

Elektronické systémy pro větrání silničních tunelů

Při průjezdu silničním tunelem lze obvykle zahlédnout jen malou část technických zařízení, která přispěla k bezpečnosti jízdy. Nejvýraznějším prvkem bývají proudové ventilátory, jsou však zavěšeny vysoko nad hlavou řidiče, a ten by měl při jízdě raději na prohlížení tunelu zapomenout.

Bezpečnost silničních tunelů je společností citlivě vnímané téma, přestože podle statistiky je počet nehod v silničních tunelech srovnatelný s nehodami v provozu na volných silnicích. Následky havárií v tunelech jsou však daleko tragičtější než v otevřeném prostoru. Zvláště nehody s následným požárem mohou vést ke ztrátě mnoha životů, které padnou za obětí ohni a zplodinám hoření. Nejčastěji se uvádějí příklady dvou požárů z nejvíce frekventovaných horských tunelů z roku 1999, jeden v tunelu Mont Blanc s 39 oběťmi a druhý v tunelu Tauern s dvanácti oběťmi. Děsivou ukázkou následků požáru je však havárie ve vysokohorském tunelu Salang v Afghánistánu v roce 1982. V tragédii, dodnes nepříliš objasněné, po srážce armádní kolony s cisternou zahynulo v požáru a kouři minimálně 176 (podle některých údajů až 700) sovětských vojáků a Afghánců.

Podstatný vliv na průběh krizové situace v tunelu mají čtyři klíčové faktory:

- chování osob v tunelu,
- reakce operátorů řídicích provoz tunelu,
- funkčnost a výkon větracího systému,
- zásah záchranných složek.

Z analýzy skutečných nehod a počítačových simulací vyplývá, že rozhodující je průběh činnosti v prvních deseti až patnácti minutách. Oblastí našeho zájmu je zejména větrací systém, jehož funkci v tunelu specifikují požadavky evropské směrnice 2004/54/E:

- omezení znečišťujících látek, které jsou emitovány silničními vozidly za běžného provozu a v dopravní špičce,
- omezení znečišťujících látek, které jsou emitovány silničními vozidly při zastavení provozu v důsledku mimořádné události nebo nehody,
- kontrola tepla a kouře v případě požáru.

Na regulaci větracího systému jsou při požáru kladeny protichůdné požadavky, ovlivněné např. okamžitým směrem proudění vzduchu, místem požáru, sklonem tunelu a také počty vozidel před požárem a za ním. Bez vhodně nastaveného větrání nastane po velmi krátké době jev zvaný *back layering*, při kterém se vlivem rozdílu hustot směr proudění kouře obrátí a kouř se šíří proti stojícím vozidlům. Vyšší rychlost proudění podporovaného větracím systémem tunel zchladí, ale naproti tomu požár okysličí. V případě požáru těžkého nákladního vozidla nebo rozlití hoř-



Obr. 1. Správná funkce proudových ventilátorů může výrazně ovlivnit následky požárů v silničních tunelech

cího paliva se při vyšších rychlostech proudění zásadně zhorší stav, hlavně v kritické počáteční fázi evakuace. Ukazuje se, že každý tunel je svým chováním unikátní a vyžaduje vlastní postupy a strategie řízení větrání při požáru.

Elektronické řídicí systémy pomáhají v tunelech zajistit dva důležité předpoklady pro

úspěšnou strategii větrání: dostupnost informací a spolehlivost akčních prvků – ventilátorů.

Zařízení pro včasnou diagnostiku provozních potíží ventilátorů zvyšují pravděpodobnost úspěšného zásahu při požáru. Prostředí tunelů je z hlediska koroze a opotřebení materiálů velmi agresivní (výfukové plyny, materiály uvolněné z brzdového obložení, výpary paliva, louhy, chloridy, solné roztoky atd.) a ohrožuje instalované ventilátory. Měřicí prvky poskytují operátorovi zpětnou vazbu na provedení regulačních úkonů a včas signalizují provozní problémy. Svě místo mají i v běžném provozu, kdy mohou nastat takové jevy, jako je např. pumpáž nebo jiná forma nestacionárního chování vzduchu dopravovaného ventilátorem.

Požadavky na vybavení ventilátorů v tunelech kontrolními prvky shrnuje např. směrnice švýcarského spolkového úřadu pro silniční dopravu ASTRA:

- kontrola vibrační ventilátoru,
- kontrola stavu opotřebení ložiska,
- kontrola nebo omezení možnosti nestacionárního proudění,
- kontrola otáček a směru otáčení oběžného kola.
- kontrola teploty motoru a ložiska.

Akciová společnost Aura se problematice spolehlivého chodu ventilátorů věnuje dlouhodobě a oblast měření v silničních tunelech patří k jejím tradičním oborům. Pro potřeby provozu v tunelu jsou všechna vyráběná čidla v korozivzdorném provedení, odolná proti požáru a snášejí teploty nad 250 °C (obr. 2).



Obr. 2. Pro měření v tunelu jsou určena čidla v korozivzdorném provedení, odolná proti požáru

K měření vibrací jsou používána pasivní piezoelektrická čidla řady SV, určená i pro vyšší frekvenční oblast, kterou vyžaduje metoda sledování opotřebených ložisek. Možnost použít jediný snímač pro obě veličiny, omezující obtíže s množstvím čidel umístovaných na ventilátory v tunelu, je na trhu na prosto ojedinělá.

Identifikace nestacionárního proudění je specialitou výzkumu firmy Aura, a. s. Od devadesátých let dvacátého století je využíváno unikátní patentované řešení ILS se speciálním tlakovým čidlem a zpracováním signálu procesorem DSP. Metoda zajišťuje identifikaci primární příčiny jevu, tedy tlakových pulzů v oblasti oběžného kola, a vylučuje nepřesnosti dosud používaných metod sledování sekundárních projevů nestacionárního proudění.

Ke sledování otáček a směru oběžného kola ve vysokých teplotách se používá pasivní indukční čidlo ISN nebo nově vyvinutý systém pro hliníkové lopatky využívající změnu tlaku při pohybu oběžného kola, tzv. lopátkové frekvence.

Modulární systém MMPS dovoluje připojit všechna popsaná speciální i běžná průmyslová čidla. Moduly systému MMPS zajišťují převod elektrických signálů z čidel, stejně jako místní zpracování měřené veličiny a převod do výstupního analogového nebo digitálního signálu pro další komunikaci.

Moduly MMPS umožňují vytvářet komunikační uzly odpovídající seskupení ventilátorů (podélné větrání, strojovny). Do uzlu je možné připojit i další prvky, jestliže to místní situace vyžaduje (např. signály z měření diferenčního tlaku ze strojoven), a předávat

informace v rámci společného digitálního komunikačního systému. Digitální komunikace je výhodná především pro velký rozsah adresovatelných jednotek (až 250) a jednoduché sběrnice propojování využívající standardní průmyslové protokoly Modbus nebo CANopen. Šetří se tak kabeláží i prvky centrálního řídicího systému a zároveň je podporováno vytváření společných datových toků telematického systému řízení tunelů.

Problematika silničních tunelů je námětem konference Větrání a elektronika pro bezpečnost tunelů, pořádané 5. října 2010 v rámci akcí k patnáctému výročí založení firmy AURA a. s. S výrobky od společnosti AURA a. s. se můžete také seznámit v rámci MSV (13. až 17. 9., Brno) v pavilonu C, ve stánku č. 013.

(Aura a. s.)

SofCon spol. s r. o. nabízí:

Komplexní řešení pro koncové zákazníky zahrnující:

- analýzu problému
- projekt
- návrh HW a SW
- dodávku a následný servis

Vývoj a výrobu elektroniky:

- komplexní služby v oblasti návrhu, výroby a testování elektronických komponent a zařízení

Vývoj programového vybavení na bázi:

- o.s. Microsoft Windows XP/Vista pro PC aplikace
- o.s. Microsoft Embedded pro embedded aplikace
- o.s. Linux pro embedded aplikace
- realtime o.s. OnTime pro řídicí embedded aplikace

Křenova 11, 162 00 Praha 6, Česká republika, tel: +420 235 090 888, fax: +420 235 090 892, e-mail: sofcon@sofcon.cz www.sofcon.cz

MĚŘENÍ A REGULACE



SPA Praha s. r. o.
Mezi Vodami 1955/19
143 00 Praha 4
tel.: 244 090 505
fax: 241 771 650
www.spa-praha.cz
sladek@spa-praha.cz

- regulační a uzavírací ventily s havarijní funkcí – pneumatické a elektrohydraulické
- prvky pro pneumatickou regulaci
- měření tlaku
- průmyslové vážení
- pneumatické prvky FAIRCHILD, USA (regulátory tlaku, elektropneumatické převodníky, pneumatické objemové zesilovače, pneumatická relé)
- pneumatické servopohony a pozicionéry
- snímače tlaku a snímače síly (váhy)
- zakázková strojírenská výroba – tel.: 244 090 503



FAIRCHILD