

# Zpráva o plnění výzkumného záměru v roce 2009

Číslo tematické 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

V roce 2009 byl výzkum zaměřen do tří směrů:

### *Příprava aktivních vrstev vodivostních senzorů.*

Metodou PLD byly provedeny depozice aktivních vrstev asi 30 sérií čidel ze zdrojových targetů tvořených jednak mikrokrystalickým a jednak nanokrystalickým ZnO, dále ze zdrojových targetů ZnO+ZnAcAc. Zkoumala se závislost chemického složení, morfologie a rychlosti růstu deponovaných vrstev na použité hustotě energie laserového záření a na tlaku pracovního plynu (kyslíku) v depoziční komoře. Na povrch některých připravených senzorů byly nanoseny Pd a Fe v elementárním stavu, sloužící jako katalyzátory.

Uskutečnil se rozsáhlý soubor experimentů z oblasti syntéz PPY polymerací v roztoku. Jako oxidační činidlo se při polymeraci použil chlorid železitý, resp. peroxodisíran amonný; v roli dopantů pak (i) kyselina p-toluensulfonová, (ii) kyselina dodecylbenzensulfonová, (iii) kyselina dioktyl-sulfosukcinová a (iv) kyselina kafrsulfonová. Polymerace se prováděly v kyselém i zásaditém prostředí. U 14 typů takto syntetizovaných vzorků se zkoumala jejich rozpustnost ve vodě a dimethylsulfoxidu - klíčová vlastnost pro pozdější depozice tohoto PPY metodou MAPLE. Dále se stanovila měrná vodivost PPY v pevném stavu. Stupeň zabudování jednotlivých dopantů do připraveného PPY se stanovil rozбором FTIR spekter získaných metodou ATR.

Metodou polymerace in-situ se podařilo připravit kompozit PPY s nanokrystalickým Ni a kompozit PPY s nanokrystalickým NiO. Oba syntetizované nanokompozitní materiály se využijí v senzorce.

Do vakuové depoziční komory pro MAPLE depozice byl nainstalován evaporátor pro nanášení tenkých filmů vysokomolekulárních organických látek. Proběhl úspěšný pilotní pokus s depozicí ftalocyaninu zinku. Takto připravené vrstvy rovněž najdou uplatnění jako aktivní vrstvy plynových senzorů.

### *Charakterizace deponovaných vrstev.*

Oxid zinečnatý a acetylacetonát zinku se deponovaly metodou PLD na destičky z leštěného křemíku. Struktura nadeponovaných vrstev se zkoumala metodami SEM a AFM. Ukázalo se, že optimální porozitu pro senzorové využití mají vrstvy deponované při tlaku 100 Pa kyslíku. Stechiometrie připraveného ZnO se sledovala metodou XPS, kdy se potvrdila u všech vzorků (deponovaných při parciálních tlacích kyslíku od 5 Pa do 500 Pa) pouze přítomnost zinku ve formě Zn<sup>II</sup> a nikoli Zn<sup>0</sup>.

U všech 14 vzorků syntetizovaného PPY se proměřila jejich FTIR spektra. Ve spektrech se sledoval výskyt absorpčních pásů charakteristických pro tento materiál a dále jejich

překryv s charakteristickými pásy dopantů. Zkoumala se souvislost mezi stupněm konjugace dvojných vazeb v PPY a měrnou elektrickou vodivostí materiálu. Naměřily se AFM portréty povrchu PPY vrstev deponovaných metodou MAPLE. Zjišťovalo se, zda mají vrstvy v závislosti na podmínkách syntézy a depozice charakter homogenního materiálu nebo kompozitu.

#### *Testování detekčních vlastností připravených senzorů.*

Proměřil se rozsáhlý soubor Nyquistových diagramů senzoru s aktivní vrstvou na bázi 90 % SnO<sub>2</sub> + 10 % SnAcAc v rozsahu frekvencí budicího signálu 40 Hz až 110 MHz. Z Nyquistových diagramů se vyhodnotila fázová citlivost na různé koncentrace vodíku (10 ppm, 100 ppm, 1 000 ppm) při pracovní teplotě 300 °C. Naměřená podoba Nyquistových diagramů se modelovala náhradním obvodem senzoru obsahujícím paralelní RC-členy a spočítaly se hodnoty jednotlivých odporů a kapacit v náhradním obvodu. Zjistilo se, že frekvence, při které je pozorována maximální fázová citlivost, závisí na koncentraci vodíku, a tato závislost se proměřila. Zkoumala se relace mezi stejnosměrnou a fázovou citlivostí senzoru.

U senzorů s aktivními vrstvami deponovanými z nanokrystalického ZnO se zkoumal vliv UV-VIS záření na jejich citlivost, optimální pracovní teplotu a dynamiku odezvy. Zjistilo se, že v případě detekce par acetonu dochází při osvětlení senzoru ke zlepšení parametrů detekce.

Byly publikovány, nebo jsou k publikování podány následující výsledky:

- Rozbor Nyquistových diagramů senzoru s aktivní vrstvou na bázi 90 % SnO<sub>2</sub> + 10 % SnAcAc v rozsahu frekvencí budicího signálu 40 Hz – 110 MHz; výpočet fázové citlivosti na různé koncentrace vodíku, modelování prvků náhradního obvodu, nalezení frekvence odpovídající maximu fázové citlivosti [A3, D1, D2].
- Výzkum vlivu UV-VIS záření na detekční vlastnosti senzoru s aktivní vrstvou na bázi nanokrystalického ZnO. Takto se zkoumala detekce par acetonu a toluenu [D3, F1].
- Syntéza 14 různých vzorků polypyrrolu s následujícími dopanty: kyselina p-toluensulfonová, kyselina dodecyl-benzensulfonová, kyselina dioktyl-sulfosukcinová a kyselina kafrsulfonová; charakterizace chemického složení a měrného odporu připraveného polypyrrolu [A1].
- Vlastnosti polypyrrolových vrstev připravených metodou MAPLE (FTIR spektra, morfologie, odezva na plyny) [A1, A2].
- Studie vlivu laserového záření o vlnové délce 266 nm na modifikaci fyzikálních vlastností (odrazivost, drsnost, struktura) tenkých zlatých vrstev. Byl studován vliv záření o různé hustotě energie na vzorky černého a kompaktního zlata. Pro charakterizaci byly použity techniky SEM, AFM, měření reflexe a optické mikroskopie. [A4].

- Pelistorové senzory

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

Experimentální aparatura pro bezdotykové měření teploty povrchu pelistorových či polovodičových senzorů byla rozšířena o možnost termografické analýzy s využitím termokamery. Kromě IČ-teploměru KLEIBER typ 730-LO, který je schopen snímat teplotu na ploše o průměru 0,5 mm v teplotním rozsahu 200 až 1000 °C je k dispozici termokamera OPTRIS-PI. Termokamera OPTRIS-PI je malá stabilní IČ-kamera napájená a komunikující s počítačem přes rozhraní USB 2.0. Slouží k zobrazení rozložení teploty na povrchu měřených objektů. Teplotu povrchu vypočítává elektronika kamery na základě měření objektem vyzařované infračervené energie. Kamera je vybavena nechlazeným maticovým mikrobolometrickým detektorem typu FPA s rozlišením 160 × 120 bodů a využívá spektrální rozsah (7,5 až 13) μm. Pracuje s teplotním rozsahem (-20 až 900) °C, s citlivostí 0,08 °C a přesností ±2 °C.

Experimenty prokázaly, že přístroji pro bezdotykové měření teploty 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. 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. [D4].

Pro zpracování signálu pelistorových senzorů byl navržen a realizován obvod pro řízení dvou pelistorů; oživení obvodu bylo realizováno s modelovou odporovou zátěží. Vlastní experimenty s pelistorovými senzory jsou v programu v následujícím roce. Ve standardní měřicí komoře bude umístěn jak měřicí, tak srovnávací pelistor, každý s nezávisle řízenou teplotou a možností experimentovat s kompenzací na základě údaje srovnávacího pelistoru.

Na základě rozboru vlastností publikovaných zapojení vyhodnocovacích obvodů analyzátorů s pelistorovým senzorem a obecněji vyhodnocovacích obvodů snímačů s odporovým charakterem bylo navrženo nové zapojení, pracovní nazývané „měřicí dělič“. Nové zapojení se při porovnání s dosavadními typy vyznačuje jednak vyšší úroveň výstupního signálu a/nebo principiálně lineárním vztahem mezi změnou vstupní a výstupní veličiny. Toto zapojení bylo experimentálně ověřeno a byl potvrzen soulad mezi teoreticky odvozenými vlastnostmi zapojení a prakticky naměřenými na modelovém obvodu.

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. V literatuře, zabývající se odhadem bezpečnostních charakteristik chemických látek se běžně používá vztah, založený na vztahu mezi teplotou vzplanutí a teplotou normálního bodu varu:

$$T_f = [\text{parametr 1}] + [\text{parametr 2}] \times T_b.$$

Tento vztah je nevýhodný v tom, že parametry jsou empirické konstanty, které nelze zobecnit. Na základě analýzy dat byl navržen zjednodušený vztah:

$$T_f / T_b = [\text{konstanta}],$$

jehož výhoda je v univerzálním přístupu. Pokud se spokojíme s menší přesností, pak pro poměrně širokou paletu látek, je možno uvedený vztah považovat za univerzálně platný. Zlepšení přesnosti lze dosáhnout stanovením individuální hodnoty konstanty pro homologickou řadu příbuzných látek [E1, G1].

- Optické detekční metody a senzory

E. Jiráček, A. Korbářová, Havlík J.

Pokračoval výzkum a vývoj automatických metod obrazové analýzy (využívajících pro získání obrazu snímací CCD a CMOS senzory), zaměřených na detekci a vyhodnocení vybraných parametrů reálných systémů s podporou zpracování dat počítačem. Byly zdokonalovány všechny již vytvořené systémy pro snímání obrazů. U všech aplikací obrazové analýzy byl snímací systém upraven tak, aby bylo možné získávat snímky přímo prostřednictvím programu, který je následně vyhodnocuje. Do snímací aparatury byly zařazeny nové snímací prvky a nově upravený ovládací program nastavoval parametry snímání obrazů (jas, kontrast, expoziční čas,...) tak, že v požadovaných okamžicích sejmul obraz vzorku a následně jej pak ihned analyzoval. Dříve byly snímky získávány zvlášť a programem poté načítány ze souboru. Tato úprava zvyšuje automatizaci celého systému snímání, analýzy a vyhodnocení měření. V případě úloh, kde byly získávány obrazy vzorků rozptýlených na pohyblivé podložce (analogie pohyblivého pásu z výrobních procesů), byl do snímací aparatury zařazen krokový motorek, který je ovládán opět stejným programem, který poté provádí analýzu. Na základě pokynů ovládacího programu pak motorek otáčí vodorovně umístěnou podložkou, senzor nad podložkou snímá v předem stanovených intervalech obraz sledovaného vzorku a automaticky následuje analýza. Na stejném principu pracuje i nově upravený program pro analýzu plochy plísni na povrchu salámů, pouze v tomto případě motorek neotáčí podložkou, ale samotným vzorkem (tj. salámem) pověšeným svisle na stojanu nad motorkem. Ovládací a vyhodnocovací program, vytvořený pro tuto aplikaci, automaticky otočí salám kolem svislé osy o 180° a během tohoto pohybu sejme 18 snímků. Z každého z těchto snímků vyřízne středovou část, vyhodnotí zde plochu plísni a výsledky sečte za celý salám (18 snímků) dohromady. Jedná se tedy ve všech výše zmíněných aplikacích již o plně automatizovaný proces od nastavení polohy vzorku, přes jeho sejmutí snímačem založeným na CCD senzoru, až po analýzu získaných obrazů a zpracování výsledků měření (uložení dat do souboru, vykreslení grafů a provedení nejrůznějších výpočtů). Aplikace zabývající se měřením plochy plísni na salámech byla prezentována formou posteru na konferenci chemického inženýrství CHISA 2009 [E2, G2].

- Sterilizační účinky nízkoteplotního plazmatu

V. Scholtz, J. Khun

Pokračoval výzkum sterilizačních vlastností nízkoteplotního plazmatu generovaného elektrickými výboji, především výbojem korónovým. Práce byly zaměřeny na porovnání různých typů (point-to-point a point-to-plane) a parametrů (napětí, proud, geometrické uspořádání) korónových výbojů pro účely sterilizace povrchů a kapalin. Výsledky této práce byly publikovány na konferenci ČVUT Workshop [E3, E4, G3, G4] a na konferenci Second International Conference on Plasma Medicine v USA [F5]. Dále byl přijat k publikaci článek v časopise Plasma Processed and Polymers [A5] podávající přehled o dosavadních výsledcích.

Další náplní výzkumu byla snaha o stabilizaci výboje přidáním předřadné impedance měnící jeho charakteristiku, především oddalující přechod do jiskry. Na základě provedených experimentů jsme jako optimální předřadnou impedanci pro výzkum baktericidních vlastností předběžně zvolili odpor  $R = 20 \text{ M}\Omega$  přičemž výzkum vlivu jiných impedancí dále pokračoval. Při vhodném uspořádání elektrod pro výboj typu point-to-point byl objeven zvláštní fenomén, při kterém proud nabitých částic a iontový vítr

směřují mimo elektrody. Zařízení svými vlastnostmi připomíná často používaný tzv. plasma jet, který však k vytvoření iontového větru potřebuje proudící plynné prostředí. Tento poznatek byl prezentován na konferenci Sixteenth International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies v Bulharsku [D4, F3]. Další výzkum vlastností tohoto fenoménu a možnosti jeho uplatnění pokračuje.

Při stabilizaci korónového výboje přidáním předřadné impedance s konfigurací elektrod point-to-plane bylo vykonáno systematické měření. Rovinná elektroda byla tvořena hladinou vodní suspenze. Byly porovnány elektrické parametry, charakteristiky a dekontaminační účinnosti nestabilizovaného a impedančně stabilizovaného korónového výboje pro obě polarity korónující elektrody. Impedanční stabilizací bylo dosaženo v případě kladné koróny řádového zvýšení proudu a výkonu výboje oproti případu bez stabilizace. V případě záporné koróny nejsou rozdíly v těchto parametrech tak markantní jako v případě koróny kladné. V případě kladné koróny dochází ke kvalitativní změně v režimu výboje – ke vzniku filamentárního režimu bez přechodu do jiskry. Empiricky byla navržena předřadná impedance (paralelní kombinace  $R = 8 \text{ M}\Omega$  a  $C = 50 \text{ pF}$ ), při které výboj hoří stabilně (stabilní frekvence filamentů) a dosahuje, v rámci možností VN zdroje, maximálního dosažitelného proudu a výkonu [D5, F4]. Tato skutečnost se také odráží v dekontaminační účinnosti, která je v případě impedančně stabilizované kladné koróny v průměru o 40 % větší, než v případě koróny záporné.

Jako okrajové téma byla v minulosti řešena problematika vzniku struktur v diskretních nerovnovážných systémech, výsledky byly prezentovány na konferenci ČVUT Workshop [G5, E5].

- Aplikace senzorů pro monitorování a řízení procesů

K. Kadlec, J. Hofmann, Kopecký D.

Problematika monitorování technologických veličin byla prezentována v příspěvcích [B1] (radarové snímače polohy hladiny), [B2] (měření přeneseného tepla).

Byly publikovány výsledky několikaletého teoretického a experimentálního studia vybraných fyzikálních dějů probíhajících v elektrostatickém odlučovači [F6]. Experimentální data byla získána ve spolupráci s ČVUT FEL a Ústavem skla a keramiky VŠCHT Praha. Motivací pro toto studium byla spolupráce s výrobcem elektrických odlučovačů ZVVZ Milevsko.

Presentace výsledků: A – 5, B – 2, C – 0, D – 5, E – 5, F – 6, G – 5

## Prezentace výsledků

### A) Články v recenzovaných mezinárodních časopisech a periodikách

1. Kopecký D., Vršata 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 Vol. 517 (2009) pp. 2083-2087, ISSN 0040-6090, IF 1,884
2. Vršata M., Kopecký D., Vysloužil F., Myslík V., Fitl P., Ekrt O., Hofmann J., Kučera L.: *Impedance properties of polypyrrolic sensors prepared by MAPLE technology*, Sensor & Actuators B, Chemical, Vol. 137 (2009) pp. 88-93, ISSN 0925-4005, IF 3,122
3. Seidl J., Vysloužil F., Vršata M., Ekrt O., Myslík V., Kopecký D., Fitl P., Hofmann J., Nápravník J.: *AC analysis of Organocomplex Sensing Layer with Pd Catalyst*, v recenzním řízení časopisu Sensors Letters - bude přijato po doplnění, SL - EMRS/L-31-2009, ISSN 1546-198X.
4. Novotný M., Fitl P., Krasilnikova Sytchkova A., Bulíř J., Lančok J., Pokorný P., Najdek D. and Bočan J.: *Pulsed laser treatment of gold and black gold thin films fabricated by thermal evaporation*. Central European Journal of Physics, 2009, Volume 7, Number 2 / June, pp. 327-331, ISSN 1895-1082 (Print) 1644-3608 (Online)
5. Julák J., Scholtz V., Kříha V.: *The Microbicidal Effect of The Low Temperature Plasma Generated by Corona Discharge: Comparison of Various Microorganisms on Agar Surface or Aqueous Suspension*. Přijato k publikaci v časopise Plasma Processes and Polymers, special issue Plasma medicine. Print ISSN: 1612-8850, Online ISSN: 1612-8869

### B) Články v tuzemských časopisech

1. Kadlec K.: *Radarové hladinoměry*. AUTOMA **15**, 2, 18 - 19, (2009), ISSN 1210-9592
2. Kopecký D. Kadlec K.: *Měření množství tepla*. AUTOMA **15**, 11, 6 - 8, (2009), ISSN 1210-9592

### C) Přednáška na mezinárodní konferenci

### D) Poster na mezinárodní konferenci

1. Fitl P., Myslík V., Vršata M., Nápravník J., Kopecký D., Vysloužil F., Lančok J.: *Sensing properties of SnAcAc thin films doped by Pt nanoparticles*. Poster na konferenci E-MRS 2009 Spring Meeting, Strasbourg (Francie), 8. - 12.6.2009.

2. Seidl J., Vysloužil F., Vršata M., Ekrt O., Myslík V., Kopecký D., Fitl P., Hofmann J., Nápravník J.: *AC analysis of Organocomplex Sensing Layer with Pd Catalyst*. Poster na konferenci E-MRS 2009 Spring Meeting, Strasbourg (Francie), 8.-12.6.2009.
3. Nápravník J., Myslík V., Vršata M., Vysloužil F., Fitl P., D. Kopecký, „*Modification of Detection Process on ZnO Sensors by Ultraviolet Radiation*”. Poster na konferenci International Spring Seminar on Electronics Technology - ISSE 2009, Brno University of Technology, 13.-17.5. 2009
4. Scholtz V., Julák J.: *The “cometary” discharge, a possible new type of DC electric discharge in air at atmospheric pressure and its bactericidal properties*. Poster on Sixteenth International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies, 28. 9. - 2. 10. 2009. Sunny Beach, Bulgaria.
5. Horák P., Khun J., Scholtz V.: *Impedance-Stabilized Positive Corona Discharge and its Decontaminating Properties*. Poster on Sixteenth International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies, 28. 9. - 2. 10. 2009. Sunny Beach, Bulgaria,

#### **E) Přednáška nebo poster na národní konferenci**

1. Karlík M.: *Porovnání příspěvkové odhadové metody a metody založené na teorému korespondujících stavů při odhadu teploty vzplanutí*. Přednáška na 56. konferenci chemického a procesního inženýrství CHISA 2009, Srní 19. – 22. října 2009
2. Korbářová A., Jiráček E.: *Hodnocení nárůstu plísní na povrchu salámu obrazovou analýzou*. Poster na 56. konferenci chemického a procesního inženýrství CHISA 2009, Srní 19. – 22. října 2009
3. Scholtz V., Štěpánková B.: *The Surface and Liquids Decontamination Using the Point-to-plane and Point-to-point Corona Discharge*. Poster on Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, Praha, 16. - 20. 2. 2009
4. Scholtz V., Julák J.: *The Bactericidal Effect of the Corona Discharge Low Temperature Plasma at Atmospheric Pressure*. Poster on Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, Praha, 16. - 20. 2. 2009
5. Krempaský J., Scholtz V.: *The Possibility of Self Organisation of Discrete Systems with Diffusion and External Force*. Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, , Praha, 16. - 20. 2. 2009

#### **F) Článek (plný text) ve sborníku mezinárodní konference**

1. Nápravník J., Myslík V., Vršata M., Vysloužil F., Fitl P., Kopecký D.: *Modification of Detection Process on ZnO Sensors by Ultraviolet Radiation*. Proceedings: International Spring Seminar on Electronics Technology - ISSE 2009, Hetero System Integration The Part to New Solutions in the Modern Electronics, : May 13 – 17, 2009, Brno, Czech Republic, pp. 70-71, ISBN 978-80-214-3874-3
2. Kadlec K.: *Non-contact Measuring the Surface Temperature of Chemical Sensors*. Proceedings SENSOR 2009, Volume II, 14th International Conference on Sensors,

Technologies, Electronics and Applications, SENSOR+TEST Conference 2009, Nürnberg, pp. 335-340. Ed. AMA Service GmbH, Wunstorf, Germany 2009. ISBN 978-3-9810993-5-5

- Scholtz V., Julák J.: *The "cometary" discharge, a possible new type of DC electric discharge in air at atmospheric pressure and its bactericidal properties*. Proceedings Sixteenth International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies, pp. 47-48. 28. 9. - 2. 10. 2009. Sunny Beach, Bulgaria. Ed. Institute of Electronics, Bulgarian Academy of Science, Sofia, Bulgaria, 2009
- Horák P., Khun J., Scholtz V.: *Impedance-Stabilized Positive Corona Discharge and its Decontaminating Properties*. Proceedings Sixteenth International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies, pp. 48-49. 28. 9. - 2. 10. 2009. Sunny Beach, Bulgaria, Ed. Institute of Electronics, Bulgarian Academy of Science, Sofia, Bulgaria, 2009
- Julák J., Scholtz V., Štěpánková B.: *Decontamination or sterilization of surfaces and liquids by various arrangements of corona discharge*. Proceedings of Second International Conference on Plasma Medicine, March 16th - 20th, 2009 San Antonio, Texas, USA, Ed. A.J. Drexel Plasma Institute, Philadelphia, USA 2009, p. 30
- Veselka P., Hofmann J.: *Physical principles of electrical process in electrostatic precipitator*. Proceedings 16-th Conference of Czech and Slovak Physicists, p. 160-165, MAFY Hradec Králové 2009, ISBN 80-86148-93-9

#### **G) Článek (plný text) ve sborníku národní konference**

- Karlík M.: *Porovnání příspěvkové odhadové metody a metody založené na teorému korespondujících stavů při odhadu teploty vzplanutí*. Sborník 56. konference chemického a procesního inženýrství CHISA 2009, str. 126, plný text na CD ROM č. C4.4 (6 str.), vydala Česká společnost chemického inženýrství Praha, 2009, ISBN 978-80-86059-501-8
- Korbářová A., Jiráček E.: *Hodnocení nárůstu plísní na povrchu salámu obrazovou analýzou*. Sborník 56. konference chemického a procesního inženýrství CHISA 2009, Sborník konference, str. 185, Plný text na CD ROM, č. V025 (4 str.), vydala Česká společnost chemického inženýrství Praha, 2009, ISBN 978-80-86059-501-8
- Scholtz V., Štěpánková B.: *The Surface and Liquids Decontamination Using the Point-to-plane and Point-to-point Corona Discharge*. Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, Spec. Issue Part A, Vol. 13, pp. 28 – 29, Ed. Czech Technical University in Prague, Praha, Feb. 2009, ISBN 978-80-01-04286-1
- Scholtz V., Julák J.: *The Bactericidal Effect of the Corona Discharge Low Temperature Plasma at Atmospheric Pressure*. Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, Spec. Issue Part A, Vol. 13, pp. 316 – 317, Ed. Czech Technical University in Prague, Praha, Feb. 2009, ISBN 978-80-01-04286-1
- Krempaský J., Scholtz V.: *The Possibility of Self Organisation of Discrete Systems with Diffusion and External Force*. Workshop 09 - 18th annual CTU university-wide seminar, Spec. Issue Part A, Vol. 13, pp. 30 – 31, Ed. Czech Technical University in Prague, Praha, Feb. 2009, ISBN 978-80-01-04286-1