

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 oběti a druhý v tunelu Tauern s dvanácti oběti. Děsivou úkazkou následků požáru je však havárie ve vysokohorském tunelu Salang v Afghánistánu v roce 1982. V tragédii, dodnes nepřilíží 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 činností 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 vzdu-

chu, 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 hořícího paliva se při vyšších rychlostech proudění zásadně zhorší stav, hlavně v kritické



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

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 provedené regulační úkony a včas signalizují provozní problémy. Své 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 vibrací 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, která snášejí teploty nad 250 °C (obr. 2).

K měření vibrací jsou používána pasivní piezoelektrická čidla řady SV, určená i pro vyšší frekvenční oblast, kterou vyžaduje metoda sledování opotřebení ložisek. Možnost použít jediný snímač pro obě veličiny, omezující obtíže s množstvím čidel umístěvaných 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



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

primární příčiny jevu, tedy tlakových pulzací 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, jest-

liže 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 sběrníkové propojování využívající standardní průmyslové protokoly Modbus nebo CANopen. Šetří se tak kabeláž i prvky centrálního řídicího systému a zároveň je podporováno vytváření společ-

ných datových toků telematického systému řízení tunelu.

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.)