup kontrol, případně cejchování, rozhodující místní provozní řád, který je zpracován na základě doporučení výrobce a místních provozních podmínek.

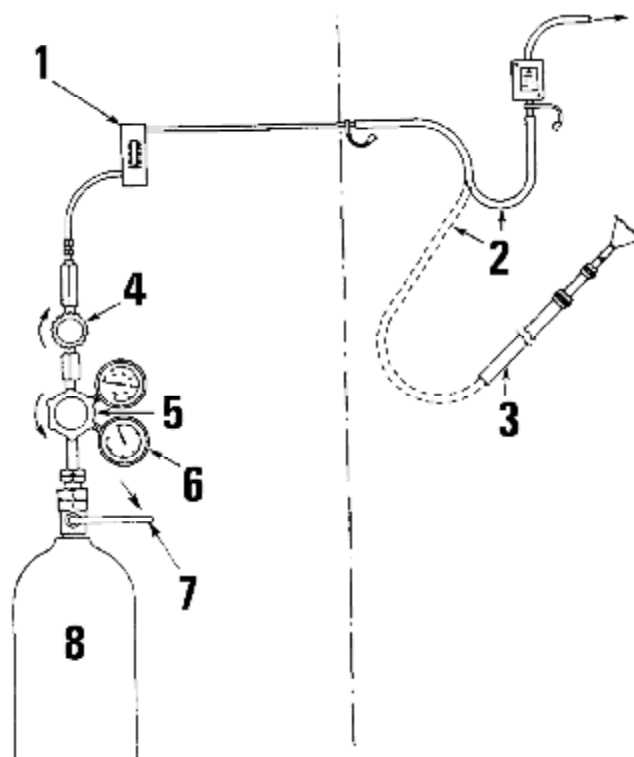
V této publikaci nebudeme popisovat všechny zkoušky, které je nutné provádět když se zařízení uvádí po prvé do provozu, případně když se podrobuje certifikaci z hlediska ČSN. Tyto činnosti provádí dle ČSN EN 50054 případně dle technických předpisů výrobce, pouze specializovaní pracovníci. Budeme se zabývat pouze běžnými kontrolami, případně cejchováním obvyklých detektorů plynů.

Vlastnímu cejchování jakéhokoliv čidla musí předcházet pečlivá kontrola čistoty zařízení a čidla, především filtrů a sintru, které zajišťují přívod (difúzi) měřeného plynu k vlastnímu měřicímu čidlu - elementu. Čistota filtrů a difúzního sintru podstatně ovlivňuje funkci všech typů detektorů plynu. Velmi častou příčinou nefunkčnosti čidel na detekci plynů je zaolejovaný, zaprášený nebo i barvou zastříkaný filtr nebo sintr. Z toho důvodu je nezbytně nutné při natěračských pracích čidla chránit (zabalit do sáčku PVC nebo zakrýt speciálním krytem).

Detektory plynů na principu katalytického čidla za normálních podmínek (bez prašnosti, olejových nebo chemických výparů a ne trvalým únikem plynu) se kontrolují zkušebním plynem 1 až 2x za rok. Kontrola stacionárních i přenosných čidel zkušebním plynem (cejchování) se provádí pomocí speciálních přípravků (obr. 16.25). Nedoporučuje se kontrolovat čidla, která měří v rozsahu 0 - 100 % SMV (LEL) (především katalytická) plynem, který má koncentraci větší než je spodní mez výbušnosti.

Na láhvi s cejchovním plynem musí být regulační ventil a průtokoměr, pomocí kterých se nastaví nejvýhodnější průtok plynu pro cejchování (udáný výrobcem čidla), většinou bývá 1 - 3 l/min. Toto množství plynu je nejvýhodnější z důvodu reakce čidla, jeho ochlazování i z důvodu úspor cejchovního plynu.

Po kontrole žhavicího proudu čidla a kontrole nuly je možné zahájit plynování čidla. Na čidlo se nasadí "maska" a přes hadičku, případně prodlužovací tyč, se přivádí cejchovní plyn, nastavený na předepsaný průtok. Protože většina čidel (viz 16.3) má časovou odezvu několik vteřin, necháváme působit zkušební plyn tak dlouho, až se výchylka ustálí (40-60 s). Za ustáleného průtoku se nastaví zesílení zesilovače na vyhodnocovací ústředně nebo v přenosném přístroji tak, aby na měřící stupnici nebo display byla výchylka odpovídající koncentraci zkušebního plynu.



Obr. 16.25: Nářadí a pomůcky na cejchování stacionárních i přenosných plynových detektorů

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1 – průtokoměr | 5 – regulační ventil |
| 2 – hadičky | 6 – tlak v láhvi |
| 3 – teleskopická tyč | 7 – hlavní uzávěr |
| 4 – výstupní ventil | 8 – láhev s cejchovacím plynem |

Zkušební plyn (pro čidla na hořlavé plyny - směs plynu se vzduchem) by měl být znám s přesností minimálně 2 %. Je vhodné, aby koncentrace cejchovního (zkušebního) plynu byla kolem 50 % měřeného rozsahu, abychom měřili a nastavovali s dostatečnou přesností.

Někteří výrobci pro katalytická čidla využívají jejich přesně známé křížové citlivosti a umožňují nastavení jiným hořlavým zkušebním plynem, než na který má být detektor používán.

Uveďme příklad u čidla typ 910:

Máme zkušební plyn s koncentrací 2,5 % v/v (objemových) metanu tj. 50 % SMV (LEL) a chceme nacejchovat katalytické čidlo typ 910 na propan. Pak po zaplynování čidla a ustálení hodnoty nastavíme zesilovač, tak aby na stupnici byla výchylka 98 % SMV(LEL) a katalytické čidlo typ 910 společně s jakoukoliv vyhodnocovací ústřednou bude nacejchováno na propan.

Po cejchování je nutné znovu zkontrolovat nulu a funkci všech alarmů a signalizací včetně výstupních relé, tj. signalizace zapnutí přístroje, signalizace poruchy, signalizace zablokování a signalizace překročení nastavených úrovní.

U detektorů plynů s polovodičovými čidly, které většinou nemají číselný údaj o množství plynu (nemají stupnici), výrobce většinou předepisuje častější jednoduchou kontrolu zkušebním plynem. Někteří výrobci doporučují jednoduchou kontrolu, např. plynem ze zapalovače 1x za měsíc. Tato jednoduchá kontrola však pouze ověří funkčnost zařízení, ale nezkontroluje přesné nastavení mezí. Cejchování a nastavení mezí je pak nutné provádět několika plyny a různé koncentrace. Uveďme příklad s polovodičovým čidlem FIGARO, které má pevně nastavené úrovně signalizace A1 = 10 % SMV (LEL) a A2 = 20 % SMV (LEL). Protože zařízení nemá stupnici výstupního signálu, je nutné použít pro alespoň přibližné nacejchování signalizačních úrovní dvě koncentrace zkušebního plynu. První zkušební

plyn nad 10 % SMV, ale pod 20 % SMV a druhý plyn těsně nad 20 % SMV. Ani při tomto způsobu kalibrace však nemůžeme dosáhnout u polovodičových čidel přesného nacejchování úrovní a nepřesnost tohoto zařízení zůstává velká.

Detektory s infračervenými čidly se cejchují a kontrolují velmi snadno. Po kontrole nuly a nastavených signalizačních úrovní se u bodového infračerveného detektoru např. SEARCHPOINT aplikuje zkušební plyn (doporučuje 1 - 2 l/min) a podle koncentrace kalibračního plynu se nastaví zesílení zesilovače nebo výstupní proud z čidla (4 až 20 mA).

U infračervených čidel s paprskem přes otevřený prostor (SEARCHLINE) se po optické kontrole nasměrování čidla, případně kontroly čistoty zrcadla, které se používá pro kratší úseky, provádí kontrola tak, že se zastíní paprsek stínítkem (dodaný výrobcem), které odpovídá určité úrovni výskytu plynu a zkontroluje se odpovídající údaj na stupnici vyhodnocovací ústředny nebo výstupní proud z čidla (4 - 20 mA). Těchto stínítek může být několik druhů odpovídajících několika úrovním měřeného plynu.

16.6 DETEKCE PLYNŮ Z HLEDISKA ZABEZPEČENÍ OSOB A ZAŘÍZENÍ

Tyto detektory je možné rozdělit na detektory, které chrání osoby nebo pracovníky z hlediska toxických (jedovatých) nebo dusivých účinků některých plynů a na detektory, které chrání technologická zařízení před výskytem výbušné (hořlavé) směsi.

16.6.1 Zabezpečení osob před toxickými a ostatními nebezpečnými plyny.

V plynárenství se nejčastěji vyskytují následující toxické a nebezpečné plyny. Je to především kysličník uhelnatý CO, který vzniká nedokonalým spalováním všech uhlovodíků, tzn. i zemního plynu. Dále se mohou vyskytnout kysličníky dusíku NO_x, čpavek NH₃, sirovodík H₂S atd. Úrovně koncentrace, které jsou povolenými pro pobyt člověka v prostředí s těmito toxickými plyny, je dána Hygienickými normami vydané ministerstvem zdravotnictví - "Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí". Úrovně povolené koncentrace jsou dvě. Jedna udává hodnotu, která nesmí být překročena vůbec (krátkodobě) a druhá nesmí být překročena dlouhodobě (8 hod.)

Pro nejčastěji se vyskytující toxické plyny tyto úrovně uvádíme:

	dlouhodobě (8 hod.)	vůbec (krátkodobě)
Oxid uhelnatý CO	30 mg/m ³ (tj. 26 ppm)	150 mg/m ³ (tj. 130 ppm)
Sirovodík H ₂ S	10 mg/m ³ (tj. 7 ppm)	20 mg/m ³ (tj. 15 ppm)
Amoniak (čpavek) NH ₃	20 mg/m ³ (tj. 29 ppm)	40 mg/m ³ (tj. 58 ppm)
Oxidy dusíku NO + NO ₂	10 mg/m ³ (tj. 14 ppm)	20 mg/m ³ (tj. 28 ppm)

Velmi často je nutné detekovat nebo měřit i jiné plyny, např. kyslík O₂. Kyslík se měří z důvodu ochrany osob, proto se vyhodnocuje jeho pokles pod 18 - 19,5 % v/v (objemových). Takové měření probíhá např. při pracích v uzavřených prostorech, kde by jiný netoxický plyn (dusík N₂, oxid uhličitý CO₂) mohl vytlačit vzduch (kyslík). Tento stav může nastat např. při dusíkování nebo při hašení pomocí kysličníku uhličitého. Čidla na toxické plyny a také na kyslík pracují většinou na principu elektrochemického článku (viz. 16.3). Vyrábí se jak osobní velmi malé do 100 g, pouze signalizační detektory (tzn. na detektoru je pevně nastavena úroveň a po jejím překročení dojde k optické a zvukové signalizaci) nebo jako malé přenosné přístroje (200-300 g) s ukazováním měřené hodnoty a světelnou a zvukovou signalizací překročení (u kyslíku pokles) nastavené hodnoty (viz 16.4.1). Ve velkých, případně bezobslužných provozech se používají také jako stacionární, kdy čidlo je pevně zabudováno v technologii a je zapojeno do vyhodnocovací ústředny, která pak může mimo zvukovou a světelnou signalizaci provádět i zásahy do technologie, např. zapnutí klimatizace nebo odstavení zařízení (viz. 16.4.2)

Detektory na toxické plyny nemusí být schváleny do SNV pokud nepracují přímo v prostředí s nebezpečím výbuchu. Velmi často bývají detektory na toxické plyny (nebo kyslík) kombinovány s detektory na hořlavé plyny (a to jak přenosné tak stabilní). Pak musí být certifikovány do prostředí s nebezpečím výbuchu. Nejčastějšími kombinacemi detektorů na toxický a na hořlavý plyn je kombinace - hořlavý plyn (metan) + oxid uhelnatý CO (pro kotelny), případně hořlavý plyn + kyslík O₂ pro práci např. v podzemních kolektorech.

16.6.2 Detektory plynů z hlediska zabezpečení technologického zařízení

Tyto detektory hlídají prostředí v technologických zařízeních tak, aby nemohlo dojít k výbuchu nebo k požáru, tzn. hlídají výskyt výbušné (hořlavé) směsi. Pracují většinou na principu katalytického, nebo infračerveného čidla. Měřicí rozsah těchto detektorů na hořlavé plyny a páry je většinou 0 - 100 % SMV (LEL), tzn. musí být nastaveny (cejchovány) na určitý druh hořlavého plynu.

Detektory na hořlavé plyny a páry mohou být jak přenosné tak stabilní. Tyto detektory by měly být vždy konstruovány tak, aby mohly být použity do prostředí s nebezpečím výbuchu - musí mít schválení ze Státní zkušebny č. 210. Přenosné detektory (viz 16.4.1) jsou většinou se signalizací (optickou i zvukovou) dvou úrovní. První úroveň bývá nastavena většinou 10 % SMV (LEL) a druhá na 20 % nebo 40 % SMV (LEL).

První úroveň 10 % SMV (LEL) odpovídá 0,5 % v/v (objemových) to je na úroveň koncentrace, po kterou je možné provádět práci s otevřeným ohněm (svařování, broušení). Stacionární (pevně namontované) detektory na hořlavé plyny (viz 16.4.2) mají zabudované čidlo v měřeném prostředí a toto čidlo je spojeno s vyhodnocovací ústřednou, která kromě světelné a zvukové signalizace provádí také zásah do technologického zařízení např. zapnutí větrání nebo odstavení zařízení - zavření HUP (hlavního uzávěru plynu). Nastavení úrovní se řídí příslušnými ČSN případně místními provozními předpisy. Většinou je také první úroveň signalizace A1 = 10 % nebo 20 % SMV (LEL), a druhá úroveň většinou zásah do technologie A2 = 20 % nebo 40 % SMV (LEL).

16.7 DETEKCE PLYNŮ Z HLEDISKA VYHLEDÁVÁNÍ ÚNIKU PLYNŮ

Detektory na vyhledávání úniků plynů, ať hořlavých nebo toxických, je možné rozdělit do dvou rozdílných typů.

16.7.1 Detektory na vyhledávání úniků u nadzemních zařízení

Detektory plynů určené pouze pro vyhledávání úniků hořlavých nebo toxických plynů na nadzemních (nezakrytých) plynárenských rozvodech a zařízeních, které nemusí měřit číselnou hodnotu koncentrace detekovaného plynu, jsou většinou velmi jednoduché, lehké (100 - 500g) a malé (cca 100x70x50 mm) přístroje, které pracují většinou s polovodičovým čidlem. Vlastní čidlo bývá umístěno na konci detektoru, na hubici nebo na prodlužovací šňůře. (viz též 16.4.1). Tyto jednoduché detektory mají většinou pouze signalizaci optickou pomocí LED diod a zvukovou pomocí bzučáku. Bývají dostatečně rychlé a citlivé. Jejich nevýhodou bývá velká nepřesnost velký vliv okolí (teplota, vlhkost) a malá stabilita. Pro svoji nízkou cenu jsou však často pro jednoduché vyhledávání úniků používány. Složitější přístroje s větší stabilitou a s číselným ukazováním hodnoty - koncentrace plynu jsou většinou na principu katalytického čidla. Tyto detektory jsou vybaveny podstatně většími možnostmi zpracování měřených údajů. Většina z nich má mimo měření okamžité hodnoty plynu také vyhodnocení (opticky i zvukově) překročení nastavené úrovně, vyhodnocení špičkové průměrné hodnoty, záznam údajů do paměti a pak možnost zpracování na počítači atd. Tyto přístroje bývají často vybaveny i detektory na toxické plyny, které jsou na principu elektrochemického článku. (viz též 16.4.1 a 16.8.1).

16.7.2 Detektory na vyhledávání úniku na plynových zařízeních pod zemí

Detektory pro vyhledávání úniků plynu na podzemních plynárenských zařízeních a plynovodech se používají s čidlem na principu ionizace vodíkového plamene s velkou citlivostí a rychlou odezvou a selektivitou. Detektory pro tento účel jsou konstruovány jako přenosné nebo mobilní zařízení, které obsluhuje jedna osoba. (viz též 16.4.1 a 16.8.1). Pro přesnou lokalizaci místa úniku se používají detektory se zapichovacími sondami. Sondy se umísťují 2 - 3 m od sebe do hloubky 30 - 40 cm. Z těchto sond se pak odebírají vzorky, které jsou pak měřeny z hlediska výskytu detekovaného plynu.

16.8 POUŽÍVANÉ ZPŮSOBY DETEKCE PLYNŮ

Všeobecně se použití detektorů plynů a par řídí následujícími předpisy:

- Zákon č. 222/1994 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní zprávy v energetických odvětvích a o Státní energetické inspekci.
- Vyhláška ČUBP č. 85/78 Sb., o kontrolách revizích a zkouškách plynových zařízení.

- Výnos FMPE č. 1/79 - Pravidla o bezpečnosti práce a ochraně zdraví v plynárenství.
- Výnos FMH č.j. 93 071/90 - Pravidla pro provoz plynárenských zařízení.
- Hygienické předpisy vydané Ministerstvem zdravotnictví - "Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí."
- ČSN 33 2320 - Předpisy pro elektrická zařízení v místech s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par.

Podrobnější předpisy pro detekci - měření plynů a par pak uvádějí jednotlivé ČSN, případně TPG pro příslušná zařízení.

16.8.1 Detekce plynů na dálkových plynovodech a místních sítích

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími ČSN

ČSN 38 6410	Plynovody a přípojky s vysokým a velmi vysokým tlakem
ČSN 38 6413	Plynovody a přípojky s nízkým a středním tlakem
ČSN 38 6418	Kontroly těsnosti plynovodů a přípojek
ČSN 38 6420	Průmyslové plynovody
ČSN 38 6405	Plynová zařízení - Zásady provádění kontrol a revizí
ČSN 38 6450	Uložení plynového potrubí v ocelové chrániče
TPG 91 301 (ON 38 6416)	Kontroly těsnosti plynovodů a přípojek

Typ detektorů je závislý na činnosti, kterou na plynovodech provádíme. Tato kapitola bude popisovat použití detektorů při různých činnostech, které se na plynovodech provádějí.

Před předáním plynovodu uživateli a jeho uvedením do provozu musí být provedena tlaková zkouška viz ČSN 38 6410 a ČSN 38 6413. Při tlakové zkoušce se ve většině případů používá tlakování vzduchem nebo inertním plynem. Ve zvláštních případech kdy se provádí tlakovací zkouška plynovodu (viz ČSN 38 6410) pomocí dopravného hořlavého média (např. zemního plynu), je možné použít k vyhledávání úniků různých elektronických detektorů na hořlavé plyny (jsou to např. jednoduché detektory s polovodičovými čidly, které mají pouze indikaci LED anebo složitějšími přístroji viz 16.4.1.1). Pokud tlaková zkouška probíhá pomocí vzduchu nebo inertního plynu pak je nutné detekovat úniky pomocí pěnnotvorných látek nebo pomocí ultrazvukového signálu.

Další činností, při které se využívají detektory plynů, je odvzdušnění. Při odvzdušnění plynovodu se s výhodou používají detektory kyslíku O₂. Odvzdušnění se považuje za ukončené, jestliže klesne v kontrolovaném potrubí obsah kyslíku pod 1 % v/v objemově.

Při odvzdušnění hořlavým plynem (např. zemní plyn) je možné provádět kontrolu pomocí jímání do balónek a na vzdáleném místě zapálením proudu plynné směsi z balónku. Pokud hoří směs difúzním (svítivým) plamenem je odvzdušnění skončeno. V případě odvzdušňování hořlavým plynem je možné použít i detektor na hořlavý plyn - je však nutné, aby tento detektor měl měřicí rozsah až do 100 % v/v objemových. Čidla těchto detektorů pracují na principu teplotní vodivosti (viz 16.3.6) nebo infračerveného čidla (viz 16.3.3).

Při odplynění plynovodu nebo plynového zařízení inertním plynem (dusíkem nebo oxidem uhličitým) je nutné používat detektory plynu na principu infračerveného světla (viz 16.3.3). Je to z toho důvodu, že směs hořlavého a inertního plynu nevytváří hořlavou (výbušnou) směs, která je nutná pro katalytická nebo polovodičová světla.

Při odplynění plynovodu na hořlavé plyny prováděné vzduchem lze použít katalytické detektory (viz 16.3.1). Odplynění se považuje za ukončené pokud množství hořlavého plynu v zařízení dosahuje méně než 10 % SMV (LEL).

U toxických plynů se považuje odplynění za ukončené pokud koncentrace tohoto plynu poklesne pod mez danou Hygienickými předpisy vydané Ministerstvem zdravotnictví - "Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí".

Tyto kontroly se provádějí u nadzemních plynovodech vhodným detekčním přístrojem, např. na principu polovodičových čidel (viz též. 16.4.1, 16.3.2) nebo složitějšími přístroji s větším vybavením na principu katalytického čidla

(viz též. 16.4.1 a 16.3.1). Vyhledávání úniku je možné provádět také pěnotvornými přípravky. Toho se využívá především při stanovení přesného místa úniku plynu.

Některá místa na plynovodech (při křížení potrubí, průchod dutými prostorami, ochrana před silovými účinky atd.) je nutné zajistit pomocí chrániček (viz ČSN 38 6413 a ČSN 38 6450). Tyto chráničky musí být vybaveny, (v případě že je chránička delší než 10 m) dvěma kusy číhačkami tj. odběrovým místem - trubkou pomocí, které se kontroluje únik plynu z plynovodu, který je umístěn v této chráničce. Kontroly úniku plynu v chráničce odebráním vzorků z číhačky je vhodné provádět také přenosnými detektory většinou s katalytickým čidlem (u hořlavých plynů) nebo s elektrochemickým čidlem u toxických plynů.

V případě již zabudovaných plynovodů jsou kontroly těsnosti prováděny s četností dle TPG 91 301 (ON 38 6416) a jsou následující:

NTL	do 5 kPa	1 x 3 roky
STL	nad 5 kPa do 0,3 MPa	1 x 1 rok
VTL	nad 0,3 MPa do 4 MPa	v zástavbě 1 x 1 měsíc - pochůzkou + 1 x 1 rok - detektorem, mimo zástavbu 1 x 1 měsíc - pochůzkou

Kontroly těsnosti potrubí uložených v zemi se provádí následovně:

- leteckou kontrolou - kontroluje se eroze půdy nebo změny vegetace
- pochůzkou po trase (dle orientačních sloupků), kdy se kontroluje změna vegetace
- kontrola pochůzkou za použití detekčního přístroje. Používají se přístroje s vysokou citlivostí a krátkou časovou odezvou (do 5 s) a vysokou stabilitou. Jsou často na principu ionizace vodíkového plamene, např. PORTAFID, VARIOTEK s detektorem. Jeden pracovník s detektorem pracuje a druhý jej zabezpečuje. Kvalita a rychlost vyhledání úniku velmi závisí na vlastnostech půdy nebo přikrytí plynovodu a také na vlastnostech přepraveného plynu (viz též 17.2)
Velmi důležitá je také zkušenost a kvalita pracovníka provádějícího kontrolu, který musí správně vyloučit okolní vlivy, např. výfukové plyny, vítr, případně vytváření plynových kapes
- vyhledávání úniku napichováním nebo navrtáváním zařízení v kombinaci s detekčními přístroji. Tato metoda se používá pro přesnější určení místa úniku.
V tomto případě je nutné určit trasu plynovodu a pak se napichují sondy o průměru do 20 mm ve vzdálenostech 2 - 3 m do hloubky 0,3 - 0,4 m. Pak se provádí detekce plynů v těchto sondách. Vhodnými přístroji pro tuto činnost jsou např. GASOPHON, SONOGAS, PIONJAR, WALKER.

Dle TPG 913 01 (ON 38 6416) Kontroly těsnosti plynovodů a přípojek, je možné zjištěné úniky plynů rozdělit do 3 tříd:

I. třída úniku

- akutní nebezpečí - ohrožení lidských životů a majetku. Je nutné okamžitě učinit opatření k odstranění akutního nebezpečí (zajištění opravy, odplynění nebo izolování).

II. třída úniku

- nejsou životu nebezpečné, avšak vyžadují opatření z důvodu hrozícího nebezpečí

III. třída úniku

- nevyžadují provedení mimořádných opatření zařadí se do plánu oprav a údržby.

16.8.2 Detekce plynů na kompresorových, regulačních a předávacích stanicích

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími předpisy:

ČSN 10 5190 Kompresorové stanice pro nebezpečné plyny

ČSN 38 6417 Regulační stanice plynů

ČSN 38 6405 Plynová zařízení - Zásady provádění kontrol a revizí

Stejně jako u plynovodů (viz 16.8.1) je možné využívat v kompresorových, regulačních a předávacích stanicích na vyhledávání úniku na rozvodech jednoduché přenosné detektory plynů s polovodičovým čidlem viz též 16.4.1 a 16.3.2.

Při odplynění nebo odvodu se používají složitější přenosné kombinované detektory (viz 16.4.1 a 16.3.1) s katalytickým čidlem nebo infračerveným čidlem pro hořlavé plyny a doplněnými elektrochemickými čidly pro detekci toxických látek (oxid uhelnatý CO, oxidy dusíku NO_x, nebo kyslíku O₂) (viz 16.4.1). Dříve se používaly i přenosné interferometry, pro jejich složitější obsluhu a nepřesnost jsou však vytlačovány detektory s katalytickými nebo infračervenými čidly. U kompresních, regulačních a předávacích stanic se velmi často provádějí práce s otevřeným ohněm (např. svařování, manipulace s el. zařízením, které není do prostředí s nebezpečím výbuchu atp.), tam kde je nebezpečné prostředí. Při těchto pracích, protože se jedná většinou o prostředí s nebezpečím výbuchu, je nutné provádět kontrolu prostředí pomocí detektorů plynů. Tyto detektory musí mít stupnici s rozsahem od 0 do 100 % SMV (LEL) tak, aby bylo možné měřit a signalizovat 10 % SMV, které nesmí být překročeno při práci s otevřeným ohněm (viz 16.4.1.2 a 16.6.2), jsou většinou s katalytickým nebo infračerveným (při použití inertního plynu) čidlem. Používají se také detektory, které jsou vybaveny velkým signalizačním světlem a silnou houkačkou tak, aby vždy upozornily na výskyt nebezpečné koncentrace plynů.

Některé detektory jsou vybaveny odnímatelným čidlem, které může být umístěno až 10 m vzdáleně, od vlastního přístroje. Pro místa, kde není možné umístit přístroj nebo vlastní čidlo, se využívají detektory se zabudovaným elektrickým čerpadlem zajišťujícím stálý odběr měřeného plynu. U těchto zařízení je však nutné počítat se zpožděním detekce z důvodu přepravy vzorku k čidlu.

Při pracích na plynovém zařízení, které zpracovávají plyn, ve kterém se vyskytuje více jak 1 % CO (kysličníku uhelnatého) se musí provádět i detekce (měření) koncentrace kysličníku uhelnatého (CO). Pokud je v prostředí koncentrace CO větší než 0,012 % v/v objemových, tj. 120 ppm nebo 150 mg/m³, musí obsluha používat osobní ochranné prostředky. V celosměnném provozu (8 hod.) nesmí koncentrace CO překročit 0,0024 % v/v objemových tj. 24 ppm nebo 30 mg/m³. Pokud se jedná o hořlavý plyn musí být samozřejmě prováděna i detekce (měření) výbušné směsi a ta nesmí překročit 10 % SMV (LEL) (pro metan tj. 0,5 % v/v objemových).

Podle ČSN 105190 jsou na kompresních stanicích pro nebezpečné plyny vyžadovány stacionární (pevně zabudované) kontinuální detektory plynů (viz 16.4.2.1), které budou signalizovat 10 % SMV (LEL). Při této úrovni se musí zapnout optická a zvuková signalizace. Druhá úroveň - horní hranice je u kompresorových stanic dána místními provozními předpisy a je většinou 40 % nebo 50 % SMV (LEL). Po překročení této úrovně se většinou zařízení havarijně odstavuje.

Regulační a předávací stanice mají předepsanou pouze pravidelnou kontrolu (měření) plynů místními provozními předpisy. Velmi často se však tyto pravidelné kontroly také nahrazují stacionárními (pevně zabudovanými detektory) s kontinuálním měřením (z důvodu snadnější obsluhy a údržby nebo z důvodu zajištění bezobslužného provozu).

16.8.3 Detekce plynů na zásobnících a plynojemech

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími předpisy:

ČSN 38 6413 Plynovody a přípojky s nízkým a středním tlakem

ČSN 38 6405 Plynová zařízení - Zásady provozu

TPG 913 01 (ON 38 6416) Kontroly těsnosti plynovodů a přípojek

Některých se týkají také předpisy:

ČSN 10 5190 Kompresorové stanice pro nebezpečné plyny

ČSN 38 6410 Plynovody a přípojky s vysokým a velmi vysokým tlakem

Používá se jak přenosných detektorů (viz též 16.4) na vyhledávání úniku (viz též 16.7) nebo na měření a hlídání prostředí viz též (16.6)

Obsluha - případně údržba zařízení musí být vybavena vhodným detektorem na plyn, který má čidla vhodná a nacejchovaná na plyny nebo páry, které se na zásobnících nebo plynojemech vyskytují.

Na velkých zásobnících nebo plynojemech, kde je přetlak plynu větší než 0,1 MPa případně výkon plynových zařízení spalující plyn (např. plynové turbíny) je větší než 0,5 MW se instalují stacionární (kontinuální) detektory plynů.

16.8.4 Detekce plynů v kotelnách

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími předpisy:

Vyhláška ČUBP č. 91/93 Sb., k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách

ČSN 07 0703	Plynové kotelny
ČSN 38 6405	Plynová zařízení - Zásady provozu
ČSN 38 6441	Odběrní plynová zařízení na svítiplyn a zemní plyn v budovách
ČSN 73 5120	Objekty kotelů o výkonu 3,5 MW a větším

Při tlakování a vyhledávání úniků se používají jednoduché přístroje (viz 16.3.2, 16.4.1) stejně jako u potrubních rozvodů viz 16.8.1.

Při odvodu vzdušného a odplynění se využívají složitější přístroje (viz 16.3.1, 16.4.1).

Výše uvedené normy předepisují kontinuální - stacionární detektory plynů pro následující typy kotelů.

1. Kotelny I. kategorie (kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů nad 3,5 MW). Pro tyto kotelny jsou předepsány vždy stabilní detektory na hořlavý plyn (a to pro všechny úrovně přetlaku).
2. Kotelny II. kategorie (kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů od 0,5 MW do 3,5 MW). U těchto kotelů musí být stabilní detektory na hořlavý plyn, jestliže provozní přetlak přívodu plynu je nad 0,1 MPa anebo je kotelna umístěna pod shromaždištěm osob.
3. Kotelny III. kategorie (kotelny se jmenovitým tepelným výkonem 50 kW až do součtu 0,5 MW). U těchto kotelů musí být stabilní detektory na hořlavý plyn, jestliže provozní přetlak přívodu plynu je nad 0,1 MPa a nebo je kotelna umístěna pod shromaždištěm osob.

Stabilní detektory jsou většinou s katalytickými nebo polovodičovými čidly (viz 16.3.1, 16.3.2 16.4.2.1).

Musí být nastaveny tak, aby při úrovni 10 % SMV (LEL) signalizovaly, jak opticky tak akusticky, překročení úrovně a při překročení úrovně 20 % SMV (LEL) provedly havarijní odstavení zařízení a zavření hlavního uzávěru plynu (HUP).

Mimo to se provádí při kontrolách daných místním provozním předpisem detekce - měření plynů nejen hořlavých ale i kyslíčnicku uhelnatého CO.

Kontroly, tzn. i měření CO, by měly probíhat:

- Kotelny I. kategorie
1x za 6 měsíců
1x za 3 měsíce pro umístěné pod shromaždištěm osob
- Kotelny II. a III. kategorie
1x za 1 rok
1x za 3 měsíce pro umístěné pod shromaždištěm osob

Někteří provozovatelé především u větších kotelů instalují společně se stabilní detekcí hořlavých plynů i stabilní detekci oxidu uhelnatého CO. Zjednoduší se tím podstatně obsluha - není nutné provádět obchůzky, případně se tím zajistí bezobslužný provoz.

16.8.5 Detekce plynů v plnících a stáječích zařízeních

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími předpisy:

ČSN 38 6462	Rozvod a požití propan -butanu v průmyslových závodech a sídlištích
ČSN 38 6405	Plynová zařízení. Zásady provozu
TPG 913 01 (ON 38 6416)	Kontroly těsnosti plynovodů a přípojek

Obsluha, případně údržba těchto zařízení, musí být vybavena vhodným detektorem plynu, který má čidla vhodná a cejchovaná na plyny nebo páry, se kterými se pracuje.

V těchto zařízeních se používá přenosných detektorů plynů (viz též 16.4.1) na vyhledávání úniku (viz též 16.7) nebo hlídání prostředí (viz též 16.6).

U velkých plnicích a stáčecích zařízení se používá stacionárních detektorů plynů především na principu katalytického, polovodičového nebo infračerveného čidla (viz též 16.4 a 16.3). U velkých stáčíren, v plnících a zásobnících např. s kolejistěm - (dlouhé volné úseky), se s výhodou používá detektorů s infračerveným paprskem ve volném prostoru kde jedním paprskem můžeme detekovat únik plynů nebo par až na vzdálenost 200 m.

16.8.6 Detekce plynů na dalších zařízeních

Detekce plynů na těchto zařízeních je předepsána všeobecně (viz. 16.8) a dále následujícími předpisy:

ČSN 38 6405 Plynová zařízení. Zásady provozu

- Příslušné předpisy pro konkrétní zařízení, případně místní provozní řád.
- Kontrola škodlivých plynů se u všech zařízení musí provádět po jakémkoliv zásahu na zařízení a při podezření z úniku.
- Preventivní kontroly výskytu škodlivých plynů se u zařízení v obestavěných prostorách provádí nejméně 1x za měsíc, pokud místní provozní řád nestanoví lhůtu kratší.
- U ostatních zařízení nejméně 1x za rok.
- V šachtách a nevětratelných prostorách je nutné provádět kontrolu ovzduší vždy před vstupem do těchto prostor a při podezření, že je zařízení netěsné.
- U spalín kontrolovat detektorem oxid uhelnatý CO v ovzduší nebo kontrolu podtlaku nebo tahu.
- Před započítím montážních prací podmíněných oprávněním na zařízení s hořlavými nebo toxickými plyny umístěné v obestavěných prostorách se musí provést kontrola ovzduší.

Detekce plynů je předepsána především vyhláškami a ČSN pro příslušné zařízení, ale velmi často je zpřísněna místními provozními předpisy (z důvodu místních podmínek) za účelem dosažení co největší bezpečnosti provozu a zajištění ochrany zdraví. Pokud je kontinuální detekce plynů předepsána, pak pro hořlavé plyny je ve většině případů stanovena 1. úroveň signalizace na 10% SMV (LEL).

U některých plynových zařízeních je i jiná úroveň signalizace, jsou to však vždy úrovně vyšší, což znamená, že pokud se bude signalizovat výskyt plynu při 10 % SMV (LEL) bude tato hranice vždy vyhovující.

Viz. Sbírka zákonů č. 213 Vyhláška ČUBP a ČBU z r. 1991

"O bezpečnosti práce a technických zařízeních při provozu-údržbě a opravách vozidel" stanovuje v "§12 garáže", to že pro garážování vozidel s plynovým zařízením se musí trvale (stacionárními čidly) detekovat plyn, a opticky a akusticky signalizovat překročení úrovně 25 % SMV (LEL).

Všeobecně se u plynárenských zařízení, které nemají vlastní předpisy, provádí kontinuální (trvalá) detekce hořlavých plynů pomocí stabilních detektorů, tam kde je vstupní přetlak hořlavého plynu větší než 0,1 MPa případně pokud se provozuje zařízení s výkonem stroje spalujícího hořlavý plyn větším než 0,5 MW, dále tam kde navazuje plynová zařízení na shromažďovací prostor, případně kdy nelze splnit stanovené bezpečné vzdálenosti od plynového zařízení.

Druhá úroveň signalizace, která u některých zařízení havarijně odstavuje plynové zařízení je pro různá zařízení různá (např. pro kotelny je 20 % SMV (LEL)) a je dána buď příslušnými Vyhláškami Hygienickými předpisy, ČSN, případně místními provozními předpisy.

16.9 LITERATURA

- [1] Firemní materiály SIGER
- [2] Firemní materiály ZELLWEGER Analytics
- [3] Firemní materiály OLDHAM
- [4] Firemní materiály DRAGGER