

Úprava zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců

Ondřej Pech¹, Milan Pavelek²

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, Technická 2896/2, Brno, ypecho01@stud.fme.vutbr.cz

² Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, Technická 2896/2, Brno, pavelek@fme.vutbr.cz

Abstrakt Příspěvek se zabývá úpravou zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců. Na zařízení byla provedena výměna řízení vysokotlakých ventilátorů umístěných v přívodní a odsávací větvi, zprovozněny elektronické převodníky průtoku a vyměněn průtokoměr pro měření průtoku stopového plynu. Dále byl doplněn redukční ventil tlakové láhve stopového plynu jehlovým ventilem, tlumicí nádobou a vyhříváním. Na závěr byl vytvořen virtuální měřicí přístroj v programu Adamview pro počítačové řízení, měření a ukládání měřených veličin. Provedenými úpravami se podstatně zhodnotilo experimentální zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců, zefektivnila se časově velmi náročná měření účinnosti zachycení sacích nástavců a rovněž se zvýšila přesnost prováděných měření.

1 Úvod

Pro zachycení škodlivin přímo u jejich zdroje se využívá místního odsávání vzduchu, kterým se snižuje zátěž prostoru škodlivinami, a současně klesají nároky na celkové větrání. Hlavní komponentou místního odsávání vzduchu je tradiční nebo zesílený sací nástavec. U tradičního sacího nástavce proudí vzduch do odsávacího otvoru rovnoměrně ze všech směrů, ale jeho účinnost zachycení škodlivin rychle klesá se zvyšující se vzdáleností od zdroje škodlivin. Proto musí být umístěn co nejbližší zdroje škodlivin, což není vždy technicky nebo technologicky proveditelné. Možnou alternativou je využití zesíleného sacího nástavce – zesíleného sacího systému REEXS (**R**einforced **E**xhaus **S**ystem), což je tradiční sací nástavec vybavený přívodem vzduchu šterbinou umístěnou podél odsávacího otvoru. Tento přiváděný vzduch zesiluje odsávání podél osy sacího nástavce. Účinná oblast zachycení zesíleného sacího nástavce je delší než u tradičního, ale její příčný rozměr je menší. Poměrem hybnostních toků přiváděného a odsávaného vzduchu je možné do jisté míry ovlivnit velikost a tvar oblasti účinného odsávání. Znalost jejího tvaru a velikosti pro různé nastavení poměrů hybnostních toků a různé uspořádání před odsávacím nástavcem je důležitá pro nastavení odsávacího nástavce vůči zdroji škodlivin.



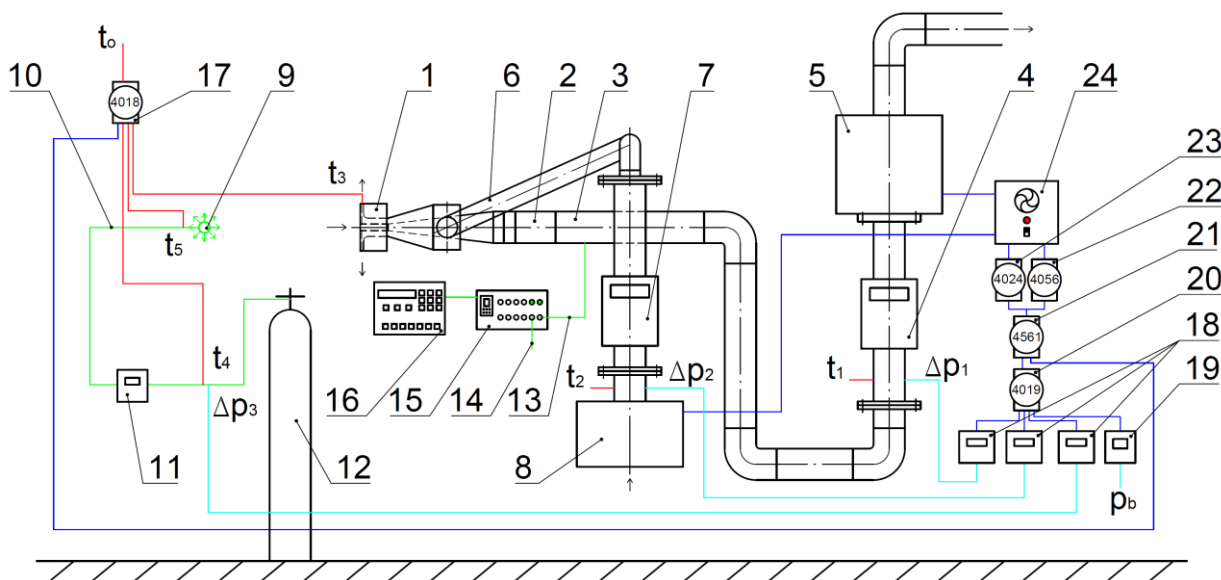
Obr. 1 Zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců.

2 Popis zařízení

Pro testování a výzkum sacích nástavců bylo na odboru Termomechaniky a techniky prostředí VUT v Brně navrženo a sestaveno zařízení (**obr. 1**), na kterém je možné použít různé metody testování sacích nástavců [1]. Jedná se např. o metodu stopového plynu, která umožňuje stanovit účinnost sacího nástavce a pro kterou je zařízení uzpůsobeno. Lze zde také použít metodu proměrování rychlostí před sacím nástavcem, pro stanovení rychlostního pole nebo metodu vizualizace proudění před sacím nástavcem, např. pomocí kouře, která umožňuje především kvalitativní posouzení účinnosti odsávání.

Zařízení schematicky nakreslené na **obr. 2** se skládá z odsávací větve vybavené dvěma vysokotlakými ventilátory – 5 a přívodní větve s jedním vysokotlakým ventilátorem – 8. Každá větev je osazena plovákovým průtokoměrem – 4, 7. Měřicí trať je také osazena odběry pro měření tlaků a teplot před průtokoměry v odsávacím a přívodním vzduchovodu, v okolním prostředí a teploty přiváděného vzduchu na výstupu ze štěrby.

Pro měření účinnosti odsávání metodou stopového plynu je v odsávací větvi vřazen vířič – 2, který má za úkol dokonalé promíchání stopového plynu v odsávaném vzduchu, aby v měřicím úseku – 3 odsávacího vzduchovodu mohla být měřena koncentrace stopového plynu pouze v jednom místě průřezu. Odběr vzorků pro měření koncentrace v odsávací větvi je proveden teflonovou hadičkou – 13, kterou se přivádí vzorky do přepínače měřicích míst – 15 a poté do analyzátoru plynů – 16. Do přepínače měřicích míst je také připojena hadička odebírající vzorky vzduchu z okolního prostředí – 14. Zařízení dále obsahuje všesměrové zakončení zdroje stopového plynu – 9, přívod stopového plynu – 10, elektronický průtokoměr – 11 a láhev se stopovým plynem a redukčním ventilem – 12. Nezbytnou součástí zařízení je také měření teploty a tlaku stopového plynu před průtokoměrem a jeho výstupní teploty.

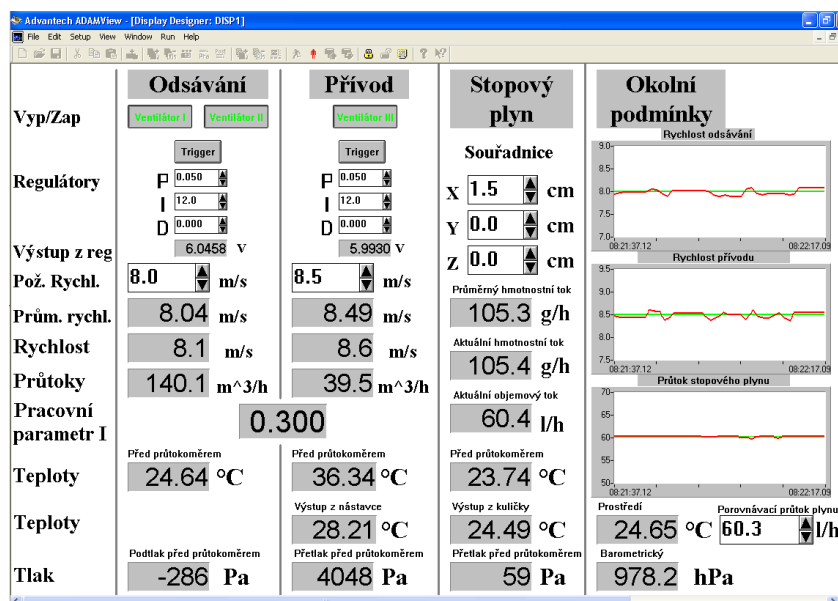


Obr. 2 Schéma zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců.

1 – zesílený sací nástavec; 2 – vířič; 3 – úsek pro měření koncentrací; 4 – plovákový průtokoměr; 5 – odsávací ventilátory; 6 – přiváděcí potrubí; 7 – plovákový průtokoměr; 8 – přívodní ventilátor; 9 – všesměrové zakončení zdroje stopového plynu; 10 – přívod stopového plynu; 11 – elektronický průtokoměr SEF-51; 12 – láhev se stopovým plynem; 13, 14 – teflonová hadička pro odběr vzorků vzduchu; 15 – přepínač měřicích míst; 16 – analyzátor plynů; 17 – modul Adam 4018; 18 – převodníky tlaku PTLN-K; 19 – interiérový snímač T7418; 20 – modul Adam 4019; 21 – modul Adam 4561; 22 – modul Adam 4056S; 23 – modul Adam 4024; 24 – triackové regulátory

3 Úprava měřicího zařízení

Pro zefektivnění časově velmi náročného měření sacích nástavců byla měřicí trať upravena pro počítačové řízení, měření a ukládání měřených veličin.



Obr. 3 Virtuální měřicí přístroj v programu Adamview.

Všechna měření jsou prováděna pomocí programu Adamview **obr. 3**, který získává data přes USB modul ADAM-4561. Tato data jsou upravena podle kalibračních rovnic jednotlivých přístrojů a převodníků a jsou počítány jejich skutečné hodnoty podle aktuálních teplot a tlaků [2]. Pro vizualizaci těchto hodnot je v tomto programu vytvořen virtuální měřicí přístroj, který zobrazuje již skutečné veličiny – teploty, tlaky, objemové a hmotnostní průtoky, rychlosti v odsávací a přívodní štěrbíně a pracovní parametr zesíleného sacího nástavce I (poměr hmotnostních toků přiváděného a odsávaného vzduchu) [3]

$$I = \frac{\dot{m}_{př} \cdot w_{př}}{\dot{m}_{od} \cdot w_{od}}, \quad (1)$$

kde $\dot{m}_{př}$ je hmotnostní tok přiváděného vzduchu, \dot{m}_{od} je hmotnostní tok odsávaného vzduchu, $w_{př}$ je výtoková rychlost přiváděného proudu vzduchu, w_{od} je rychlost odsávaného vzduchu ve vstupním průřezu.

Z virtuálního měřicího přístroje je možné také plynule nastavit požadované rychlosti v odsávací a přívodní štěrbíně, program pomocí PI regulátoru sám nastaví a udržuje výkon ventilátorů, aby bylo dosaženo požadovaných rychlostí. V programu jsou vytvořeny i tři diagramy časových průběhů průtoků odsávaného a přiváděného vzduchu a také průtoků stopového plynu, který je třeba udržet konstantní.

U původního zařízení bylo řízení ventilátorů prováděno ručně pomocí jednoho auto-transformátoru ovládajícího dva ventilátory v odsávací větvi a jednoho triackového regulátoru, který řídil ventilátor v přívodní větvi. Toto řízení bylo nahrazeno třemi speciálně navrženými triackovými regulátory vybavenými integrovaným obvodem pro řízení motorů a opticky oddělenými analogovými vstupy. Regulátory se zapínají přivedením +5V a řídí se analogovým signálem 0-10V. Obsluhu regulátorů zajišťuje modul ADAM-4056S, který provádí jejich zapnutí (+5V) a modul ADAM-4024 který generuje řídicí signál (0-10V).



Měření teploty zajišťuje šest termočlánků typu T připojených k měřicímu modulu ADAM-4018. Pro měření tlaku (přetlaku) v odsávací větvi a v přívodu stopového plynu jsou využity dva převodníky tlaku PTLN-K 2,5K a tlak v přívodní větvi měří jeden převodník tlaku PTLN-K 20K od firmy Airflow. Barometrický tlak je měřen interiérovým snímačem Comet T7418. Všechny snímače tlaku jsou připojeny k modulu Adam-4019. Původní koncepce měření průtoku stopového plynu pomocí plovákového průtokoměru byla nahrazena elektronickým průtokoměrem Floline SEF-51 od firmy STEC. Průtok odsávaného i přiváděného vzduchu je měřen plovákovými průtokoměry MFE 80. Pro menší průtoky je možné v přiváděcí větvi jeho záměna za typ MFE 40 také od firmy VEB MLW Prüfgerätewerk Medingen. Plovákové průtokoměry mají elektronické převodníky, které nebyly u původního zařízení zapojené. Byly tedy doplněny napájením a připojeny k modulu ADAM-4019. Komunikaci měřících modulů s počítačem přes USB rozhraní zprostředkovává modul ADAM-4561. Pro měření koncentrací je využíván analyzátor plynů Multigas monitor Type 1302 od firmy Brüel & Kjær, připojený k počítači pomocí rozhraní RS-232-C.

Pro přívod stopového plynu byl redukční ventil na tlakové láhvi doplněn jehlovým ventilem pro docílení jemnější regulace průtoku stopového plynu a nádobou pro vyrovnávání kmitání tlaku resp. průtoku. Toto kmitání bylo markantnější při větším ochlazení redukčního ventilu způsobeném expandujícím plynem, proto byl redukční ventil doplněn ohřevem.

4 Závěr

Byla provedena výměna řízení vysokotlakých ventilátorů umístěných v přívodní a odsávací větvi, zprovozněny elektronické převodníky průtoku a vyměněn průtokoměr pro měření průtoku stopového plynu. Dále byl vytvořen virtuální měřicí přístroj v programu Adamview pro počítačové řízení, měření a ukládání měřených veličin a doplněn redukční ventil tlakové láhve stopového plynu jehlovým ventilem, tlumicí nádobou a vyhříváním.

Provedenými úpravami se podstatně zhodnotilo experimentální zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců, zefektivnila se časově velmi náročná měření účinnosti zachycení sacích nástavců a rovněž se zvýšila přesnost prováděných měření. Kompletní zařízení včetně zde uvedených úprav bylo vykázáno v RIV [4].

Poděkování Příspěvek byl zpracován s podporou grantu GAČR 101/09/H050 „Výzkum energeticky úsporných zařízení pro dosažení pohody vnitřního prostředí“ a grantu FSI-S-11-6 „Komplexní modelování interakce člověka a prostředí v kabinách dopravních prostředků a obytných prostorách a návrhové nástroje (tzv. Human Centered Design)“.

Literatura

- [1] PATOČKA S., JANOTKOVÁ E.: *Vývoj experimentálního zařízení pro výzkum lokálního odsávání škodlivin*. In Fluid Dynamics 2000. Praha - Česká republika: Institute of Thermomechanics Academy of Sciences of the Czech Republic, ISBN: 80-85918-59- 5.
- [2] PAVELEK M., ŠTĚTINA J.: *Experimentální metody v technice prostředí*, VUT v Brně 1997, ISBN 80-214-0970-3.
- [3] PEDERSEN L.G., NIELSEN P.V.: *Exhaust System Reinforced by Jet Flow*. Indoor environmental technology, Cincinnati, 1991, ISSN 0902-7513 R9147
- [4] JANOTKOVÁ, E., PECH, O., PAVELEK, M.: *Zařízení pro testování a výzkum sacích nástavců*. Funkční vzorek. FSI VUT v Brně, Brno 2011. <http://www.energetickeforum.cz/fsi-vut-v-brne/zarizeni-pro-testovani-a-vyzkum-sacich-nastavcu>.