

Zpráva o plnění výzkumného záměru v roce 2008

Číslo tématické skupiny: 444 05 0610

Zodpovědný pracovník: Doc. Ing. Karel Kadlec, CSc.

Téma:

2b) Senzory a aplikace senzorů pro monitorování a řízení chemických a biologických procesů.

- Chemické vodivostní senzory

M. Vrnáta, F. Vysloužil, J. Hofmann, O. Ekrt, D. Kopecký, P. Fitl, H. Uhrová, L. Fišer, J. Jirešová, J. Seidl, L. Kučera

V roce 2008 byl výzkum zaměřen do tří směrů:

Výzkum laserových depozičních metod (MAPLE, MAPLE DW, zdrojové vrstvy).

Byla sestavena a zprovozněna aparatura pro laserovou depozici. Hlavní komponentou je pevnolátkový laser Nd-YAG Quantel Brilliant (4. harmonická frekvence, $\lambda = 266$ nm), který je ukotven na nastavitelném fundamentu s univerzální optickou deskou. Byla navržena a zhotovena speciální depoziční komora, která byla dovybavena vakuovým systémem. Komora dále obsahuje originální řešení mechanického posuvu zdrojové vrstvy. Paprsek laseru vstupuje do komory prostřednictvím optických prvků určených pro UV oblast a laserové záření. Optický systém vychází taktéž z návrhu řešitelského kolektivu. Pro nastavení pracovního bodu laseru bylo zakoupeno měřidlo vyzařovaného výkonu. Měřidlo dále slouží pro fokusaci a nastavení stopy laseru. Pomocí zkompletovaného a otestovaného zařízení byly nadeponovány funkční citlivé vrstvy plynových senzorů.

Citlivé vrstvy na bázi organických materiálů (polypyrrol, phtalocyaniny kovů) byly taktéž nanášeny metodami spin-coating, elektrolytického nanášení (phtalocyanin neodymu) a metodou nanášení z aerosolu (Nebulizer).

Rozvoj vysokofrekvenčních metod snímání signálu z vodivostních senzorů.

Vysokofrekvenční měření na impedančním analyzátoru Agilent 4294A byla rozšířena o diagnostiku krystalových rezonátorů (fázový posuv, sériová a paralelní rezonanční frekvence, vyhodnocení prvků náhradního obvodu a simulace jeho chování v závislosti na frekvenci, činitel jakosti).

Pro zdokonalení testování organických aktivních vrstev vykazujících značný elektrický odpor byl sestaven speciální měřicí přípravek umožňující měření vysokých hodnot impedance (do 200 M Ω) při vysokých hodnotách frekvence (do 110 MHz) budícího signálu. Přípravek je doplněn průtočným plynovým hospodářstvím, testování plynových senzorů probíhá za expozice definovanou atmosférou (oxidační, redukční). Výsledky jsou zpracovávány nejčastěji formou Nyquistových diagramů, ze kterých se vyhodnocuje fázová citlivost ve frekvenčním rozsahu 40 až 110 MHz.

Studium vlivu záření na selektivitu a citlivost vodivostních senzorů.

Byly zkompletovány zdroje záření a optické prvky pro experimenty a bylo zkoumáno ovlivnění aktivní vrstvy (citlivost, selektivita) zářením různých vlnových délek. Zdrojem záření byly výkonné monochromatické LED moduly. Byl vyhodnocen vliv záření v referenční atmosféře (syntetický vzduch) i v různých redukčních atmosférách (např. vzduch s vodíkem a vzduch s methanem). Byl pozorován

„paměťový efekt“, po ozáření senzoru jeho elektrický odpor významně poklesne, návrat hodnoty elektrického odporu na původní hodnotu byl pak dosažen až po zvýšení teploty senzorů o 100 °C. Měření probíhala ve speciálních měřicích celách, vyvinutých pro tento účel, umožňujících selektivní expozici zářením buďto plynu nebo senzoru.

S ohledem na problematiku, která bude řešena v roce 2009, byla provedena rešerše na téma nanomateriály a nanokompozity v sensorice.

Publikovány byly tyto výsledky:

Vlastnosti polypyrrolových vrstev připravených laserovou depozicí (FTIR, AFM, dc citlivost na plyny) [A1].

Impedanční frekvenční charakteristiky polypyrrolových vrstev v závislosti na druhu kompenzačního aniontu a relativní vlhkosti vzduchu [A2, D1, F1].

Optická detekce par toluenu a butanolu na tenkých vrstvách PMMA [D2, F2].

Vypočtené hodnoty aktivačních energií povrchových reakcí na senzoru s aktivní vrstvou SnAcAc/Pt [D3, F3].

Pro testování chemických vodivostních senzorů byla sestavena aparatura umožňující umístění až 8 senzorů do jedné komory. Aparatura může být také osazena různými senzory a naměřené údaje zpracovávány tak, aby bylo dosaženo selektivity pro realizaci „elektronického nosu“. Elektronika k ovládní celé aparatury je založena na mikroprocesorech ATMEL AVR a skládá ze dvou modulů. Modul „Valve Switch Unit“ řídí solenoidové ventily v plynovém hospodářství. Modul „Heating Control Unit“ řídí teplotu až osmi senzorů. Kromě základní procesorové jednotky byly navrženy a realizovány analogové obvody navazující na CHVS, obvody s A/D a D/A převodníky navazující z jedné strany na centrální jednotku s mikroprocesorem, z druhé strany na analogové obvody. Pro řízení teploty CHVS byl realizován firmware jako osmikanálový PSD regulátor [D4, F4].

- Pelistorové senzory

K. Kadlec, M. Karlík, L. Fišer, L. Kučera

Byla realizována experimentální aparatura, která umožňuje bezdotykově měřit teplotu povrchu pelistorových či polovodičových senzorů. Základní součástí měřicí aparatury je bezdotykový IČ-teploměr Kleiber typ 730-LO, který je schopen snímat teplotu na velmi malé ploše v teplotním rozsahu 200 až 1000 °C. Pyrometr Kleiber 730-LO je speciálně uzpůsoben pro aplikace v oblasti výzkumu a vývoje. Je vybaven vláknovou optikou (fibre optics) s přídatnou optickou hlavicí (vario optic head), která umožňuje měření velmi malých objektů při průměru snímané plochy (spot size diameter) 0,5 mm. Charakteristickou vlastností přístroje je i velmi rychlá odezva, čas pro dosažení 95 % ustálené hodnoty činí 180 μs.

Byly proměřeny povrchové teploty u pelistorových senzorů s různým povrchem (aktivní pelistory s naneseným katalyzátorem Pt a Pd, srovnávací pelistory s vrstvičkou skla) i s různým konstrukčním uspořádáním. Dále bylo proměřováno rozložení teploty na nosných destičkách chemických vodivostních senzorů. Experimenty prokázaly, že teploměrem KLEIBER je možno velmi dobře sledovat teplotní gradienty na povrchu senzoru při různém nastavení pracovních podmínek (příkon topení senzoru) i při různém umístění v prostoru (různá prostorová orientace). Stanovení optimální teploty u chemických vodivostních senzorů a pelistorových senzorů je jedním z důležitých parametrů pro jejich použití [D5, F5].

Pro zpracování signálu pelistorových senzorů byl navržen a realizován obvod na propojení měřicího a srovnávacího pelistoru s mikroprocesorovým modulem nebo měřicí kartou. Byla připravena upravená měřicí komora tak, aby bylo možno přistupovat zvláště jak k měřicímu, tak i k srovnávacímu pelistoru a nezávisle nastavovat jejich příkon a měřit jejich teplotu. Po osazení komory pelistory budou v roce 2009 experimenty zaměřeny na sledování chování obou pelistorů. Výsledky budou použity pro optimální výpočet korekce ze signálu referenčního pelistoru a následně pro číslicovou filtraci signálu.

Byly zahájeny práce na alternativním způsobu digitalizace signálu pelistorového senzoru. Byl navržen a realizován Wheatstoneův můstek s pelistory vyvažovaný digitálním potenciometrem. Vyvažování bude řídit mikroprocesorový modul tak, aby v měřicí diagonále bylo udržováno nulové napětí a údaj senzoru bude dán „polohou“ digitálního potenciometru, to je číslem poslaným na digitální potenciometr. Jedná se v podstatě o alternativní provedení automaticky vyvažovaného měřicího můstku.

Při aplikaci pelistorových senzorů k měření koncentrace hořlavých plynů a par ve vzduchu je důležitá i znalost bezpečnostních charakteristik hořlavých látek. V tomto směru byly výzkumné práce zaměřeny na aplikace odhadových metod příspěvkového typu pro odhad teploty vzplanutí. Pro odhad teploty vzplanutí byly použity jednak empirické vztahy, založené na lineární závislosti mezi teplotou vzplanutí a teplotou tání, normální teplotou varu nebo kritickou teplotou, jednak vztahy založené na myšlence generalizovaných redukováných veličin. Bylo ukázáno, že tyto vztahy jsou použitelné pro odhad teploty vzplanutí, zvláště v případě omezeného rozsahu látek. Nejlépe je použít tyto vztahy pro odhad v různých homologických řadách sloučenin.

V případě redukováných veličin se jako nejperspektivnější jeví přístup založený na konstantnosti podílu teploty vzplanutí a normálního bodu varu. Bylo však dokázáno, že kvalita dat použitých na korelaci má rozhodující vliv. Významného zpřesnění korelace pro vztah, založený na konstantnosti podílu teploty vzplanutí a kritické teploty, bylo dosaženo použitím odlišného datového souboru teplot vzplanutí při použití stejných kritických teplot [C1, F6].

- Optické detekční metody a senzory

E. Jiráček, A. Korbářová, Havlík J.

V roce 2008 pokračoval výzkum a vývoj automatických metod obrazové analýzy, které využívají snímací CCD a CMOS senzory pro získání obrazu s následným zpracováním dat počítačem, a to převážně v prostředí programů LabVIEW a NIS-Elements (dříve LUCIA). Hlavní pozornost se zaměřila na šest dílčích projektů.

V první řadě byl zdokonalován systém, který vyhodnocuje velikost částic práškového katalyzátoru. Tento projekt vznikl již v minulém roce a letos byl dále rozvíjen na základě zkušeností s jeho použitím v praxi. Požadavek vyhodnotit nové vzorky katalyzátorů, které se od původních výrazně liší svou velikostí, si vyžádal tvorbu nového programu, neboť původní program příliš velké a malé částice filtroval jako odpadní produkty. Návrh programu zahrnuje několik variant, a to od způsobu snímání a vyhodnocení pouze částic v určitém rozsahu velikostí až po jeho komplikovanější a univerzálnější modifikaci, kdy analýza velikosti částic na jejich rozměrech do značné míry nezávisí. Výběr vhodné varianty programu by měl vycházet z požadavků průmyslové aplikace. Při laboratorních zkouškách se program osvědčil. Výsledky byly prezentovány na kongresu CHISA 2008 [D6, F7].

Druhý projekt se zabýval vývojem a zdokonalováním metod měření koncentrace ve vodě rozpustných jednosložkových látek (potravinářských barviv). Jedná se o způsob, který je výrazně levnější než běžně užívaná spektroskopická technika a po vytvoření automatizovaného systému vyhodnocení výsledků může být i znatelně rychlejší. Hlavní součástí systému je skleněný box chráněný před okolním rušivým světlem. Do boxu jsou podle šablony přesně umístovány Petriho misky s měřeným vzorkem (resp. kalibračními roztoky). Obraz misek je po řízeném osvětlení zdola sejmuto a převedeno do počítače. Pro vyhodnocení neznámé koncentrace je nezbytná experimentálně vytvořená kalibrační křivka s poněkud složitější exponenciální závislostí, vycházející z Lambert-Beerova zákona. Pokud bychom předpokládali rutinní využití systému v průmyslu, je možné proceduru kalibrace provést pouze jednou (pro jakýkoli z barevných vzorků) a začlenit ji do vyhodnocovacího programu. K sejmutí obrazu misek s měřenými roztoky lze pro jednoduchost použít vhodně vybraný kancelářský skener.

V třetím projektu byla věnována pozornost možnostem analýzy charakteru bobtnání a krystalizace. Ke snímání obrazů jednotlivých krystalů, resp. bobtnajících částic jsme používali kameru s CCD senzorem ve spojení se stereomikroskopem. Díky možnosti snímání volitelně dlouhé časové sekvence obrazů lze získat celý časový profil nárůstu krystalů či bobtnajících částic. Tyto sekvence byly poté vyhodnocovány v programu NIS Elements a výsledkem jsou grafy popisující rychlost nárůstu plochy sledovaných částic. Na snímcích je možné vyhodnocovat také charakter jednotlivých krystalů (tedy jejich uspořádání, tvar, dominantní rozměry apod.). Tento projekt vyplývá z potřeb odborníků specializujících se na krystalizaci látek z roztoků, mimo jiné především z oboru potravinářského průmyslu. Výše uvedený způsob analýzy je objektivní možností, jak tyto procesy sledovat a ukládat výsledky do počítače pro další zpracování a archivaci. Proto je žádoucí tuto metodu dále rozvíjet na základě potřeb specializovaných pracovišť.

Čtvrtý projekt zkoumal možnosti využití zakoupeného EDF (Extended Deep Focus), modulu k programu NIS Elements. Tento modul umožňuje použít CCD senzor ve spojení s klasickým laboratorním mikroskopem a programem NIS Elements při analýze objektů, které díky jejich prostorovému uspořádání není možné zaostřit v jednom snímku. EDF modul umožňuje získat sekvenci snímků, na kterých je posunem po Z-souřadnici zkoumaného objektu vždy část obrazu zaostřena. Modul poté tuto sekvenci složí do jednoho zaostřeného snímku a navíc může vytvořit „jakýsi“ 3D pohled na objekt a zobrazuje řezy objektem ve všech třech souřadnicových osách. Tyto „prostorové“ obrazy se samozřejmě neshodují s pohledem člověka, ale v řadě případů mohou pomoci při sledování komplikovanějších objektů. Práce byla zaměřena na analýzu velikosti a počtu prachových částic, jejichž rozměry ve směsi jsou natolik odlišné, že lze v jednom snímku zaostřit pouze velké, nebo naopak malé částice. Analýzou pouze jednoho snímku by tak došlo ke ztrátě důležité informace o sledované směsi. Použitím EDF modulu je možné sejmout sekvenci řady snímků, na kterých jsou obsaženy všechny částice v analyzovatelné formě, a tak lze proměřit celé jejich spektrum bez jakýchkoli omezení (s výjimkou omezení ve formě kvality snímacího CCD prvku).

Pátý projekt byl věnován dalšímu zdokonalování systému snímání plochy plísni na povrchu salámů pomocí kamery s CCD prvku a speciálního programu vytvořeného v prostředí LabVIEW. Důraz byl kladen především na další zvyšování automatizace celého procesu, tedy na začlenění systému synchronizace otáčení salámu a jeho snímání do již vytvořeného programu. Jedná se tedy o otázku společného ovládnutí CCD prvku pro snímání a krokového motoru pro otáčení salámu. Po

menších úpravách je možné obdobný systém použít i pro analýzu řady jiných prostorových objektů, které je nutné vyhodnocovat ze všech stran.

Šestým projektem byl výzkum v oblasti využití CCD a CMOS optických senzorů pro měření znečištění ovzduší tuhými částicemi. Výsledky prezentovány na mezinárodní konferenci Process Control 2008 [D7, F8]. V rámci tohoto příspěvku byl proveden další krok ke komplexní metodice hodnocení stavu ovzduší, využívající možnosti obrazové analýzy. Částice, jejichž usazování bylo urychlené pomocí elektrostatického pole vysoké intenzity, byly podrobeny mikroskopické analýze s využitím modulu EDF, který je součástí rozšířené verze programového produktu NIS-Elements.

Získané poznatky, které jsou nezbytnou základnou pro pružnou realizaci případné aplikace na podkladě požadavků průmyslu a laboratoří, se průběžně stávají i náplní výuky při vzdělávání posluchačů VŠCHT.

- Sterilizační účinky nízkoteplotního plazmatu

V. Scholtz, J. Khun

Pro monitorování biologických procesů je potřebná spolehlivá metoda mikrobiální dekontaminace až sterilizace. Pro sterilizaci citlivých součástí měřicí aparatury není většinou možné použít klasické sterilizační metody. Cílem práce je výzkum sterilizačních vlastností nízkoteplotního plazmatu generovaného elektrickými výboji, především výbojem korónovým. Metoda sterilizace nízkoteplotním plazmatem se po dosavadních výsledcích výzkumu jeví jako jedna z potenciálních možných alternativ. Práce navazuje na spolupráci s Ústavem imunologie a mikrobiologie 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze (ÚIM 1. LF UK), kde je již vybudováno potřebné pracovní zázemí.

Pro vyjasnění vlivu vlhkosti na sterilizační účinky nízkoteplotního plazmatu byly vykonány základní experimenty k vyladění metodiky. Byla vytvořena metodika přípravy definovaně kontaminovaných suchých povrchů, tj. jejich kontaminace vodní suspenzí a následně definované sušení nízkoteplotním plazmatem, čímž vznikne definovaný kontaminovaný suchý povrch.

Probíhá výzkum vhodnosti jiných typů výbojů, práce jsou zaměřeny především na korónový výboj typu point-to-point pro dekontaminaci povrchů a na korónový výboj typu point-to-plane hořící nad vodní hladinou, vhodný ke sterilizaci vodního prostředí. Hlavní náplní je snaha o stabilizaci výboje přidáním předřadné impedance měnící jeho charakteristiku, především oddalující přechod do jiskry. Z provedených experimentů plyne, že připojením vhodné předřadné impedance do elektrického obvodu kladného korónového výboje lze dosáhnout asi šestinásobného zvýšení proudu, oproti případu bez stabilizace, bez přechodu výboje do jiskry, zvětšení opakovací frekvence proudových filamentů ve výboji. Důsledkem rozšíření provozního režimu výboje je zvýšení účinnosti dekontaminace oproti případu nestabilizovaného korónového výboje.

Výsledky byly prezentovány na mezinárodní konferenci 2nd International Workshop on Non-equilibrium Processes in Plasmas and Environmental Science v Bělehradě [D8, F9].

- Aplikace senzorů pro monitorování a řízení procesů

K. Kadlec, J. Hofmann, Kopecký D.

Problematika monitorování technologických veličin byla prezentována v příspěvcích [E1, E2, G1, G2] (měření průtoku tekutin), [D9, F10] (měření a řízení hladiny v zásobnících).

Byly publikovány výsledky teoretického a experimentálního studia vybraných fyzikálních dějů probíhajících v elektrostatickém odlučovači prachu. Experimentální data byla získána ve spolupráci s ČVUT FEL a Ústavem skla a keramiky VŠCHT Praha. Byl stanoven mezní elektrický náboj odlučovaných částic v elektrickém poli korónového výboje pomocí Pauthenierovy a Cochetovy teorie a výsledky byly porovnány s provozními údaji elektrostatických odlučovačů. Bylo vypočteno rozložení napětí a intenzity elektrického pole v usazené vrstvě prachu pomocí modelu prachové vrstvy složené z kulových částic a posouzeny podmínky vzniku zpětné koróny. Experimentálně bylo stanoveno chemické a mineralogické složení vzorků prachů z elektráren a tepláren. Byly porovnány výsledky stanovení distribuce částic vzorků prachů z elektráren a tepláren pomocí metod obrazové analýzy a laserové difrakce [D10, E3, F11, G3].

Presentace výsledků: A – 2, C – 1, D – 10, E – 3, F – 11, G – 3

Prezentace výsledků

A) Články v recenzovaných mezinárodních časopisech a periodikách

1. Kopecký D., Vrňata M., Vysloužil F., Myslík V., Fitl P., Ekrt O., Matějka P., Jelínek M., Kocourek T.: *Polypyrrole thin films for gas sensors prepared by Matrix-Assisted Pulsed Laser Evaporation technology: effect of deposition parameters on material properties*, Thin Solid Films, ISSN 0040-6090 – (v tisku, dostupné on-line na www.elsevier.com/locate/tsf)
2. Vrňata M., Kopecký D., Vysloužil F., Myslík V., Fitl P., Ekrt O., Hofmann J.: *Impedance properties of polypyrrolic sensors prepared by MAPLE technology*, Sensor & Actuators B v tisku, ISSN 0925-4005

B) Články v tuzemských časopisech

C) Přednáška na mezinárodní konferenci

1. Karlík M., Kolská Z.: *Method for flash temperature estimation of organic substances based on reduced quantities*. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Prague 24.-28.8. 2008

D) Poster na mezinárodní konferenci

1. Vysloužil F., Kopecký D., Vrňata M., Myslík V., Fitl P., Ekrt O., Hofmann J.: *Impedance Characteristic of Thin Polypyrrole Layers for Sensor Application*. Poster, 14th International Conference on Thin Films & Reactive Sputter Deposition, Gent (BE), 17.-21.11. 2008
2. Myslík V., Fitl P., Vrňata M., Vysloužil F., Kopecký D., Ekrt O.: *Optical detection of organic vapours on thin films of polymethylmetacrylate*. Poster, 14th International Conference on Thin Films & Reactive Sputter Deposition, Gent (BE), 17.-21.11. 2008
3. Fitl P., Myslík V., Vrňata M., Vysloužil F., Nápravník J., Kopecký D., Strnad M., Ekrt O., Hofmann J.: *Application of SnAcAc / Pt multilayers prepared by Pulsed Laser Deposition method for gas detection*. International Conference Solid State Surfaces and Interfaces 2008, Smolenice (SR), 24.-27.11. 2008
4. Kučera L., Fišer L., Vrňata M.: *Multi-sensor apparatus for "Electronic Nose"*. . Proceedings the 8th International Scientific - Technological Conference Process Control 2008, Kouty nad Desnou, June 9.-12. 2008
5. Kadlec K., Procházka M.: *Measuring the Surface Temperature of Chemical Sensors*. Poster - 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Prague 24.-28.8. 2008
6. Korbářová A., Havlík J., Jiráček E.: *Size measurement of cylindrical particles by image analysis*. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Prague 24.-28.8. 2008

7. Havlík J., Jirák E., Korbářová A.: *Airborne particle evaluation using image analysis*. Proceedings the 8th International Scientific - Technological Conference Process Control 2008, Kouty nad Desnou, June 9.-12. 2008
8. Julak J., Khun J., Kriha V., Scholtz V.: *Comparison of Decontamination Properties of the Impedance-Stabilized Negative and Positive Corona Discharge*. 2nd International Workshop on Non-equilibrium processes in plasmas and environmental science, Belgrade, Novi Sad, August 2008.
9. Kopecký D., Kadlec K., Havlík J.: *Measurement and Control of the Level in Tanks*. Poster – 8th Int. Scientific-Technical Conference PROCESS CONTROL 2008, Kouty nad Desnou, 9.-12.6.2008
10. Veselka P., Hofmann J.: *Physical principles of electrical process in electrostatic precipitator*. Poster - 16-th Conference of Czech and Slovak Physicists, Hradec Králové, September 8-11, 2008

E) Přednáška nebo poster na národní konferenci

1. Kadlec K.: *Úvod do měření průtoku tekutin – Základní teoretické vztahy*. Přednáška na semináři Metrologie průtoku 2008, Český metrologický institut, Velké Karlovice 10.-12.6.2008
2. Kadlec K.: *Principy měření průtoku*. Přednáška na semináři Metrologie průtoku 2008, Český metrologický institut, Velké Karlovice 10.-12.6.2008
3. Veselka P., Hofmann J.: *Zpětná koróna v elektrostatickém odlučovači*. Poster na konferenci ELEN 2008. ČVUT v Praze, Praha 2.-3.9. 2008

F) Článek (plný text) ve sborníku mezinárodní konference

1. Vysloužil F., Kopecký D., Vršata M., Myslík V., Fitl P., Ekrť O., Hofmann J.: *Impedance Characteristic of Thin Polypyrrole Layers for Sensor Application*. Proceedings of 14th International Conference on Thin Films & Reactive Sputter Deposition, Gent (BE) 2008, pg. 248-251, ISBN 978 90 334 7347 0
2. Myslík V., Fitl P., Vršata M., Vysloužil F., Kopecký D., Ekrť O.: *Optical detection of organic vapours on thin films of polymethylmetacrylate*. Proceedings of 14th International Conference on Thin Films & Reactive Sputter Deposition, Gent (BE), 2008, pg. 204, ISBN 978 90 334 7347 0
3. Fitl P., Myslík V., Vršata M., Vysloužil F., Nápravník J., Kopecký D., Strnad M., Ekrť O., Hofmann J.: *Application of SnAcAc / Pt multilayers prepared by Pulsed Laser Deposition method for gas detection*. Proceedings of the International Conference Solid State Surfaces and Interfaces 2008, Smolenice (SR) 2008
4. Kučera L., Fišer L., Vršata M.: *Multi-sensor apparatus for "Electronic Nose"*. . Proceedings the 8th International Scientific - Technological Conference Process Control 2008, p. 213 (Full text on CD: pdf ID: C149a (p. C149a 1-4), University of Pardubice, Pardubice 2008, ISBN 978-80-7395-077-4
5. Kadlec K., Procházka M.: *Measuring the Surface Temperature of Chemical Sensors*. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Summaries 4, p. 1653, Ed. Process Engineering Publisher Praha

- 2008, ISBN 978-80-02-02051-6, CD-ROM of Full Texts, pp. P5.254_1 - 9, Orgit Ltd. Praha 2008, ISBN 978-80-02-02047-9
6. Karlík M., Kolská Z.: *Method for flash temperature estimation of organic substances based on reduced quantities*. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Summaries 2, p. 410. Ed. Process Engineering Publisher Praha 2008, ISBN 978-80-02-02049-3, CD-ROM of Full Texts, pp. D4.2_1 - 7, Orgit Ltd. Praha 2008, ISBN 978-80-02-02047-9
 7. Korbářová A., Havlík J., Jiráček E.: *Size measurement of cylindrical particles by image analysis*. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2008, Summaries 4, p. 1366, Ed. Process Engineering Publisher Praha 2008, ISBN 978-80-02-02051-6, CD-ROM of Full Texts, pp. P5.32_1 - 4, Orgit Ltd. Praha 2008, ISBN 978-80-02-02047-9
 8. Havlík J., Jiráček E., Korbářová A.: *Airborne particle evaluation using image analysis*. Proceedings the 8th International Scientific - Technological Conference Process Control 2008, p. 202 (Full text on CD: pdf ID: C090 (p. C090 1-4), University of Pardubice, Pardubice 2008, ISBN 978-80-7395-077-4
 9. Julak J., Khun J., Kriha V., Scholtz V.: *Comparison of Decontamination Properties of the Impedance-Stabilized Negative and Positive Corona Discharge*. Proceedings of the 2nd International Workshop on Non-equilibrium processes in plasmas and environmental science, p. 43, Belgrade, Novi Sad, August 2008, http://noneqproc.phy.bg.ac.yu/download/Book%20of%20abstracts_Noneqproc08.pdf
 10. Kopecký D., Kadlec K., Havlík J.: *Measurement and Control of the Level in Tanks*. Proceedings the 8th International Scientific - Technological Conference Process control 2008, p. 197. Full text on CD-ROM: pdf ID: C019a_1-5, Ed. Univ. Pardubice 2008, ISBN 978-80-7395-077-4
 11. Veselka P., Hofmann J.: *Physical principles of electrical process in electrostatic precipitator*. Proceedings of 16-th Conference of Czech and Slovak Physicists – v tisku

G) Článek (plný text) ve sborníku národní konference

1. Kadlec K.: *Úvod do měření průtoku tekutin – Základní teoretické vztahy*. Sborník METROLOGIE PRŮTOKU 2008, str. 27-34. Vydal Český metrologický institut Brno, 2008. ISBN 978-80-254-2196-3
2. Kadlec K.: *Principy měření průtoku*. Sborník METROLOGIE PRŮTOKU 2008, str. 35-57. Vydal Český metrologický institut Brno, 2008. ISBN 978-80-254-2196-3
3. Veselka P., Hofmann J.: *Zpětná koróna v elektrostatickém odlučovači*. Sborník příspěvků konference ELEN 2008. CD ROM, str. 1-4, ČVUT v Praze, Praha, 2008, ISBN 978-80-254-2293-9