

Ing. Katarína SENDERSKÁ, PhD.,
Ing. Ján VIŇÁŠ, PhD., EWE,
Ing. Ján ZAJAC
Katedra technológií a materiálov,
SjF TU Košice

Projekt inovácie vzduchotechniky vo zvaračskej škole

Design of HVAC Innovation in School of Welding

Recenzent

Prof. Ing. František Drkal, CSc.

Príspevok sa zaoberá možnosťou modernizácie existujúcich zvaračských pracovísk vo zvaračskej škole, a taktiež realizáciou úprav, ktoré je možné realizovať aj na iných uzatvorených zvaračských pracoviskách v interiéroch budov. Je prezentované jednoduché, ekonomické a účinné riešenie úpravy už existujúceho, doposiaľ neautomatizovaného spôsobu odsávania škodlivých chemických látok a aerosólov z pracoviska zvarovania. Inováciou je možné ušetriť finančné prostriedky vynakladané na odsávací systém bez regulácie, pri nezníženej účinnosti odsávacieho zariadenia, ktorého parametre musia spĺňať parametre popísané príslušnými technickými normami.

Kľúčové slova: zváranie, odsávanie, inovácia

Authors are engaged in the possibility to modernize the existing welding working places in the school of welding as well as the implementation of improvements that can be installed in any other welding workplaces closed inside buildings, in their contribution. They present a simple, economical and effective solution for the adjustment of already existing, however not yet, automated exhaustion of harmful chemical substances and aerosol from the welding area. Such an innovation is a precaution for the finance saving, expended to the non-controlled exhaustion system; without any decreased efficiency of the exhaustion equipment the parameters of which must meet parameters of relevant technical standards.

Key words: welding, exhausting, innovation

ÚVOD

Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci je v oblasti zvarovania jednou z priorit. Je vhodné, ak je toto riešenie súčasne aj relatívne jednoduché a ekonomicky efektívne. Jednou z možností je inovácia existujúcich pracovísk a prevádzok tj., hľadanie optimálneho riešenia pre konkrétnu situáciu.

1. RIZIKOVÉ FAKTORY PROCESU ZVÁRANIA

Zváranie je technologický proces spájania materiálov do nerozoberateľných celkov. V závislosti od použitej technológie zvarovania je možné hovoriť o tavnom, tavnno-tlakovom a tlakovom spôsobe zvarovania. Z hľadiska škodlivosti majú najväčší dopad na ľudský organizmus tavné spôsoby zvarovania. Pri týchto spôsoboch vzniká celý rad nežiaducich škodlivých – rizikových faktorov, ktoré je možné v zmysle pokynu č. 13/1986 Vestníka Ministerstva zdravotníctva SSR na vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhlasovanie rizikových prác [7] rozdeliť na :

- ☐ špecifické rizikové faktory
- ☐ nešpecifické rizikové faktory

K špecifickým rizikovým faktorom je možné zaradiť prach (aerosoly), hluk, vibrácie, chemické látky a chemické karcinogény, infekcie, alergény, ionizujúce žiarenie, elektromagnetické žiarenie, zvýšený tlak vzduchu na nervy končatín atď. [5,10,6].

K nešpecifickým rizikovým faktorom patrí fyzická záťaž, polohy práce, mikroklima, osvetlenie, psychická záťaž zvarača a pod.

Tieto rizikové faktory umožňujú kategorizovať práce podľa miery pôsobenia zvaracej technológie na pracovné prostredie a vlastnej práce na zdravotný stav zvaračov. Rizikové faktory a limitné hodnoty škodlivín pre zvaračské pracoviská definujú STN 05 0600, STN 05 0601, STN 05 0610, STN 05 0630 a iné. Zvaracie pracovisko norma STN 05 0600 definuje ako priestor vymedzený na zvarovanie a na umiestnenie zvaracieho, prípadne ďalšieho technologického zariadenia, technologických stanovišť a manipulačných plôch na operácie súvisiace so zvarovaním, vykonávaným stále alebo len prechodne, bez ohľadu na zabezpečenie pracovnej klímy [8].

Dymové splodiny pri zvarovaní sa tvoria ako výsledok vysokoteplotných metalurgických a fyzikálno – chemických reakcií [5,10,11]. Vplyv dlhodobého pôsobenia dymov na ľudský organizmus môže spôsobovať intoxikáciu a patologické zmeny.

Škodlivosť dymov je závislá od chemického zloženia prídavných materiálov a zvarovaných materiálov, použitého režimu zvarovania, parametrov zvarovania, povrchovej úpravy zvarovaných materiálov, aplikácie ochranných plynov, technológie zvarovania a teploty zvarovania.

Toxické zložky zvaracích dymov sa rozdeľujú na [8]:

- ☐ Kontamináty s najväčším škodlivým účinkom – s NPK –P ≤ 0,1 mg.m⁻³. Sem patria Cr, Ni, Co, V, Cd, Pb, Be, hydrazín a ozón
- ☐ Kontamináty s veľkým škodlivým účinkom – s NPK –P = 0,1 až 3,0 mg.m⁻³. Sem patria Cu, As, Mn, Sn, NaOH, KOH, CaO, Cl, F, Na₂SiF₆, formaldehyd
- ☐ Kontamináty s malým škodlivým účinkom – s NPK –P > 3,0 mg.m⁻³ NPK – (najvyššia prípustná koncentrácia plynov, pár a aerosólov)

Najintenzívnejšia produkcia škodlivých plynov vzniká najmä pri oblúkových metódach zvarovania a to pri metóde ručného oblúkového zvarovania obalenými elektródami metódou MMA – Manual Metal Arc číselne označenou 111, tiež oblúkových metódach zvarovania v ochranných atmosférach plynov odtavujúcou sa elektródou GMAW – Gas metal arc welding – číselne označenými 135,136 a pri oblúkovom zvarovaní neodtavujúcou sa elektródou v ochranných atmosférach plynov GTAW – Gas tungsten arc welding s číselným označením metódy 141. Množstvo škodlivých výparov sa uvoľňuje pri zvarovaní, resp. spájkovaní materiálov s povrchovou úpravou zinkovaním. Odparený zinok z povlaku je potrebné efektívne odvieť z miesta zvarovania, aby nedochádzalo ku kontaminácii dýchacích ciest zvarača zinkovými výparmi, čo spôsobuje nemalé zdravotné problémy.

2. ODSÁVACIE SYSTÉMY

Odsávanie na zvaračských pracoviskách je možné zabezpečiť:

- ☐ pomocou prenosných odsávačov, ktoré umožňujú operatívny presun
- ☐ pomocou stabilného odsávacieho systému

Mobilné a prenosné odsávacie zariadenia

Prenosné odsávacie zariadenia sa zvyčajne používajú na pracoviskách, kde nie je predpoklad dlhodobého zvärania, prípadne pri opravách alebo jednorázových zväračských prácach. Tieto zariadenia je jednoduché prenášať bez problémov na rôzne miesta, vzhľadom na ich malé rozmery. Vyrábajú sa v prevedeniach na ručné prenášanie, alebo výkonnejšie a ťažšie zariadenia na vlastných kolieskach v mobilnom prevedení.



Obr. 1 Mobilný odsávací systém [9]



Obr. 2 Prenosné odsávacie zariadenie WFS/94 [2]

Prenosné odsávacie zariadenia sú určené na odsávanie jedného pracoviska a dosahujú výkon do 1 kW, mobilné zariadenia môžu byť použiteľné aj na odsávanie dvoch pracovísk súčasne a sú výkonnejšie do 2 kW.

Statické odsávacie zariadenia s centrálnym odsávaním

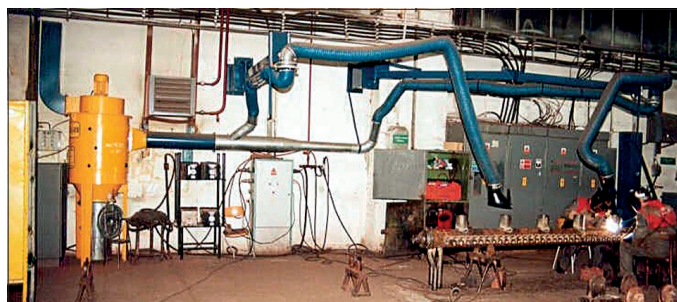
Tieto zariadenia sa používajú na pracoviskách, kde je zväranie častou, alebo pravidelnou činnosťou ako sú výrobné zväracie haly, alebo zväračské školy, kde je potrebné zabezpečiť odsávanie z väčšieho množstva zväracích pracovísk súčasne.

Odsávanie je zabezpečené potrubím z každého zväracieho pracoviska, ktoré je zvedené cez filter do spoločného odsávacieho ventilátora. Tento ventilátor je poháňaný vysoko výkonným elektromotorom, s výkonom 10 až 20 kW v závislosti od počtu zväracích pracovísk a tým aj od požadovaného odsávacieho výkonu.

Nevýhodou tohto systému je, že aj pri prevádzke minimálneho počtu zväracích pracovísk v tom istom čase sa odsáva zo všetkých pracovísk v zvärackej hale, čo je neefektívne hlavne z hľadiska vysokej spotreby elektrickej energie. Ukážky týchto odsávacích systémov sú na obr. 3 a 4.



Obr. 3 Centrálny odsávací systém [1]



Obr. 4 Odsávací systém s centrálnym odsávaním spalín JUS-Levice [4]

Statické odsávacie zariadenia s lokálnym odsávaním

Podobne ako predtým uvedené zariadenia sú tieto určené pre použitie v halách s väčším počtom zväracích pracovísk, prípadne v zväracích školách a sú pevne namontované v hale. Hlavný rozdiel je v použití odsávacieho ventilátora, čo v tomto prípade znamená použitie viacerých ventilátorov. Tieto zariadenia sú konštruované tak, že každé zväracie pracovisko využíva vlastný odsávací ventilátor. Jednotlivé potrubia z ventilátorov sú ďalej napojené buď na spoločné zberné výfukové potrubie, alebo má každý ventilátor vlastné výstupné potrubie s filtrom.

Výhodou tohto systému odsávania je, že je možné mať v prevádzke iba potrebný počet ventilátorov podľa počtu momentálne využívaných zväracích pracovísk, čo je podstatne energeticky výhodnejšie oproti systému s centrálnym odsávaním. Elektromotory týchto ventilátorov sú vzhľadom na danú potrebu značne menej výkonné. Jeden elektromotor poskytuje výkon max. 1 kW. Ukážka odsávacieho systému so samostatnými ventilátormi a spoločným výstupným potrubím je na obr. 5.



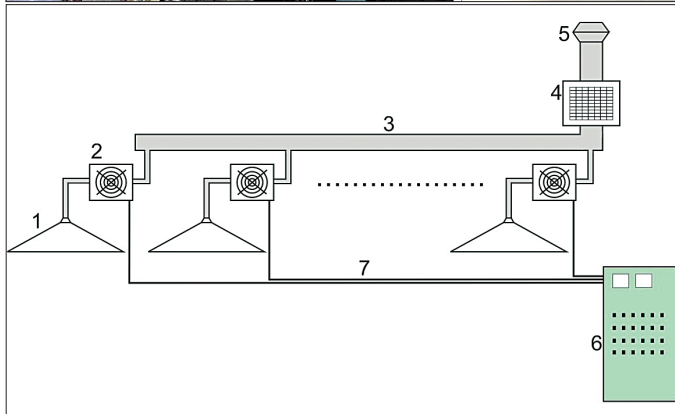
Obr. 5 Odsávací systém so samostatnými ventilátormi

3. PROJEKT INOVÁCIE ODSÁVANIE ZVÁRACIEHO PRACOVISKA

Zväračská škola (obr.6) je vybavená pevným lokálnym odsávacím systémom so samostatnými odsávacími ventilátormi, spoločným zberným potrubím a manuálnym ovládaním pomocou spínačov. Vzduch z jednotlivých pracovísk je odsávaný samostatnými ventilátormi, ktoré nasávaný vzduch so splodínami vháňajú cez zberné potrubie do filtra. Po filtrácii je vzduch komínom vyvedený do vonkajšieho ovzdušia. Odstredivé lopatkové ventilátory sú v kľudovom stave nepriechodné, to znamená že nie sú potrebné spätné klapy v potrubí.

Nevýhodou celého systému je jeho manuálne ovládanie čím sa značne stráca jeho efektívnosť. To je možné vyriešiť odstránením ľudského faktora, čiže náhradou manuálneho ovládania automatizovaným riadením, čím sa značne zvýši jeho efektívnosť.

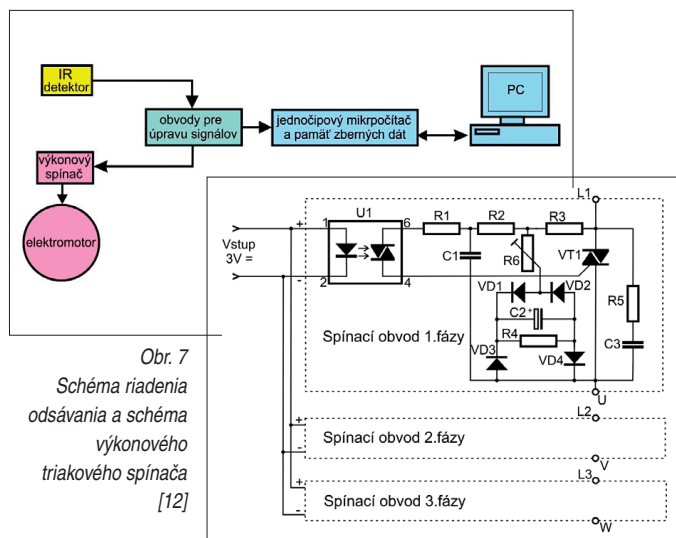
Pre riešenie bolo navrhnuté samostatné odsávanie s centrálnym zberom údajov kde každé zväracie pracovisko má samostatný nezávislý obvod na riadenie odsávania a jednočipový mikropočítač, ktorý údaje z každého pracoviska zbiera a uchováva v pamäti. Základné časti zariadenia tvorí snímač svetelného žiarenia, obvody pre úpravu signálu, výkonové spínače elektromotora, jednočipový mikropočítač a PC program. Elektrický oblúk pri zváraní vyžaruje do okolitého prostredia okrem rôznych splodín aj zmes rôznych druhov žiarenia ako sú napr.: elektromagnetické, elektrostatické, a celé svetelné spektrum vrátane ultrafialového (UV) a infračerveného (IR) žiarenia. Práve toto svetelné žiarenie je možné použiť na sledovanie a zaznamenávanie činnosti zvárania. UV, prípadne IR svetelné žiarenie, ktoré je vyžarované z elektrického oblúka je možné jednoduchým spôsobom sledovať pomocou rôznych detektorov ako sú UV/IR fotodiódy a fototranzistory, v tomto prípade je to fototranzistor. Fototranzistor pri dopade svetla na jeho fotocitlivú časť reaguje zmenou stavu vodivosti elektrického napätia a to z nevodivého na vodivý. Elektrické napätie prechádza



Obr. 6 Zváračská škola [12]

1 – lapač dymov, 2 – ventilátor, 3 – zberné potrubie, 4 – filter, 5 – výstup, 6 – pôvodný ovládací panel, 7 – elektrické vedenie

dzajúce fototranzistorom sa ďalej v obvodoch pre úpravu signálu zosilní, jeho intenzita a čas trvania sa ďalej spracuje. Ak tento elektrický signál vyhovuje daným požiadavkám, odošle sa tento signál do výkonového spínača elektromotora, ktorý na základe malého napätia signálu zopne silové trojfázové napájanie a rozbehne elektromotor, ktorý bude napájaný ešte približne minútu po skončení zvarovania kvôli dostatočnému odsatiu spločin a dymu. Zároveň je signál odoslaný do jednočipového mikropočítača, ktorý si zaznamená údaje od začatia zvarovania celú dĺžku trvania až do jeho ukončenia. Jednočipový mikropočítač je prepojený s bežným PC, ktorý je pomocou programového vybavenia schopný nazbierať údaje o zvarovaní stiahnuť, spracovať, zobrazíť a archivovať. Každé zvaracie pracovisko (zvárací box) je vybavený tiež bežným manuálnym spínačom, aby bolo možné v prípade poruchy, či už optického snímača, alebo inej časti obvodu, ovládať odsávanie aj manuálne. Ručné zapnutie odsávanie je takisto zaznamenané jednočipovým mikropočítačom. Na obr. 7 je uvedená schéma riadenia odsávanie a schéma výkonového triakového spínača elektro-



Obr. 7
Schéma riadenia
odsávanie a schéma
výkonového
triakového spínača
[12]

motora s plynulým rozbehom. Schéma zapojenia spínača vychádza z doporučeného zapojenia udávaného výrobcom optočlena (Texas Instrument) doplnenú o štandardné ochranné obvody polovodičov potrebné pri indukčnej záťaži a obvod plynulého rozbehu motora.

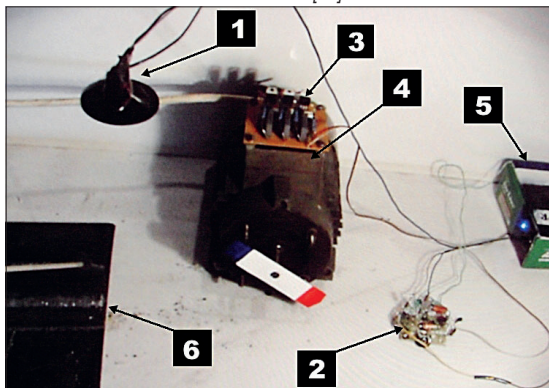
OVERENIE FUNKČNOSTI

Pre overenie funkčnosti riešenia bol zostavený obvod riadiacej elektroniky s detektorom svetelného žiarenia a elektromotor s triakovým spínačom (obr. 8a). Po zapálení elektrického oblúka na dlhšie ak 0,5 sekundy, riadiaci obvod dostane signál na jeho zapnutie elektromotora čo v praxi znamená zapnutie ventilátora odsávanie. Tento moment bol experimentálne vyskúšaný (obr. 8b), kde je jasne viditeľný horiaci elektrický oblúk a zapnutý elektromotor (točiaci sa vrtuľa na elektromotore). Elektromotor je zapnutý aj po ukončení zvarovania. Tento čas je možné nastaviť v obvode časového spínača až do dĺžky trvania 1 minúty. V praxi to znamená že zariadenie ešte daný čas po skončení zvarovania odsáva zostatkové splodiny, ktoré sa nachádzajú v ovzduší. Po uplynutí tohto času sa motor (odsávanie) automaticky vypne.

SOFTVÉR

Prezentované riešenie umožnilo vytvorenie softvéru pre uchovanie a spracovanie údajov o vyťažnosti jednotlivých zvaracích pracovísk. Softvér bol vytvorený vo vývojovom prostredí MS Visual Studio.NET. Signál pre spracovanie potrebných údajov je odoberaný z obvodu oneskorenia, použitý aj ako výstup pre MCU. V tomto mieste výstup obvodu signalizuje reálny stav činnosti zvaracieho pracoviska. Zvaracích boxov je v danej hale 10, to znamená že je potrebný obvod, ktorý bude schopný spracovávať 10 vstupov súčasne.

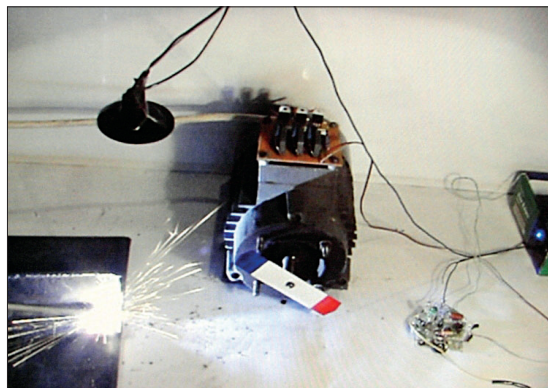
Obr. 8a+b Overenie funkčnosti riešenia [12]



Základné časti pre overenie funkčnosti

Legenda:

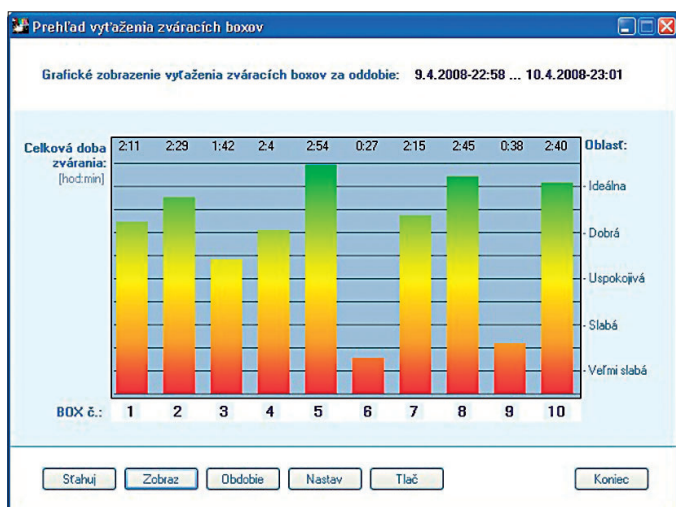
- 1 – snímač svetelného žiarenia
- 2 – riadiaca elektronika
- 3 – triakový spínač elektromotora
- 4 – elektromotor s vrtulou pre zviditeľnenie sledovania jeho pohybu
- 5 – napájací zdroj 5V
- 6 – kovová platňa na zvarovanie



Printscreen obrazovky video snímky skúšky funkčnosti



sané ako samostatné riadky a hodnoty sú oddelené čiarkou. Podobne je formátovaný aj konfiguračný súbor nastavenia programu.



Obr. 9 Príklady obrazoviek softvéru [12]

Na tieto účely bude dostatočne vyhovovať veľmi často používaný jednočipový počítač (MCU) od firmy Microchip známy pod označením PIC 16F88.

Všetky nasnímané a uložené údaje je nakoniec potrebné určitým spôsobom zviditeľniť a urobiť z nich štatistický prehľad. Na tento účel bude využitý bežný osobný počítač s operačným systémom MS Windows XP. V tomto počítači bude nainštalovaný program, ktorý vie komunikovať s jednočipovým mikropočítačom a ním poskytnuté údaje spracovať a zobraziť v grafickom štatistickom výstupe. Program je napísaný v programovacom jazyku MS Visual Basic .NET. Je jednoduchý na obsluhu a má minimálne nároky na výkon počítača, čo znamená, že je schopný pracovať počítač s jednojadrovým procesorom napríklad typu Intel Celeron pracujúcim na frekvenciách už od 500 [MHz] s minimálnymi pamäťovými požiadavkami. Jediná nutná požiadavka je potrebná nainštalované prostredie .NET v. 2 v operačnom systéme Windows XP.

Na komunikáciu s jednočipovým mikropočítačom sa využíva paralelný komunikačný port počítača (LPT). Po spustení programu vyšle program cez paralelný port PC jednočipovému mikropočítaču požiadavku na komunikáciu. Ten ak nie je zaneprázdnený, napríklad ak nie je silná pracovná prevádzka vo zväracích boxoch, povolí komunikáciu a začne nahrávať údaje do osobného počítača. Po odovzdaní údajov následne vyprázdni údaje uložené vo svojej pamäti. V opačnom prípade, ak bol výkonovo zaneprázdnený, ponechá na komunikačnom výstupe logickú nulu, čo znamená pre program aby oznámil užívateľovi, že prenos zatiaľ nie je možný a je nutné to zopakovať neskôr. Na obr. 9 sú uvedené príklady obrazoviek programu.

Po nahratí údajov do PC sa údaje zobrazia v grafickej forme. Každému zväraciemu boxu prináleží samostatný grafický stĺpec nad ktorým je zobrazená hodnota čistého času zvárania za dané obdobie, čo je obdobie od posledného stiahnutia údajov z jednočipového mikropočítača. Časové zobrazenie môže byť rozlíšené farebne (závisí od nastavenia parametrov programu). Uchovávané údaje sú uložené v databáze. Veľkosť záznamu je minimálna (maximálne 50b), čo znamená, že je možné uchovávať všetky záznamy bez potreby triedenia, alebo vymazávania starých záznamov. Štruktúra databázy je z dôvodu jednoduchosti a ľahkého prístupu k jej údajom pomocou iných programov riešená formou štandardného textu: jednotlivé záznamy sú zapí-

ZÁVER

V príspevku je prezentovaná možnosť úpravy staršieho typu stabilného odsávacieho zariadenia používaného vo zvärackej škole. Impulzom pre inováciu systému odsávania bol neustály nárast cien energií. Aplikáciou navrhnutého riešenia je možné náklady na elektrickú energiu potrebnú pre pohon elektromotora znížiť na minimálnu úroveň a taktiež predĺžiť jeho životnosť, pretože odsávanie je zabezpečované iba na čas nevyhnutný pre zváranie. Zablokovaním vzduchovodov v nevyužívaných boxoch je možné zvýšiť výkon odsávania na používaných pracoviskách. Zariadenie automatického riadenia odsávania je nadstavba na pôvodný odsávací systém, to znamená, že nevyžaduje zásah do pôvodných častí zariadenia. Úprava sa týka výlučne montáže elektroniky a dodatočného káblového rozvodu. Prídavným káblovým rozvodom preteká jednosmerné napätie 5V, ktoré podľa normy STN 34 3108 (bezpečnostné predpisy o manipulácii s elektrickým zariadením osobám bez elektrotechnickej kvalifikácie) patrí medzi bezpečné napätie a tento rozvod môže inštalovať pracovník bez elektrotechnickej kvalifikácie. Prepojenie striedavých elektromotorov môže vykonať pracovník kvalifikovaný ako samostatný elektrotechnik (§ 22, vyhláška č. 718/2002).

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve“ (ITMS: 26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Kontakt na autory: katarina.senderska@tuke.sk

Zoznam použitej literatúry:

- [1] Cipres filtr Brno, Odsávanie dymu od zvárania, 2011, [cit.: 2011–05–10]. Dostupné na internete: <http://www.cipres.sk/odsavani-koure-svarovani.html>
- [2] GproxDesign, Jusoffbase, JustOffBase 2011, [cit.: 2011–05–10]. Dostupné na internete: <http://www.justoffbase.co.uk/Welding-Fume-Extractor-Sealey-WFS-94>
- [3] Horizon International, Air Pollu Radiant Heating, Horizont International 2011, [cit. 2011–05–10]. Dostupné na internete: <http://www.horizon-int.com/welding-fume-extraction.shtml>
- [4] JUS Levice s.r.o., Odsávanie spalín. 2011, [cit.: 2011–05–10] Dostupné na internete: http://web.stonline.sk/jus/ses_odsav_spal.htm
- [5] Kosnáč, Ľ., Ochrana zdravia a bezpečnosť pri zváraní, Weldtech, Bratislava, 1998
- [6] Lošák, G. – Turňová, Z., Hazardous gases arising from welding. In: Akademická Dubnica 2004 : I. diel. – Bratislava: STU v Bratislave, 2004
- [7] Pokyn č. 13/1986 Vestníka Ministerstva zdravotníctva SSR na vykonávanie hygienického dozoru na pracoviskách a vyhlasovanie rizikových prác
- [8] STN 05 0600: Zváranie, Bezpečnostné ustanovenia pre zváranie kovov, Projektovanie a príprava pracovísk. Bratislava, 1993
- [9] Teka, Mobile suction and filtering systems, 2011, [cit.: 2011–05–10] Dostupné na internete: <http://www.teka.me/teka/willkommen.html>
- [10] Turňová, Z., Bezpečnosť a ochrana zdravia pri zváraní. In.: Zvárač, roč.3, č.2, 2006, s.29–30.
- [11] Turňová, Z. – Hodulová, E., The safety of soldering technology. In: Akademická Dubnica 2004 : II. diel. – Bratislava: STU v Bratislave, 2004 s. 609–612
- [12] Zajac, J., Modernizácia odsávania zvärackej haly, Bakalárska práca, SJF, TU v Košiciach, 2008.