

CHEMAGAZÍN

ROČNÍK XXIX (2019)

TÉMA VYDÁNÍ: **PLYNY**

Vývoj membránové separace

plynů od membrán po aplikaci

Měření velikosti a objemu

pórů organokovových sítí

Adsorpce VOC na vrstvě

křemenných mikrovláken

Klasifikace vs. monitoring:

V čem je rozdíl?

Identifikace výbušnin

pomocí GC s analyzátozem

tepelné energie

Chemie pro budoucnost:

Abychom byli schopni

ji rozvíjet i nadále

Stav chemického

průmyslu ČR v roce 2018

Making our world more productive



Speciální plyny Linde Gas.

Mnoho detailů, jedno řešení.

- Řada speciálních plynů dle normy Euro 6
- Vysoce čisté plyny
- Kalibrační plyny
- Centrální rozvod plynů, odběrné armatury Redline

www.linde-gas.cz, www.linde-gas.sk



LABOREXPO
PRAHA • 25.–26.9.2019



NEW HORIZONS IN PARTICLE ANALYSIS

- Nejširší portfolio pro charakterizaci částic na celém světě
- 29 přístrojů pro stanovení více než 20 parametrů - vše od jednoho dodavatele
- Průkopník v technologiích SAXS, prášková reologie a laserová difrakce
- Šest desetiletí zkušeností v oboru

PRAGOLAB DISCOVERY DAY 2019

Clarion Congress Hotel Prague, Freyova 33, Praha 9

12. 6. 2019

Analytická sekce (chromatografie a MS)

8:30 - 9:00	COFFEE BREAK
9:00 - 9:10	Úvodní slovo <i>Ladislav Náměstek, PRAGOLAB s.r.o.</i>
9:10 - 9:30	ASMS 2019: The New Pace of Innovation <i>Luka Milivojević, Thermo Fisher Scientific</i>
9:30 - 9:50	PaperSpray a ZipChip: iontové zdroje s implementovanou separační technikou <i>Lukáš Plaček, PRAGOLAB s.r.o.</i>
9:50 - 10:10	Advancing Proteomics with New Profiling and Targeted Quantitative Workflows <i>Lars Kristensen, Thermo Fisher Scientific</i>
10:10 - 10:30	Klíčové aplikace využívající spojení IC, LC, GC s trojitým kvadrupólem <i>Magdalena Voldřichová, PRAGOLAB s.r.o.</i>
10:30 - 11:00	COFFEE BREAK
11:00 - 11:20	Practical considerations for Peptide Mapping and Charged Variant analysis with HPLC and LCMS <i>Ken Cook, Thermo Fisher Scientific</i>
11:20 - 11:40	Chromeleon pro hmotnostní spektrometrii <i>Jan Buček, PRAGOLAB s.r.o.</i>
11:40 - 12:00	Vanquish UHPLC v zajímavých aplikacích <i>Jaroslav Novák, PRAGOLAB s.r.o.</i>
12:00 - 12:20	Food safety measurements by ICP/ICPMS, separating the good and bad aspects in one element by Speciation <i>Burkhard Stehl, Thermo Fisher Scientific</i>
12:20 - 12:40	Food and Beverage Fraud Prevention Using Isotope Fingerprints <i>Mario Tuthorn, Thermo Fisher Scientific</i>
12:40 - 13:00	
12:40 - 13:20	UKÁZKA VYBRANÝCH LABORATORNÍCH PŘÍSTROJŮ - Integrion, iCAP TQ, iCE 3500 AAS, Genesis 50, reometr, Leica S9i, Leica DM750, Leica PAULA, Leica DM6

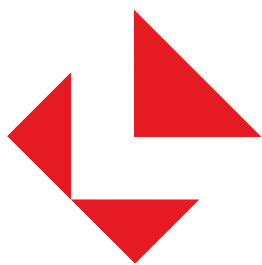
13:20 **OBĚD** (zabezpečený organizátorem)

Příprava a analýza materiálů

COFFEE BREAK
Úvodní slovo <i>Ladislav Náměstek ml., PRAGOLAB s.r.o.</i>
Characterization of Nanoplastics in the environment from the lab to the field: possibilities and challenges <i>Hind el Hadri, CORDOUAN Technologies</i>
Analýza mikroplastů <i>Jan Pasztor, Nicolet CZ s.r.o.</i>
Sonifikátory fy, Hielscher v laboratořích i v průmyslu <i>Jiří Dalecký, PRAGOLAB s.r.o.</i>
Powder Rheology as a tool for Process and Application Development <i>Daniel Loeser, Freem Technology</i>
COFFEE BREAK
Detekce velikosti a původu částic pro průmyslové aplikace (Leica Microsystems) <i>Viktor Škorík, PRAGOLAB s.r.o.</i>
Příprava vzorků pro analýzu v metalografii (Presi) <i>Martin Kopecký, PRAGOLAB s.r.o.</i>
Optické i chemické metody materiálové analýzy (Leica Microsystems) <i>Viktor Škorík, PRAGOLAB s.r.o.</i>
Rentgenová fluorescence – nová komplexní nabídka systémů Thermo firmy Pragolab <i>Vojtěch Erban, PRAGOLAB s.r.o.</i>
Analýza povrchů rentgenovou fotoelektronovou spektroskopií - XPS <i>Pavel Janderka, Pragolab s.r.o.</i>
Explorer 4 Analyzer - Automated industrialized SEM/EDX for Cleanliness Testing, Metal Quality Assurance and Additive Powder Characterization <i>Rastislav Ošťádal, Thermo Fisher Scientific</i>

OBĚD (zabezpečený organizátorem)

Registrace na bezplatnou konferenci: www.pragolab.cz nebo e-mail: fiedler@pragolab.cz



LABOREXPO[®]

25.-26. 9. 2019

KONGRESOVÉ CENTRUM PRAHA

**VÍTEJTE VE
SVĚTĚ LABORATORNÍ
TECHNIKY**

 **ŽIVÁ
SHOW**

**PŘÍSTROJE
A VYBAVENÍ**



**TESTOVÁNÍ
VZORKŮ**



**MOBILNÍ
LABORATOŘE**

**RELAX
ZÓNA**



**VOLNÁ VSTUPENKA
+ SLOSOVÁNÍ
O MOBILNÍ TELEFON
A DALŠÍ CENY!**



**WORKSHOPY
A SEMINÁŘE**

**SOUTĚŽE
A ZÁBAVA**



ORGANIZÁTOR:

CHEMAGAZÍN

MÍSTO KONÁNÍ:

 **PRAGUE**
CONGRESS CENTRE

WWW.LABOREXPO.CZ

Číslo 3, ročník XXIX (2019)

Vol. XXVIII (2019), 3

ISSN 1210 – 2409

Registrováno MK ČR E 11499

© CHEMAGAZÍN s.r.o., 2019

Dvuměsíčník přinášející informace o chemických výrobních zařízeních a technologiích, výsledcích výzkumu a vývoje, laboratorních přístrojích a vybavení laboratoří.

Zasílaný ZDARMA v ČR a SR.

Zařazený do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR, Chemical Abstract a dalších rešeršních databází.

Vydavatel:

CHEMAGAZÍN s.r.o.

Gorkého 2573, 530 02 Pardubice

Tel.: + 420 603 211 803

info@chemagazin.cz

www.chemagazin.cz

Šéfredaktor:

Dr. Ing. Petr Antoš Ph.D.

T: + 420 725 500 826

petr.antos@chemagazin.cz

Redakce, výroba, inzerce:

Tomáš Rotrekl

T: + 420 603 211 803

tom@chemagazin.cz

Odborná redakční rada:

Cakl J., Čmelík J., Kalendová A.,

Kuráň P., Lederer J., Rotrekl M.,

Rovnaníková P., Šimánek V.

Tisk:

Triangl, a.s., Praha

Dáno do tisku 28.5.2019

Náklad: 3 800 výtisků

Distributor časopisu pro SR:

INTERTEC s.r.o.,

ČSA 6, 974 01 Banská Bystrica, SK

www.laboratornepristroje.sk

Uzávěrky dalších vydání:

4/2019 – Pevné látky

(uzávěrka: 17.7.2019)

5/2019 – Biotechnologie a farmacie

(uzávěrka: 10.9.2019)

**CHEMAGAZÍN – organizátor
veletrhu LABOREXPO a Konference
pigmenty a pojiva, mediální partner
Svazu chemického průmyslu ČR**

Vývoj membránové separace plynů od membrán po aplikaci 8

BOBÁK M., VÁLEK R., BROŽ P.

Příspěvek představuje proces membránové separace plynů z pohledu výzkumu a vývoje membránových dutých vláken, membránových modulů a jejich využití v konkrétních aplikacích.

Měření velikosti a objemu pórů organokovových sítí 12

Využití analyzátoru Anton Paar Autosorb iQ-MP pro automatické měření adsorpční izoterm při teplotě –185 °C pomocí kapalného argonu nebo jiných kryostatických zařízení.

Adsorpce VOC na vrstvě křemenných mikrovláken 14

JOHN L., PRAŽÁKOVÁ N.

Vývoj poloprovodního zařízení pro snižování emisí těkavých organických látek.

Klasifikace vs. monitoring: V čem je rozdíl? 16

SOLMAZ H.

Rozdíl mezi klasifikací a monitoringem nejlépe vidíme na délce vzorkování, navzorkovaných objemech, počtu vzorkovacích míst a množství naměřených dat z jednotlivých vzorkovacích míst.

Dubajská policie využívá k identifikaci výbušnin plynovou chromatografii s analyzátozem tepelné energie 19

JAMES A.

Článek se zaměřuje na to, jak dubajská policie používá plynovou chromatografii k přesné detekci výbušnin na místech činu.

SHINE a ÚOCHB uzavřeli licenční smlouvu na přípravu izotopu Lu-177 22

Díky objevu vědců z Fyzikálního ústavu AV ČR bude vývoj nových léků rychlejší a levnější 23

Biopalivo druhé generace – vědci z UniCRE prezentovali biopalivo z dřevní štěpky 24

Roland A. Fischer: „Podpora mladých, diverzity a internacionalizace fungují v jakémkoliv systému“ 25

Josef Liška: Chemie pro budoucnost: Abychom byli schopni ji rozvíjet i nadále 26

Stav chemického průmyslu ČR v roce 2018 28

SOUČEK I., ŠPAČEK M., DRÁŽDIL M.

Článek shrnuje vývoj chemického průmyslu v EU a v České republice v roce 2018. Analyzují se klíčové ukazatele výkonnosti a produktivity a předkládá se jejich srovnání jak pro jednotlivá odvětví Nace (Nace 20, 21, 22), tak i pro chemický průmysl EU (Nace 20) a zpracovatelský průmysl ČR, který tvoří srovnávací základnu. V článku je zvláště komentován vývoj přidané hodnoty a produktivity práce v chemickém průmyslu ČR a jsou vymezeny základní parametry výkonnosti chemického průmyslu ČR v letech 2017 a 2018.

INZERTNÍ SEZNAM

LINDE – Speciální plyny	1	CHROMSPEC – Suché vývěvy	18
ANTON PAAR – Přístroje pro charakterizaci částic	2	TBA – Plastové obaly	21
PRAGOLAB – Discovery day 2019	3	INTERTEC – Elektrická vícemístná tavička ..	27
CHEMAGAZÍN – LABOREXPO 2019	4	CHEMAGAZÍN – Konference pigmenty a pojiva 2019	34
MERCI – Bezpečnostní skříně na tlakové lahve	11	VELETRHY BRNO – MSV 2019	35
UNI-EXPORT INST. – Přenosné čítače částic	18	MERCK – Zařízení pro monitorování prostředí v izolátorech	36

NOVELA ZÁKONA O POSKYTOVÁNÍ PODPORY NA VÝZKUM, VÝVOJ A INOVACE

Vláda ČR schválila usnesením č. 309 dne 6. května 2019 novelu zákona č. 130/2002 Sb. Zákon č. 130/2002 Sb. je základním právním předpisem pro poskytování podpory na výzkum, vývoj a inovace. Byl několikrát novelizován, s tím, že poslední velká novela byla přijata pod č. 194/2016 Sb. V roce 2013 a 2017 došlo ke dvěma pokusům o novelu většího rozsahu, vzhledem k volbám však byla práce na těchto novelách ukončena. Přesto však Rada pro výzkum konstatovala, že je nezbytné řešit některé systémové věci, a tak na svém 336. zasedání dne 25. května 2018 schválila témata novelizace zákona č. 130/2002 Sb. Dosud byl zákon č. 130/2002 Sb. již devatenáctkrát novelizován. Předmětem návrhu novely zákona jsou oblasti výzkumu, vývoje a inovací, které se týkají:

1. hodnocení výzkumných organizací, výzkumných infrastruktur a jejich výsledků, hodnocení programů a projektů výzkumu, vývoje a inovací,
2. změny Informačního systému výzkumu, vývoje a inovací spočívající v zavedení evidence výsledků velkých výzkumných infrastruktur a evidenci projektů mezinárodní spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích, financovaných ze zahraničních zdrojů,
3. změny způsobu zúčtování se státním rozpočtem v souvislosti s vyhláškou č. 367/2015 Sb.,
4. zavedení nového pojmu „projekty sdílených činností“.

Ve stávajícím znění zákona je hodnocení založeno pouze na hodnocení výsledků výzkumných organizací a výše institucionální podpory pro výzkumnou organizaci je stanovena pevně jako podíl jí dosažených výsledků na výsledcích všech výzkumných organizací. V praxi má rozhodující vliv počet výsledků,

nikoliv jejich kvalita. Zjevnou výhodou tedy mají výzkumné organizace, které jsou schopné produkovat stále vyšší a vyšší počet výsledků. Z výzkumné činnosti se postupně stala honba za RIV body a ztrácel se vlastní smysl výzkumné a vývojové činnosti – vytvářet nové znalosti, posouvat hranice vědních oborů nebo vytvářet aplikovatelné výsledky. Jeden vědecký hodnotný výsledek měl tedy často nižší finanční efekt než několik méně kvalitních výsledků, které ale v součtu přinesly více RIV bodů. Odhlédne-li se od nepříznivého dopadu na kvalitu výsledků, může tato úprava fungovat pouze při nepřetržitém zvyšování institucionální podpory. To bylo empiricky doloženo v letech 2011 až 2014, kdy se celkový objem institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumných organizací neměnil a při přípravě návrhu výdajů státního rozpočtu na výzkum, vývoj a inovace, nutné využívat stabilizační opatření pro zachování proporcí mezi jednotlivými skupinami výzkumných organizací.

Rovněž byla do zákona promítnuta koncepce podpory velkých výzkumných infrastruktur, která nyní neodpovídá aktuálním potřebám sledování jejich výkonnosti. Tu stávající znění zákona neumožňuje vůbec, neboť v Informačním systému výzkumu, vývoje a inovací není možné shromažďovat příslušnou informaci. Podobně nedostatečně je upraveno sledování účasti v mezinárodních projektech financovaných z veřejných prostředků. Údaje lze získat jen obtížně a se značným zpožděním. Informační systém výzkumu, vývoje a inovací tyto informace rovněž nesleduje.

Zákon vzhledem k době své účinnosti obsahuje i další nedostatky, které ale nelze řešit bez důkladného přepracování celého právního

předpisu. Jde např. o pojmy týkající se inovací, které byly do zákona zavedeny zákonem č. 110/2009 Sb., ale zákon sám žádnou právní úpravu postupu a podmínek pro poskytování podpory inovacím nadále neobsahuje. To je jedna z hlavních legislativních překážek pro podporu inovačních procesů a transferu výsledků. Prioritou ČR a EU je využívání vědeckých a výzkumných aktivit k systematickému zvyšování konkurenceschopnosti prostřednictvím tvorby inovací a budováním předpokladů ke zvyšování soukromých výdajů na výzkum, vývoj a inovace. Přitom evropské předpisy, na které se tato velká novela odvolávala, již o inovacích pojednávaly. Mimo to zastarala úprava přístupových práv k výsledkům výzkumu, vývoje (a inovací) takovou měrou, že je jednou z významných překážek spolupráce veřejného výzkumného sektoru s podnikatelskou sférou.

Potřeba zavést nový pojem „projekt sdílených činností“ vyplynula z výhod zajišťování některých činností společně, z jednoho místa, pro celou sféru výzkumu, vývoje a inovací, tj. pro výzkumné organizace, státní ústřední správní úřady a agentury, zabývající se podporou výzkumu, vývoje a inovací i pro další. Konečný návrh novely zákona schválila Rada pro výzkum, vývoj a inovace na svém 343. zasedání dne 22. února 2019, vláda ČR 6. května a nyní je na řadě projednání v dolní komoře parlamentu.

Bylo čepráno z Důvodové zprávy k novele zákona 130/2002 Sb, podrobnější informace jsou uvedeny na stránkách vlády ČR.

Petr ANTOŠ, šéfredaktor,
petr.antos@chemagazin.cz

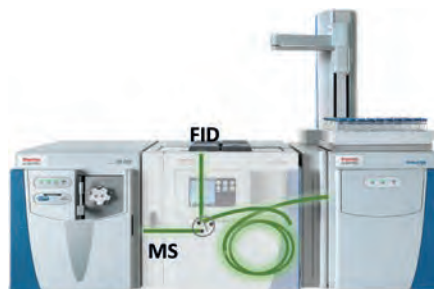
TECHNICKÉ NOVINKY

NOVINKA – TRIPLUS 500, AUTOSAMPLER PRO HEADSPACE NÁSTŘÍK

Výrobce špičkových vědeckých i rutinních instrumentů **Thermo Fisher Scientific** přichází s novým, efektivně a moderně koncipovaným autosamplerem na HS nástřík. Odebraný podíl parní fáze ze vzorku je u Triplus 500 dávkovače veden přes vyhřívanou smyčku a – díky promyšlenému spojení s plynovými chromatografy řady TRACE 1300 – minimální transfer line.

Autosampler s unikátním vylepšením přináší neuvěřitelně nízký carryover (u 2-butanolu činí 0,0003 %). TriPlus 500, v základu pro 12 vialek rozšiřitelný až na kapacitu 240 vialek, tak přináší řadu zajímavých aplikací, především v oblasti duální detekce, např. HS-GC-MS/FID nebo HS-GC-FID/FID. Díky vynikající citlivosti a vyšší

Obr. – Triplus 500 + TRACE1310



teplotě nachází tento modul uplatnění jak na vědeckých pracovištích, při analýze vzorků biologických i průmyslových materiálů, tak též ve farmaceutickém průmyslu s ohledem na žádanou softwarovou platformu Chromeleon s integrovaným „compliance tool“. Pro více informací kontaktujte obchodní zástupce firmy **Pragolab s.r.o.**

» www.pragolab.cz

VÁHY S MAGNETICKOU SPOJKOU RUBOLAB

Přesné určování hmotnosti lehkých vzorků v řadě oblastí výzkumu velmi důležité. Aby toho bylo možné dosáhnout, jsou součástí zařízení analytické váhy s vysokým rozlišením. Ovšem řada technicky významných procesů probíhá za náročných podmínek, jakými jsou vysoký tlak, extrémní teploty a agresivní nebo toxická atmosféra. Komerčně dostupné analytické váhy nemohou být za takovýchto podmínek používány. Proto byla vyvinuta technologie vah s magnetickou spojkou. Technologie vah s magnetickou spojkou RuboSORP firmy **Rubolab GmbH** nabízí unikátní možnost vysoce přesné analýzy dokonce i za metrologicky nejnáročnějších podmínek.

Váhy s magnetickou spojkou umožňují vysoce přesné měření hmotnosti za náročných podmí-

nek díky tomu, že průmyslové mikrováhy jsou umístěny mimo měřicí komoru. Díky bezkontaktní magnetické spojení lze určovat hmotnostní změny uvnitř vysokotlaké komory. Během měření je vzorek, jehož hmotnost je měřena, je připevněn k permanentnímu magnetu. Aktuální pozice je detekována a upravována výkonným PID regulátorem. Aby byla zajištěna volně levitující pozice permanentního magnetu a měřeného objektu, je na elektromagnet vně měřicí komory aplikováno napětí. Díky tomu lze měřit hmotnost vzorku za extrémních podmínek. Měřený objekt je také možné odpojit a provést tárování vah nebo kalibraci měřeného signálu. V takovémto případě zůstává v levitační pozici pouze permanentní magnet (nulová pozice). V okamžiku, kdy má být odečtena další hodnota hmotnosti, je měřený objekt zvednut a mikrováhy změří hmotnost. Měřeným objektem může být kelímek obsahující vzorek, mohou být takto měřeny například adsorpční izotermy nebo produkty katalytické reakce. Měřeným objektem může být také závaží s kalibrovaným objemem pro přesné měření hustoty okolní tekutiny. Technologie vah s magnetickou spojkou RuboSORP umožňuje současné měření hmotnosti dvou objektů.

Obr.: Váhy s magnetickou spojkou RuboSORP



Díky unikátní technologii lze měřit při tlacích až do 700 bar a teplotách do 400 °C. Měřicí komora a všechny součásti, které přicházejí do kontaktu s tekutinou, jsou odolné vůči agresivním a toxickým atmosférám. Díky tomu lze používat široký výběr různých tekutin, např. inertní plyny, agresivní nebo toxické plyny, superkritické tekutiny, hořlavé nebo výbušné plyny, směsi plynů nebo páry.

» www.rubolab.de

VÝVĚVA S VARIÁTOREM OTÁČEK A REVOLUČNÍMI INOVACEMI

Společnost **Atlas Copco** oznámila nový průlom ve světě vakuové technologie uvedením řady inteligentních vodokružných vývěv LRP 700-1000 VSD+. Ideálně se hodí pro mokré, vlhké a špinavé provozy. LRP VSD+ je nejmodernějším vakuovým řešením s bezkonkurenčními inovacemi a integračními schopnostmi. Je obrovským odklonem od klasických kapalínokružných čerpadel, které jsou dnes dostupné na trhu. Systém

je kompaktní, výkonný a energeticky úsporný a uzavřený v protihlukovém krytu.

Ergonomický design LRP 700-1000 VSD+ spolu s operátorským panelem zajišťuje optimální ovládání a jednoduchost obsluhy vakuového čerpadla. Kromě toho jsou přívodní, výstupní a síťové přípojky pro přímé napojení umístěny na horní straně vývěvy. LRP VSD+ přináší zákazníkům nejen úsporu energie a vody, ale také úsporu místa. Kompaktní design a malé rozměry umožňují uživateli šetřit místo, aniž by museli obětovat jakýkoliv výkon vakuu. Totéž platí pro funkčnost, toto čerpadlo obsahuje velké množství komponent s optimalizovaným výkonem, které by se normálně dodávaly jako příslušenství a které často zabírají další místo pro potrubí a instalaci. S LRP 700-1000 VSD+ byly tyto komponenty integrovány do čerpadla, aby se maximalizovala efektivita, výkon a úspora místa.

Obr.: Vakuové čerpadlo LRP 700-1000 VSD+



Zvukotěsný kryt výrazně snižuje hluk v bezprostředním pracovním prostředí. S provozním hlukem v rozsahu 65 dB(A) je LRP VSD+ extrémně tichá kapalínokružná vývěva. Spolu s redukcí hluku zajišťuje robustní kabina ochranu čerpadla a vnitřní elektroniky před prachem a vodou. Tato funkce kvalifikuje řadu LRP 700-1000 VSD+ pro nejnáročnější průmyslové aplikace – prodlužuje životnost elektronických součástí a také servisní intervaly.

Pokud jde o konstrukční řešení, tak vývěva LRP VSD+ je skutečným průlomem v technologii kapalínokružných vývěv, tak jak je známe dnes. Žádná jiná kapalínokružná vývěva nenabízí tuto úroveň efektivity a hospodárnosti při zachování vysokého stupně kvality standardního rozsahu dodávky. Atlas Copco využívá více než 150 let technického know-how a aplikoval inovativní přístup k vytvoření něčeho opravdu jedinečného. Spojením klasických a robustních výhod LRP s variátorem otáček představuje Atlas Copco něco, co trh ještě neviděl.

Zvláště jedinečná je technologie Variable Speed Drive (VSD) integrovaná do LRP VSD+. Dvojitý systém variátorů pracuje uvnitř čerpadla, což zajišťuje optimální výkon podtlaku po celou dobu provozu. Primární variátor přesně udržuje požadované úrovně podtlaku tím, že řídí provozní rychlost čerpadla a přizpůsobuje výkon čerpadla. Druhý variátor reguluje oběhové čerpadlo vody v závislosti na provozních podmínkách. Optimalizuje průtok vody uvnitř čerpadla a zajišťuje maximální výkon a stabilitu při všech úrovních podtlaku a provozních rychlostech.

Vývěva je vybavena řadou inovativních prvků vyvinutých společností Atlas Copco a chráněných patenty. Tyto prvky zajišťují ochranu vývěvy před kavitací a nenadálými výpadky. Inteligentní monitorování a dálkové ovládání jsou další klíčové funkce, které odlišují řadu vývěv LRP VSD+ od běžných vodokružných vývěv.

Model LRP VSD+ je standardně vybaven uceleným systémem řízení MKV Elektronikon® společ-

ností Atlas Copco. Klíčové informace, jako stav čerpadla, provozní podmínky, výstražné alarmy a informace o údržbě, jsou snadno dostupné. Vícestupňová čerpadla mohou být současně monitorována, řízena a optimalizována, což umožňuje zákazníkům provozovat vývěvu za optimálních podmínek. Ve spojení se systémem SMARTLINK společnosti Atlas Copco se nabízí monitoring, řízení a konektivita LRP VSD+.

Řada vodokružných vývěv Atlas Copco LRP VSD+ je určena pro aplikace ve vlhkém a znečištěném prostředí, jako jsou např. filtrace, zpracování potravin, doprava, sušení, odplynění plastů a vulkanizace kaučuku.

» www.atlascopco.com

INOVATIVNÍ SUCHÁ VÝVĚVA

V dnešní době jsou pro kvalitní produkci spolehlivé a čisté výrobní procesy, kromě kvalitních výsledků, důležitější než kdy jindy. Vakuové technologie významně přispívají k naplnění těchto požadavků. Průkopník vakuové techniky, firma **Leybold**, navrhl pro průmyslové vakuové procesy novou řadu vakuových čerpadel VARODRY.

Šroubová vývěva VARODRY bez obsahu oleje přesvědčí prvotřídním výkonem. Zaručuje požadovaný provozní tlak, krátkou dobu cyklu a v konečném důsledku vysokou dostupnost a robustnost systému – zejména ve vlhkých nebo prašných provozech. VARODRY se také snadno instaluje a připojuje. Díky kompaktní konstrukci a dostupnosti redukcí lze vývěvu snadno integrovat do nových nebo stávajících systémů.

Obr.: Vakuové čerpadlo VARODRY



Vývěva je vybavena kompletním vzduchovým chlazením a díky tomu je vodní chlazení naprosto zbytečné. Vývojáři v Leyboldu byli vedeni myšlenkou používat co nejméně strojních částí a komponentů. VARODRY přesvědčuje své uživatele nízkými požadavky na údržbu, větráním bez emisí a minimálním provozním hlukem v průměrném denním provozu. Toto čerpadlo je navíc naprosto suché a čisté, čímž se zabrání emisím oleje a částic nebo unikům oleje, jakož i migraci oleje ve vakuové komoře nebo znečištění produktů a nebo vakuových rozvodů.

Systém VARODRY společnosti Leybold je navržen pro nejvyšší a spolehlivý výkon při nízkých investičních a provozních nákladech. Díky mnoha výhodám je nová řada čerpadel, která je nabízena ve dvou třídách čerpací rychlosti VD 65 a VD 100, ideální volbou pro průmyslové požadavky na vakuum. Manipulace s vývěvou je pro uživatele snadná, protože nevyžaduje chladicí vodu ani stlačený vzduch a vyznačuje se robustní manipulací s běžnými procesními médii. V důsledku toho VARODRY zajišťuje nepřerušovaný provoz bez výpadků systému. Díky mnoha výhodám je tato vývěva ideální volbou pro všechny průmyslové vakuové aplikace.

» www.varodry.com

VÝVOJ MEMBRÁNOVÉ SEPARACE PLYNŮ OD MEMBRÁN PO APLIKACI

BOBÁK M., VÁLEK R., BROŽ P.

MemBrain s.r.o., Stráž pod Ralskem, marek.bobak@membrain.cz

Príspevek predstavuje proces membránovej separácie plynů z pohľadu výzkumu a vývoje membránových dutých vláken, membránových modulů a jejich využití v konkrétních aplikacích. Podrobněji jsou popsány dosažené vlastnosti připravených membrán pro vybrané separace, které ukazují, že je možné dosáhnout velmi dobrých výsledků uplatnitelných v reálných provezech.

Úvod

Dělení plynů pomocí membrán má své pevné místo mezi separačními procesy upravujícími plyny při jejich výrobě a rafinaci. Dokonce se dá říci, že jejich role stabilně roste s tím, jak membránové dělení plynů proniká do nových aplikací, kde nahrazuje konvenční separační techniky, jako je např. absorpce či adsorpce. Názorným příkladem je situace v úpravě bioplynu na biomethan, kdy do nedávna byly využívány procesy, jako je vodní vypírka, aminová vypírka, či adsorpce se změnou tlaku (tzv. PSA). Nicméně před zhruba šesti lety uvedla na trh společnost Evonik svou řadu membránových modulů s příslušnou technologickou podporou a situaci zásadně změnila. Samozřejmě je zde celá řada dalších tradičních aplikací, kde je membránová separace stabilně využívána.

Typickou aplikací je separace vodíku, což bylo dokonce první nasazení membrán v praxi. Po syntéze amoniaku je vodík oddělován z plyné směsi obsahující dusík. Dále jsou membrány využívány k oddělení vodíku od uhlovodíků především v rafinérských provezech, kde se takto vodík získává z rafinérských odplynů, z odplynů adsorpčních jednotek PSA a z dalších plyných proudů. Využití mají technologie separující a čistící vodík téměř ve všech možných scénářích využití odpadní biomasy pro produkci biopaliv a biosurovin pro chemický průmysl. Důležitou roli hraje vodík v rozvíjejících se tzv. GTL procesech (gas to liquid). Surovinou je obvykle buď metan ze zemního plynu (bioplynu) nebo syntézní plyn ($H_2 + CO + CO_2$) vyrobený zplyněním biomasy (lignocelulóza). Dalším krokem GTL schématu je Fischer-Tropschova syntéza, kdy jsou výstupem vyšší uhlovodíky. Dále je vodík zásadní pro zpracování CO_2 jako nechtěného vedlejšího produktu chemických reakcí včetně energetických zdrojů. Za pomoci vodíku je možné z CO_2 vyrobit metanol, metan, CO a tedy syntézní plyn.

Nejvíce využívanou aplikací membránové separace plynů je dělení vzduchu, resp. výroba dusíku. Pomocí membrán lze vyrobit dusík o koncentraci až 99 obj. %. Druhým produktem je proud obohacený o kyslík na koncentraci okolo 35 obj. %. Další aplikací membrán je separace CO_2 , která se využívá především při úpravě zemního plynu. V této aplikaci je konkurenčním procesem především aminová vypírka, která se volí nejčastěji pro největší kapacity. Dále se membránové dělení používá pro odstranění vodních par a vyšších uhlovodíků ze zemního plynu nebo pro regeneraci monomerů z odplynů po výrobě polyolefinů. Přehled dalších aplikací s popisem lze nalézt např. v [1, 2]

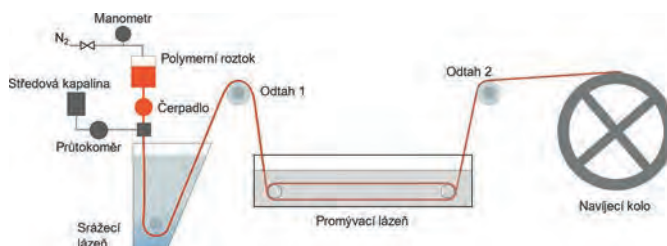
Naším cílem je vyvinout membránu ve formě dutého vlákna a příslušné membránové moduly pro upgrading bioplynu, pro separaci vodíku a později pro separaci CO_2 ze spalin. V případě upgradingu bioplynu jsme již navrhli a ověřili membránovou technologii založenou na membránách od současných komerčních dodavatelů. Je tedy logickým krokem do technologických jednotek implementovat vlastní membránové moduly a mít pod kontrolou prvek, který určuje technické a ekonomické parametry procesu. V případě vodíku jsme již také učinili pokrok ve vývoji technologie ve formě návrhu pilotní jednotky pro pro dělení H_2 z rafinérského zbytkového plynu opět s využitím komerčně dostupných membrán. Ve vodíku vidíme do budoucna velký potenciál, protože bude hrát velmi důležitou roli, ať už se energetický, petrochemický a rafinérský sektor bude vyvíjet jakýmkoli směrem.

Popis přípravy dutého vlákna pomocí inverze fází

Formování výrobku z roztoku polymeru metodou inverze fází nepatří mezi běžné způsoby zpracování polymerů, jako jsou vstřikování, extruze, vyfukování, lisování a další, pro výrobu polymerních asymetrických membrán je však metodou klíčovou. Asymetrická membrána má zpravidla na vnějším povrchu tenkou kompaktní separační vrstvu, která je celistvě spojena se silnou porézní strukturou stěny vlákna. Lze vyrábět ploché asymetrické membrány, ale naším cílem je tvorba asymetrické membrány ve formě dutého vlákna, které je charakteristické vnějším průměrem menším než 500 μm se stěnou o síle přibližně 150 μm .

Pro rozpouštění polymeru se používají aprotická rozpouštědla, v prvním přiblížení jsou to ta, která jsou neomezeně mísitelná jak s polárními tak nepolárními kapalinami. Polymery vhodné pro separaci plynů patří do široké skupiny speciálních polymerů s vysokou teplotou skelného přechodu, jako jsou: polyimidy, poetherimidy, polysulfony a další. Schéma aparatury pro přípravu dutých vláken je na obr. 1. Při kontaktu roztoku polymeru v aprotickém rozpouštědle se srážedlem dochází, vlivem zejména rozdílu koncentrací, k přechodu rozpouštědla do polárního srážedla (voda) a zároveň k pronikání polárního srážedla do roztoku polymeru, čímž dojde k vysrážení polymeru z roztoku. Pokud roztok polymeru vytéká do srážedla z kruhového otvoru vhodného rozměru, vysráží se polymer ve formě vlákna. Aby vzniklo duté vlákno, je nutné, aby ke srážení polymeru docházelo i ve středu vlákna. To je realizováno zvláknovací tryskou složenou z dvou koaxiálních trubiček, vnitřní trubičkou protéká středová srážecí kapalina a mezikružíkem protéká roztok polymeru, který je veden do srážecí nádrže, kde je formován vnější povrch vlákna se separační vrstvou. Vlákno je odtahováno ze srážecí lázně a vstupuje do promývací lázně, kde je v několika smyčkách obtočeno kolem válcovitých kladek, zde je z vlákna dále odstraňováno rozpouštědlo. Celková dráha vlákna v promývací lázni může být až 60 metrů, z této lázně je vlákno odtahováno druhým odtahem a je navijeno na kolo.

Obr. 1: Schéma procesu zvláknování [3]



Již při přípravě polymerního roztoku se ke směsi přidává určité množství srážedla, zpravidla etanol. Tím dojde ke zmenšení polymerních klubek v roztoku, a to se při styku se srážedlem projeví rychlejší vysrážením pevného polymeru [4].

Pokud je tok rozpouštědla z roztoku polymeru při kontaktu se srážedlem intenzivní, dochází k tvorbě kompaktní vrstvy polymeru, to se děje při srážení polymeru z koncentrovaných roztoků s čistým koagulantem. V případě, že je tok rozpouštědla z polymeru málo intenzivní, to znamená, že je intenzivní tok srážedla do roztoku polymeru, vysráží se polymer ve formě porézní struktury. Tento případ nastává, když je výchozí roztok polymeru málo koncentrovaný (výroba porézních membrán pro ultrafiltraci nebo dialýzu), nebo pokud je polymer srá-

žen směsí rozpouštědla s koagulantem, tak jak se děje při formování vnitřního povrchu dutého vlákna.

Vlastnosti připravených membrán

Pro přípravu membrány pro separaci plynů byly použity dva různé polymerní materiály: polyetherimid – Ultem 1000 a směs polyetherimidu s polyimidem Matrimid 5218. Další faktory, které byly měněny v tomto experimentu, byly teplota srážecí lázně, tok středové kapaliny, odtahová rychlost a velikost vzduchové mezery. Ostatní parametry, jako jsou koncentrace polymerního roztoku, složení středové kapaliny nebo tok polymeru, byly konstantní. Plán experimentů je shrnut v tab. 1. Bylo tedy měněno 5 faktorů ve dvou úrovních a plný plán by tedy měl $2^5 = 32$ experimentů. My jsme zvolili poloviční plán. Bylo tedy vyrobeno 16 membrán, což je dostatečný počet k vyšetření váhy jednotlivých faktorů a jejich interakce na vlastnosti membrán.

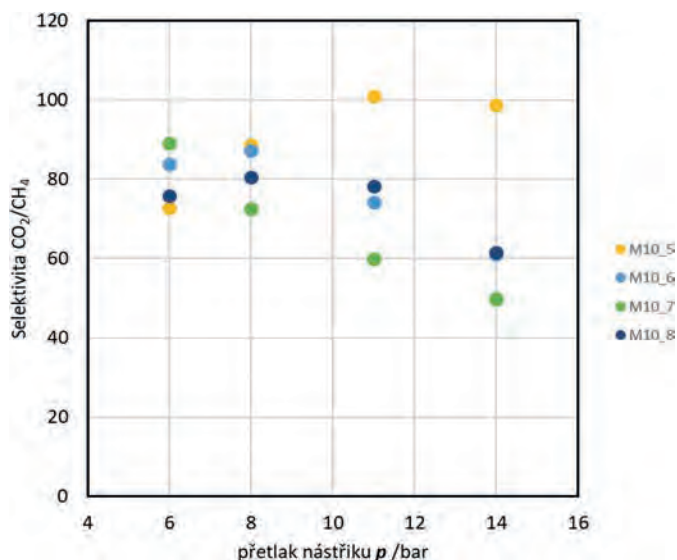
Membrány byly testovány na směs oxidu uhličitého a metanu v poměru 1:1, čímž je zhruba simulováno složení bioplynu. Membrány byly testovány při přetlaku na vstupu 6 až 14 bar, složení vstupního plynu a permeátu bylo analyzováno hmotnostním spektrometrem Prima BT. Výsledky testů jsou také uvedeny v tab. 1. Je zde uvedena permeance oxidu uhličitého přes membránu a selektivita membrány, což je poměr permeancí oxidu uhličitého a metanu. Výsledky ukazují, že methan prochází přes membránu 32,1 až 88,7krát pomaleji než oxid uhličitý. Lze konstatovat, že všechny námi vyrobené membrány jsou vhodné pro potenciální aplikaci separace bioplynu. Nejvýhodnější je membrána M10_6, která kombinuje vysokou selektivitu při poměrně vysoké permeanci oxidu uhličitého.

Na obr. 2 je uvedena závislost selektivity na přetlaku vstupního plynu pro membrány M10_5 až M10_8. Závislost není zcela jednoznačná pro vybrané membrány. Pro některé vzorky selektivita mírně roste s použitým přetlakem a pro jiné membrány mírně klesá. Změna selektivity membrány s tlakem může souviset s vnitřní strukturou membrány, způsobem testování i použitým polymerním materiálem. Je známo, že membrány na bázi některých polyimidů jsou citlivé na plastifikaci oxidem uhličitým a jejich selektivita výrazně klesá s rostoucím parciálním tlakem oxidu uhličitého.

Vývoj membránového modulu s dutými vlákny

Vývoj prototypu membránového modulu navazuje na vyvinutá vlákna a je zaměřen na následující kroky: (i) výběr vhodné zalévací hmoty; (ii) výběr a optimalizace metody zalití vláken do pouzdra, (iii) konstrukční návrh komponent membránového modulu vhodný pro výrobní proces zalití, kompletace a test kvality, (iv) optimalizace svazku dutých vláken s ohledem na maximální přestup hmoty. V průběhu řešení byla navržena

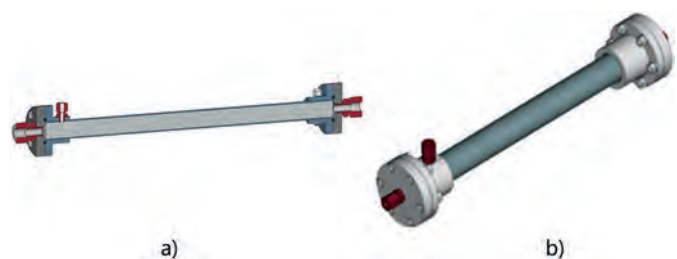
Obr. 2: Závislost selektivity na přetlaku vstupního plynu pro membrány M10_5 až M10_8



velikostní řada membránových modulů od laboratorních modulů označených jako P1, přes pilotní P2 a P3, až po moduly průmyslové velikosti.

Základní velikostí je modul P1, který má počet vláken od 300 do 800, délku 30 cm a membránovou plochu od 0,12 do 0,25 m². Schéma modulu P1 je na obr. 3a.

Obr. 3: a) Schéma pilotního modulu P1, b) Náčrtes modulu P2



Pilotní modul P1 má jednoduchou konstrukci a je relativně snadný na výrobu a kompletaci. Zalití vláken do konců PVC trubky proběhlo externě na VUT Brno, kde jsou vybaveni zařízením na odstředivé lití modulů a byl zde proveden také ořez pro otevření konců vláken. Bylo vyrobeno několik modulů s vlákny vyrobenými v MemBrain. Kompletace modulu, nalepení přírub, jejich zavaření, osazení víčky

Tab. 1: Přehled připravených membrán a jejich vlastností

Membrána	Materiál	Teplota srážecí lázně t [°C]	Tok středové kapaliny B [g.min ⁻¹]	Odtahová rychlost v [m.min ⁻¹]	Vzduchová mezera A [cm]	Permeance CO ₂ P [l.hod ⁻¹ .bar ⁻¹ .m ⁻²]	Selektivita α CO ₂ /CH ₄
A10_1	PEI	5	0,625	12	2,5	11,1	43,6
A10_2	PEI	5	0,625	15	6	12,4	39,6
A10_3	PEI	5	0,45	12	6	9,9	32,1
A10_4	PEI	5	0,45	15	2,5	8,4	51,2
A10_5	PEI	30	0,625	12	6	27,2	64,5
A10_6	PEI	30	0,625	15	2,5	37,3	42,3
A10_7	PEI	30	0,45	12	2,5	33,8	42,8
A10_8	PEI	30	0,45	15	6	27,0	44,8
M10_1	PEI+PI	5	0,625	12	6	9,0	42,2
M10_2	PEI+PI	5	0,625	15	2,5	18,5	58,0
M10_3	PEI+PI	5	0,45	12	2,5	17,2	87,8
M10_4	PEI+PI	5	0,45	15	6	14,8	85,4
M10_5	PEI+PI	30	0,625	12	6	30,4	88,7
M10_6	PEI+PI	30	0,625	15	2,5	43,8	85,3
M10_7	PEI+PI	30	0,45	12	2,5	43,7	72,4
M10_8	PEI+PI	30	0,45	15	6	34,7	79,6

a fitinky proběhlo na našem pracovišti. Modul byl poté testován na směs plynů oxid uhlíčitý a metan při průtocích nástřiku 40, 70 a 100 l/h a tlacích od 6 do 14 bar.

V další fázi vývoje prototypu průmyslového modulu bylo vyrobeno několik modulů P2, které mají vnitřní průměr trubky 27 mm, viz obr. 3b. Aktivní délka membrán je 32 cm, počet vláken 1500 až 2000 a membránová plocha 0,4 až 0,6 m². Zalití vláken do koncovek modulu bylo realizováno několikrát na VUT Brno metodou odstředivého zalití. Zalévací zařízení na tomto pracovišti je omezeno na maximální délku modulu před ořezem na 38 cm. Moduly P2 byly testovány podobně jako moduly P1 na směs plynů oxid uhlíčitý a metan a dále na separaci reálného bioplynu v pilotní jednotce na bioplynové stanici. Zhodnocení dosažených výsledků je v následující kapitole. Dále byl připraven první vzorek průmyslového modulu I2, který má vnitřní průměr 68 mm, 11 000 vláken a plošné plnění 30 % průřezu. Při jeho přípravě byla prokázána proveditelnost metodou odstředivého zalití za použití PUR (polyuretan) jako zalévací hmoty. Kromě metody odstředivého zalití vláken vyvíjíme i metody tzv. statického zalití, kdy je zalévací hmota dávkována do prostoru mezi vlákny odspoda pomocí navržených přípravků a forem. Tímto způsobem byl připraven modul P3 o vnitřním průměru 42 mm s počtem vláken přibližně 4 200 a plošným zaplněním 30 % průřezu. Zalévací hmotou v tomto případě je na zakázku vyvinutá epoxidová pryskyřice od společnosti Synpo s nižší viskozitou a nižším reakčním teplem reakce síťování. Obr. 4 ukazuje vzorky modulů P3 a I2 s osazenými kovovými hlavicemi pro připojení k potrubí či hadicím. Dalšími kroky vývoje modulu jsou především otestování těsnosti a defektů v zalití modulů P3 a optimalizace přípravků a forem pro dosažení plošné hustoty alespoň 40 % průřezu.

Obr. 4: Modul P3 (nahore) a I2 (dole)



Testy modulů P2 na úpravu reálného bioplynu

Naším cílem je samozřejmě otestovat jak membrány, tak i moduly v podmínkách reálného provozu. Tím je úprava bioplynu na biometan. Zkoušky jsme se rozhodli provést na bioplynové stanici v Pustějově, kde jsme měli instalovanou pilotní jednotku. Pro tento účel bylo vyrobeno 9 modulů P2, které byly zapojeny paralelně pro zvýšení celkové membránové plochy. Sestava modulů je na obr. 5. V době testů byl zpracováván bioplyn nižší kvality z důvodu nižšího obsahu metanu i těsně pod 50 obj. % a zvýšeného obsahu dusíku cca kolem 8,5 obj. %, přičemž hranice obsahu dusíku pro získání biometanu nad 95 obj. % CH₄ se pohybuje okolo 1 obj. % N₂. Z toho důvodu se koncentrace metanu v získaném biometanu pohybovala kolem 85–90 obj. %. Zhoršená kvalita bioplynu byla způsobena změnou míchadla na fermentoru a tato situace trvala cca 2 měsíce. Nicméně samotné srovnání membránových modulů tento fakt příliš neovlivňuje, protože podmínky byly jednak přibližně podobné i pro referenční komerční moduly UBE (UBE Industries, Japonsko). Navíc byly získané výsledky proloženy matematickým modelem vhodným pro porovnání hodnot permeancí modulů. Tzn. že jsme vyhodnotili parametry, které na vstupním složení bioplynu příliš nezávisí.

Tab. 2 – Porovnání separačních vlastností modulů UBE a MemBrain P2 na reálném bioplynu

Režim	Permeance CO ₂ 1 st. [mol.m ⁻² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹]	Permeance CH ₄ 1 st. [mol.m ⁻² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹]	Permeance CO ₂ 2 st. [mol.m ⁻² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹]	Permeance CH ₄ 2 st. [mol.m ⁻² .s ⁻¹ .Pa ⁻¹]	Selektivita 1 st.	Selektivita 2 st.
1	6,86E-08	1,53E-09	6,86E-08	1,53E-09	44,8	44,8
2	2,93E-09	1,13E-10	6,85E-08	1,45E-09	25,9	47,2
3	2,93E-09	1,13E-10	6,85E-08	1,45E-09	25,9	47,2

Obr. 5: Sestava paralelně zapojených membránových modulů P2 v pilotní jednotce



Parametry provozu byly monitorovány po 1 minutě s automatickým ukládáním dat do PC. Zároveň byl pro přesný rozbor plynu připojen hmotnostní spektrometr MS Prima, který prováděl analýzy upraveného bioplynu vedeného na membránové moduly po kondenzaci a desulfurizaci a analýzy vyrobeného biometanu. Separátní analýzy permeátu nemohly být provedeny, protože vyrobený biometan se míchal zpět s odpadními permeáty. Složení permeátu bylo nicméně možné do počítat z bilancí systému. Celkem bylo proměřeno 5 režimů provozu s následujícími konfiguracemi dvoustupňového uspořádání membránové separace:

- Režim 1 – 1. stupeň modul UBE 07 protiproud, 2. stupeň UBE 05 protiproud
- Režim 2 – 1. stupeň moduly P2 protiproud, 2. stupeň UBE 05 protiproud
- Režim 3 – 1. stupeň moduly P2 sou proud, 2. stupeň modul UBE 05 protiproud
- Režim 4 – 1. stupeň modul UBE 07 pouze samostatně protiproud
- Režim 5 – 1. stupeň UBE 07 protiproud, 2. stupeň moduly P2 sou proud
- Režim 6 – 1. stupeň modul UBE 07 protiproud, 2. stupeň UBE 05 protiproud

Pro vyhodnocení provozních parametrů modulů byl použit vyvinutý simulační program pro plynovou separaci pracující v prostředí DWSIM. Proměnné vstupní parametry programu byly stanoveny dle předchozích výsledků laboratorních testů prováděných na modulech MemBrain, popř. dle výsledků dodaných výrobcem modulů UBE.

Permeance jednotlivých složek v tab. 2 se pro moduly UBE a MemBrain výrazně liší. Permeance CO₂ i CH₄ je pro moduly P2 přibližně o jeden řád nižší, což potvrzují jak samotné výsledky laboratorních testů, tak také výsledky z provozního testování. Tab. 2 porovnává také selektivitu definované jako podíl permeance CO₂ ku CH₄. Z hodnot je patrné, že moduly P2 mají separační faktor nižší, ale hodnota 26 je stále dostatečná pro samotnou separaci CO₂ a CH₄. Závažnějším nedostatkem je malá propustnost. Nižší permeance se projevily převážně v množství permeátu (retentátu), kdy moduly UBE byly schopny vstupní

proud rozdělit přibližně na polovinu mezi permeát a retentát, zatím co moduly MemBrain produkovaly ze vstupního proudu cca 9 % permeátu (obj. toku) v prvním stupni a 1 % permeátu ve druhém stupni. Složení permeátu nebylo v provozu možné měřit. Dle predikce modelu obsahuje permeát v případě, kdy je MemBrain modul použit v prvním stupni, cca 92 obj. % CO_2 a v druhém stupni cca 38 obj. % CO_2 . Moduly UBE vykazují dle modelu složení permeátu v prvním stupni 91 obj. % CO_2 a v druhém stupni cca 45 obj. % CO_2 .

Závěr

Článek popisuje aktuální výsledky všech důležitých částí komplexního výzkumu a vývoje membránové separace plynů. Lze konstatovat, že byla experimentálně zvládnuta metoda inverze fázi do stádia, které nám umožňuje systematicky optimalizovat vlastnosti membrán ve formě dutého vlákna. Uvedené výsledky membrán na bázi polyetherimidu a směsi polyetherimidu s polyimidem naznačují, že jsme schopni dosáhnout selektivit vysoce přesahujících komerční membrány. Nicméně stále je třeba optimalizovat strukturu vlákna za účelem dosažení minimální tloušťky separační vrstvy a tím výrazně vyšší propustnosti CO_2 a dalších plynů. Ve vývoji membránových modulů pro dutá vlákna se nám podařilo zvládnout přípravu několika funkčních vzorků modulů od těch laboratorních se stovkami vláken až po modul s 16 000 vláken. Připravené membránové moduly byly též testovány na reálném bioplynu, kde sice neprokázaly srovnatelné parametry s komerčními moduly UBE, ale pozitivní je fakt, že jsme schopni tyto moduly připravit a provozovat je i v reálných podmínkách. To je velmi důležité pro charakterizaci dalších šarží vlastních membrán se zvýšenou propustností a tím i separačním výkonem, jejichž vývoj je předmětem stávajícího výzkumu.

Poděkování: Práce byla řešena s využitím infrastruktury Membránového inovačního centra za finanční podpory projektu č. LO1418 „Progresivní rozvoj Membránového Inovačního Centra“ s podporou programu NPU I Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR.

Literatura

- [1] BERNARDO, P., DIOLI, E., GOLEMME, G., Membrane Gas Separation: A Review/State of the Art, *Ind. Eng. Chem. Res.* 2009, 48, 4638–4663.
- [2] ŠÍPEK, M. *Membránové dělení plynů a par*, 1. vyd., Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014, 212s., ISBN 978-80-7080-864-1.
- [3] CHUNG, T. S., KAFCHINSKI, E. R., FOLEY, P., Development of asymmetric hollow fibres from polyamides for air separation, *J. Mem. Sci.*, 1992, 75, 181.
- [4] LI, N. N., FANE, A. G., Ho, W. S. W., MATSUURA, T., *Advanced membrane technology and Applications*, 2008, 994s., ISBN 978-0-471-73167-2.

Abstract

TITLE: DEVELOPMENT OF GAS MEMBRANE SEPARATION FROM MEMBRANE TO APPLICATION

Summary: Gas membrane separation (GMS) is well established separation process for gas treatment and purification in their production and refining. The role and the market share GMS are continuously growing and membranes are penetrating into the new applications where the conventional processes are replaced (e.g. biogas upgrading). Our objective is to develop suitable membrane in the form of hollow fiber and corresponding membrane modules for various applications like biogas upgrading, hydrogen separation or flue gas purification. The results have shown that although our membrane fibers have excellent CO_2/CH_4 selectivity under laboratory conditions the CO_2 permeance is very low compared to the commercial membranes. The laboratory results were confirmed by on-site test with real biogas. We found that selectivity in larger membrane modules dropped by factor of 2–3. Achieved results clearly show the need of membrane fiber optimization towards thinner separation layer for the increased permeance.

Keywords: Gas membrane separation, hollow fiber, membrane module

Bezpečnostní skříň na tlakové lahve



Optimální protipožární ochrana a maximální bezpečnost

G-ULTIMATE-90/ G-CLASSIC-30

Skříň splňuje normu ČSN-EN 14470-2 a současně mají požárně klasifikační osvědčení o požární odolnosti.

Nastavitelné nožky, odvětrání, plynové vedení, integrovaná sklápěcí rampa, křídlové dveře, skladovací objem pro až čtyři 50 l tlakové lahve, nebo 1 až 8 lahví o objemu 10 litrů.



MERCI, s.r.o.

Autorizovaný servisní a prodejní
partner asecos pro Českou republiku
www.merci.cz



Přijďte si prohlédnout bezpečnostní skříň asecos na veletrh LABOREXPO Praha ve dnech 25. a 26. září 2019.

LABOREXPO
PRAHA • 25.–26.9.2019

MĚŘENÍ VELIKOSTI A OBJEMU PÓRŮ ORGANOKOVÝCH SÍTÍ

Anton Paar Czech Republic s.r.o., info.cz@anton-paar.com

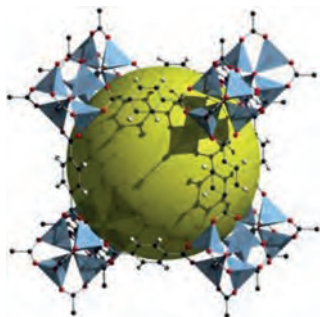
Výzkumníci působící v oboru funkčních pevných látek musí porozumět pórové struktuře inovativní třídy tuhých látek nazývaných organokovové sítě (MOF). Pro charakterizaci těchto jinak náročných materiálů jsou optimální přesné analyzátory sorpce plynu Autosorb iQ-MP od společnosti Anton Paar.

1 Proč měřit velikost pórů u organokovových sítí (MOF)?

Organokovové sítě jsou krystalické pevné látky s velmi vysokým objemem pórů a velkou plochou povrchu a jako takové jsou vhodné pro uchovávání a separaci plynů. Teoreticky lze velikost pórů vypočítat z rentgenové difrakce a dalších rozptylových technik.

Nicméně sorpce plynu má jedinečnou schopnost přímého průniku do pórového prostoru, čímž lze získat další informace o skutečné podstatě materiálu a je možné dále charakterizovat strukturní změny u nepevných materiálů. Na základě těchto údajů lze určit případnou vhodnost materiálů pro potencionální použití při uchovávání nebo separaci plynů.

Obr. 1: Příklad organokovové sítě (MOF) – žlutá koule znázorňuje pórový prostor v krystalové struktuře



2 Jaký přístroj použít?

Pro tento druh vzorku se běžně používají analyzátory Anton Paar Autosorb iQ-MP. Tento sorpční analyzátor je vybaven plně integrovaným vysokovakuovým systémem, a proto lze měření realizovat za velmi nízkého tlaku. Požadované měření adsorpčního procesu spojeného s plněním mikropórů lze používat s celou řadou vhodných testovacích plynů a také při různých teplotách.

Přístroje Autosorb jsou naprogramovány tak, aby měřily adsorpci ní izotermu od extrémně nízkého relativního tlaku ($P/P_0 < 1 \times 10^{-8}$ s použitím dusíku nebo argonu) až do téměř nasyceného stavu ($P/P_0 = 1$). Takto získaná zdrojová data slouží k automatickému spočítání distribuce velikosti a objemu mikropórů.

3 Jaké vzorky byly analyzovány?

Jako příklad byly analyzovány vzorky Cu-MOF a soc-MOF s vysokou adsorpční kapacitou pro vodík, oxid uhličitý a metan. Vzorek Cu-MOF po syntéze prošel extrakcí metanolem, následně byl odplyněn, aby se odstranily zbytky rozpouštědla a vytvořila se tepelně stabilní otevřená pórová struktura (až do 250 °C).

4 Jak měřit vzorek?

4.1 Příprava vzorku

Před měřením sorpční izotermu je potřeba vzorek důkladně odplynit kvůli odstranění veškerých zbytkových par. Vzorek Cu-MOF byl připraven pod vysokým vakuem při teplotě 25 °C po dobu 48 hodin. Nízká teplota je důležitá pro minimalizaci rizika redukce Cu II.

Vzorek soc-MOF byl odplyněn při pokojové teplotě po dobu 6 hodin a poté byl při teplotě 135 °C po dobu 12 hodin stabilizován pod vysokým vakuem (za použití turbomolekulární vývěvy). Po dokončení

odplynění byl vzorek naplněn v měřicí cele dusíkem a ochlazen na pokojovou teplotu. Pro zaplnění měřicí cely by se nemělo používat hélium kvůli svým nadlehčovacím účinkům, které by mohly mít vliv na přesnost stanovení hmotnosti vzorku vážením.

4.2 Volba adsorbátu a teploty

Argon se používá na snížení jakýchkoli specifických interakcí s funkčními skupinami v organokovových sítích (MOF), které by se jinak mohly projevit v případě použití dusíku. Pro měření mikropórů byl zvolen bodu varu Argonu –185 °C. Lze použít Dewarovu nádobu s tekutým argonem, popřípadě lze stejné teploty dosáhnout pomocí kryogenního termostatu CryoSync. Způsoby chlazení jsou z hlediska analýzy mikropórů ekvivalentní.

4.3 Nastavení přístroje a ostatní parametry

- Použitá hmotnost vzorku: 35 mg.
- Metoda měření mrtvého objemu: měřeno pomocí hélia.
- Mód referenčních bodů: tabulka cílových tlaků P/P_0 .
- Měřicí body mikropórů: 10 na jednu desítku.
- Nastavení času ustálení rovnováhy 12 min. do $10^{-5} P/P_0$, 7 min. do $10^{-2} P/P_0$, 3 min. nad $10^{-2} P/P_0$.
- Body mezopórů: 40 adsorpce, 40 desorpce.
- P/P_0 na začátku: 1×10^{-7} .
- P/P_0 na konci: 0,995.
- Mód P0: měření.
- Typ cel na vzorky: 6 mm, velká baňka.

4.4 Postup

Přesná hmotnost suchého vzorku je stanovena vážením po odplynění. Skleněná tyčinka, která se běžně používá ke snížení mrtvého objemu cely, se při měření objemu mikropórů neaplikuje. Použití skleněné tyčinky uvnitř cely může při velmi malých tlacích omezit difúzi adsorbátu na vzorek.

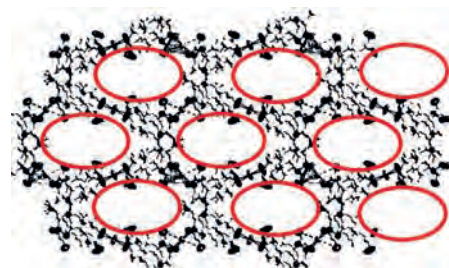
5 Výsledky

5.1 Izotermu

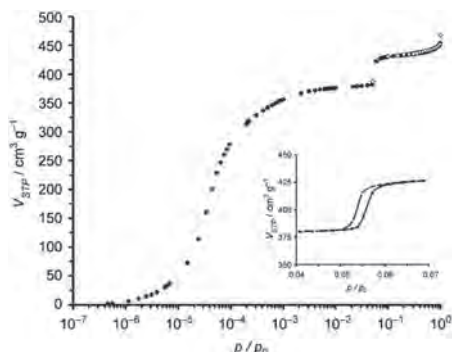
5.1.1 Cu-MOF

Izoterma (obr. 3) vykázala charakteristický sigmoidní průběh pod hodnotou $P/P_0 = 0,01$. Tento monotonický nárůst označuje oblast zaplňování mikropórů a hodnoty P/P_0 , u kterých k tomu dochází, reflektují distribuci velikosti pórů. Pozorovaný tlakový rozsah je srovnatelný se známým zeolitem ZSM-5, který má válcovité profily pórů.

Obr. 2: Elipsovité válcovité kanálky v krystalové struktuře Cu-MOF [1]



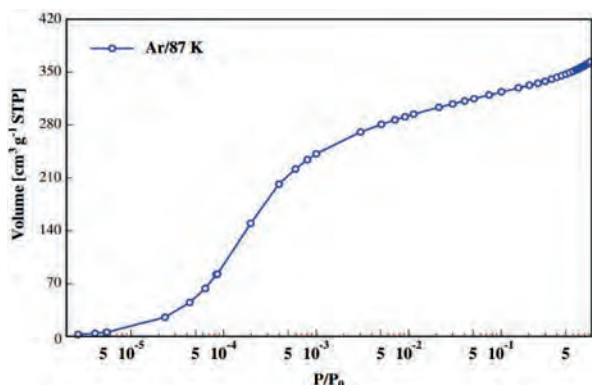
Obr. 3: Izoterma argonu pro Cu-MOF zobrazená na semilogaritmické stupnici – výřez zobrazen na lineární stupnici [1]



5.2 soc-MOF

Izoterma (obr. 4) vykázala podobný charakteristický sigmoidní průběh při trochu vyšších hodnotách relativního tlaku než v případě vzorku Cu-MOF. Stejně jako u předchozího vzorku tento monotónický nárůst označuje oblast plnění mikropórů a hodnoty P/P_0 , u kterých k tomu dochází, reflektují distribuci velikosti pórů. Vzorek soc-MOF nevykazuje žádný druhý krok/hysterezi při plnění pórů nad fázi plnění mikropórů, čímž lze získat indikaci o rigidní struktuře.

Obr. 4: Izoterma argonu pro soc-MOF zobrazená na semilogaritmické stupnici [2]

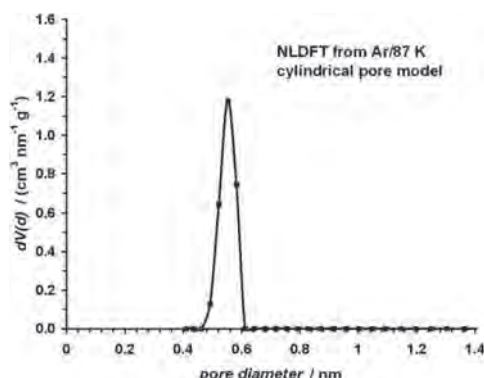


Volume = objem

5.3 Distribuce velikosti mikropórů

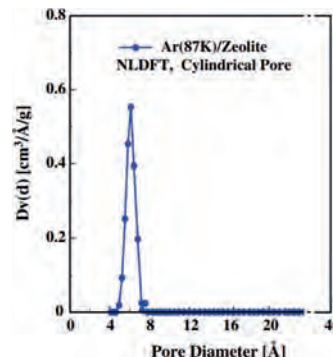
Pro určení distribuce velikosti mikropórů byla použita metoda NLDFT (model válcovitých pórů zeolitu) s tzv. kernelem. Kernel využívá faktu, že póry MOF jsou podobné svým tvarem válcovitým pórům zeolitu a mají shodné chování pro argon při bodu varu. Výsledné hodnoty distribucí jsou uvedeny na obr. 5 a 6 pro vzorky Cu-MOF a soc-MOF. Jak naznačuje vyšší hodnota P/P_0 zaplňování pórů vzorku soc-MOF, průměr pórů je větší než v případě vzorku Cu-MOF.

Obr. 5: Distribuce velikosti pórů Cu-MOF vypočítaná pomocí NLDFT [1]



NLDFT from Ar = NLDFT z Ar; cylindrical pore model = model válcovitých pórů; pore diameter = průměr pórů

Obr. 6: Distribuce velikosti pórů soc-MOF vypočítaná pomocí NLDFT [2]



Zeolite = zeolit; cylindrical pore = válcovitý pór; pore diameter = průměr pórů

5.4 Celkový objem pórů

Objem pórů se vypočítá za použití Gurvichova pravidla [3] při $P/P_0 = 0,95$. Výsledky pro dané dvě organokovové sítě (MOF) jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1: Celkové objemy pórů

Vzorek	Objem pórů [cm³/g]
Cu-MOF	0,574
soc-MOF	0,470

6 Závěr

Analýzátor Anton Paar Autosorb iQ-MP automaticky měří adsorpční izotermy při teplotě -185 °C pomocí kapalného argonu nebo jiných kryostatických zařízení.

Jeho vysoká přesnost umožňuje rozlišovat mezi organokovovými sítěmi (MOF), jejichž modální průměry pórů se liší o pouhých 0,1 nm (1 Å). Vysoká kvalita dat poskytuje přesnou lokalizaci strukturálních změn v nepevné organokové síti Cu-MOF s rozlišením, které dovoli určit hysterezní jev související přímo s touto strukturální změnou.

Obr. 7: Analýzátor Anton Paar řady Autosorb iQ



Literatura

- [1] D. Lässig, J. Lincke, J. Moellmer, C. Reichenbach, A. Moeller, R. Gläser, G. Kalies, K.A. Cychosz, M. Thommes, R. Staudt, H. Krautscheid, A microporous copper metal–organic framework with high H_2 and CO_2 adsorption capacity at ambient pressure, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2011, 50(44), 10344–10348.
- [2] J. Moellmer, E. B. Celer, R. Luebke, A. J. Cairns, R. Staudt, M. Eddaoudi, M. Thommes, Insights on adsorption characterization of metal–organic frameworks: a benchmark study on the novel soc MOF, *Microporous Mesoporous Mater.* 2010 129(3), 345–353.
- [3] L.G. Gurvich, Physicochemical attractive force, *J Phys Chem Soc Russ.* 1915, 47, 805–827.

ADSORPCE VOC NA VRSTVĚ KŘEMENNÝCH MIKROVLÁKEN

JOHN L., PRAŽÁKOVÁ N.

Ekotech ochrana ovzduší s.r.o., ludek.john@ekotech.cz, nprazakova@ekotech.cz

Psal se začátek roku 2017, kdy jsme obdrželi další číslo časopisu Chemagazínu, tentokrát na téma Tepelné procesy. V tomto vydání byl uveřejněný příspěvek – „Vědci z fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice se podíleli na vzniku nového patentu“ [1]. Jednalo se o vývoj nového postupu pro průmyslovou výrobu nanovláken oxidu křemičitého – excelentního sorbentu. Oblast nanotechnologie, v níž všichni, kteří máme kreativitu pod kůží a jsme tak trochu svými pány, cítíme nedozírné možnosti aplikací. Naštěstí jsme v Čechách, kde se nanotechnologiím daří, kde vznikají skvělé nápady, a to nejen u štědré dotovaných center, ale i u normálních lidí, třeba učitelů tělocviku.

Ve zmíněném příspěvku Dr. Ing. Jan Macák zmiňuje: „nanovlákná, které mají skvělé vlastnosti..., které mohou..., vzhledem k popisované struktuře vlákná...“, a že by to „stálo za pokus“. Navštívili jsme proto Univerzitu v Pardubicích a dověděli se bližší podrobnosti, seznámili se s autorem, poznali skvělé lidi, získali vzorek materiálu – kousek vaty a jaké překvapení? Nejednalo se o nanovlákná, ale o mikrovlákná.

Nacpěte ten kus této vaty do promývačky s fritou, dejte tomu otáčení a napojte k tomu zařízení Vamet 2000 – FID analyzátor pro stanovení sumy těkavých organických látek (VOC), jehož jsme výrobcem. Když budete mít štěstí, podaří se vám ze vzdušiny, která obsahuje VOC (např. butanol), průchodem vrstvou mikrovlákná získat skoro čistý vzduch. Většinou čistší než je ten, který v té laboratoři dýcháte. Po čase se vrstva nasytí. Její vyčištění funguje za zvýšené teploty s malým průtokem čistého vzduchu. Uvolnění zachycených VOC je skokové, uvolněné VOC jsou s výrazně vyšší koncentrací a záleží jen na množství protékajícího vzduchu. Čím ho je méně, tím vyšší koncentraci získáme. Toto zakoncentrování vzdušiny je naším cílem, protože likvidace VOC v malém množství vzdušiny s vysokou koncentrací je standardně prováděné.

Proč musíte mít štěstí? Protože struktura a hustota mikrovláken uložených v adsorpční vrstvě, schopná zachytu VOC, je přísně limitovaná. Je to zřejmé, pokud si uvědomíme, na jakém principu proces funguje.

Princip fungování zachytu (chemisorpce)

Křemenné mikrovlákná disponují –OH skupinami, které vystupují do prostoru ze základního polysiloxanového řetězce. Tyto –OH skupiny jsou polarizovány, na atomu kyslíku vzniká parciální záporný náboj (elektronový přebytek), na atomu vodíku vzniká parciální kladný náboj (elektronová mezera). Kladný náboj vystupující z řetězce mikrovlákná má tendenci přitahovat jiné molekuly, které disponují parciálním záporným nábojem. To jsou heteroatomy organických látek, např. kyslík, dusík nebo síra (O, N, S). Pokud neexistují sterické (prostorové) zábrany, vzniká mezi kladným nábojem atomu vodíku (–OH skupiny mikrovlákná) a záporným nábojem heteroatomu organické látky při-

tažlivost, která může vyústit ve vzájemnou vazbu na bázi vodíkového můstku (obdobně jako mezi molekulami vody). Pro vznik této vazby je ale nezbytné překonat jistou počáteční energetickou bariéru (měnící se elektronová struktura molekul), ačkoli je výsledná reakce exotermní. Pokud je síť mikrovláken ve vrstvě sorbentu příliš řídká, mohou se procházející molekuly VOC mikrovláknům vyhnout, resp. srážka molekul VOC s mikrovláknem nevytváří dostatek energie k překonání této bariéry. Pokud je síť mikrovláken příliš hustá, zvyšuje se tlaková ztráta na vrstvě sorbentu a následně může dojít k destrukci mikrovláken s možností jejich dislokace a vytváření tzv. komínů.

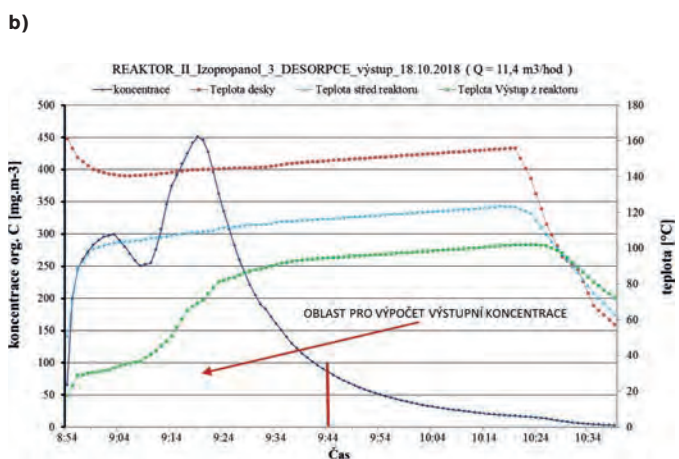
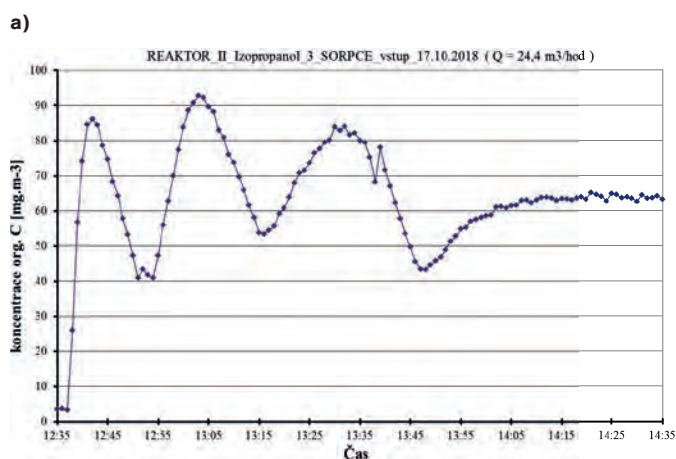
Vývoj poloprovozního zařízení

Z uvedeného je zřejmé, že VOC, které nedisponují vhodným heteroatomem, resp. elektronovým přebytkem ve své molekule, nejsou vrstvou mikrovlákná zachycovány.

A my jsme měli štěstí, podařilo se nám v mikroměřítku promývačky napoprvé vytvořit podmínky vhodné pro adsorpci VOC a s teoretickou vizí strukturního principu chemisorpce zvolit správnou těkavou organickou látku. Aplikací teoretických principů fungování zachytu VOC jsme specifikovali okruh těchto látek. Toto jsme následně ověřili při pokusech, a to jak v laboratorním měřítku na čistých látkách, tak v průmyslovém měřítku na reálných směsích VOC, někdy s jejich průvodním zápachem. Tyto pokusy ukázaly, že sorbent má vynikající vlastnosti. Účinnost zachytu se pohybovala nad 95 %.

Transformací objemů do poloprovozního měřítku v plošném uspořádání sorpční vrstvy jsme museli řešit způsob nanesení hmoty mikrovláken. Výsledkem byla homogenní vrstva, kde jsou celistvá vlákna vzájemně propletena tak, aby tlaková ztráta byla ve všech místech stejná, tedy aby nedocházelo k tvorbě komínů. Na poloprovozním zařízení jsme ověřili možnosti systému a stanovili rizika dalšího vývoje. Sorbent vykázal opět vynikající vlastnosti, účinnost zachytu byla více jak 90%. Tyto vlastnosti jsme si následně ověřili i na reálných vzdušinách v technologických procesech.

Obr. 1: Ukázka činnosti systému – a) Minutové průměry naměřených hodnot koncentrace izopropanolu při sorpci, b) Minutové průměry naměřených hodnot koncentrace izopropanolu při desorpci



Obr. 2: Poloprovozní zařízení (reaktor)



Poloprovozní zařízení pro zachyt těkavých organických látek (viz obr. 2) se skládá ze vstupního potrubí, ochranného kapsového filtru pro zachyt prachu, reaktoru s náplní (vrstvou) křemenných mikrovláken, výstupního potrubí a odsávacího ventilátoru. Ovládní poloprovozní jednotky a čtení fyzikálních veličin zajišťuje řídicí jednotka umístěná v rozvaděči. Reaktor zachycuje těkavé organické látky obsažené ve znečištěné vzdušnině. Po nasycení vrstvy (navýšení koncentrace VOC na výstupu) se provádí za zvýšené teploty desorpce, při níž se z nasycené vrstvy mikro-

vláken uvolňuje zachycená organická látka, a to s vysokou koncentrací při nízkém objemu vzdušiny.

Závěr

Obohacovací systémy VOC jsou standardně provozovány na bázi aktivního uhlí nebo lépe na bázi syntetických zeolitů (molekulových sít). Zkoumaný systém chemisorpce VOC na křemenném mikrovlákně by mohl být alternativou s vyšší odolností ke znečištění odpadní vzdušinou, dále pak pro zachyt zapáchajících VOC na bázi síry a

výševroucích VOC (organické látky s vysokou teplotou varu), které je nutné desorbovat při vyšších teplotách.

V současné době se soustředíme na vývoj technologie přípravy jednotné sorpční patrony s náplní křemenného mikrovlákn, optimalizaci uložení vláken ve vztahu k předpokládaným průtokům vzdušiny. Dále pak specifikujeme možnosti efektivního ohřevu sorpční vrstvy mikrovlákn v procesu desorpce s parametry nízké akumulace tepla. Průběžně sledujeme opotřebení mikrovláken v prostředí opakujících se procesů adsorpce a desorpce, resp. jaké podmínky provozu mohou snižovat tuto kapacitu.

Technologie koncentračního zařízení na bázi zachytu VOC pomocí vodíkových můstků ve vrstvě mikrovlákn vzhledem ke kapacitě sorpční vrstvy předpokládá časté střídání procesu adsorpce a desorpce. Tomuto parametru se ve výsledku podřizuje konstrukce technologického celku.

S koncem dubna 2019 byl ukončen první dvouletý projekt s dotací EU zahrnující základní ověření principů chemisorpce VOC na vrstvě mikrovláken a jejich převod do poloprovozního měřítka. Od května 2019 je zahájen navazující jednoroční projekt směřující k periodicky pracujícímu technologickému zařízení.

Související projekt dotací EU v Operačním programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost v podnikatelském záměru – „Aplikace výsledků materiálového výzkumu v oblasti nanotechnologií pro snižování emisí především těkavých organických látek“.

Literatura

- [1] Paulusová Z., Vědci z Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice se podíleli na vzniku nového patentu, *Chemagazín*, 2017 (XXVII), 1, s20.

PFEIFFER VACUUM PŘEDSTAVUJE NOVÉ TURBOVÝVĚVY HIPACE 700 H

Společnost **Pfeiffer Vacuum** představila nové turbo vývěvy HiPace 700 H s vysokým kompresním poměrem, které jsou vhodné pro získávání vysokého a ultra vysokého vakua. Vzhledem k vysokému kompresnímu poměru je v komoře vytvořeno nízké zbytkové spektrum plynu, které je pro určité aplikace hmotnostní spektrometrie žádoucí.

Obr.: Turbokompresor HiPace 700 H



Díky pokročilým konstrukcím rotorů mají turbokompresory HiPace 700 H mimořádně vyso-

ký kritický protitlak 22 hPa. To umožňuje, aby čerpadla dosáhla velmi vysokého vakua, a to i při provozu s vysokými tlaky, které se vyskytují v kombinaci s membránovými čerpadly.

„Díky nové skupině vývěv HiPace H máme ideální turbodmychadlo pro výzkumné a analytické aplikace i pro další průmyslové aplikace. Pokud jde o energetickou účinnost, tento produkt je daleko vpředu. Díky integrované funkci „přerušovaného režimu“ zapne HiPace H připojené podpůrné čerpadlo pouze v případě, že již není dostatečný tlak. To snižuje spotřebu energie celého vakuového systému až o 90 %,“ říká Florian Henss, produktový manažer společnosti Pfeiffer Vacuum.

Díky hybridnímu ložisku, které kombinuje keramické kuličkové ložisko na přední vakuové straně s radiálním ložiskem s permanentním magnetem, jsou tato turbodmychadla vybavena obzvláště robustním konceptem ložiska. V důsledku toho mají dlouhou životnost a servisní interval je delší než čtyři roky.

» www.pfeiffer-vacuum.com

MEDIAVALVE – SYSTÉM DÁVKOVÁNÍ STERILNÍHO MÉDIA

Zařízení firmy **Systec GmbH** Mediavalve je ekonomický způsob dávkování konstantních množství kapalin, je ale také možné naprogramovat složitější cykly plnění. Přednastavitelný konstantní mírný přetlak v zásobníku média zajiš-

tí průtok média v plnicí hadici, zatímco systém Systec Mediavalve současně reguluje dávkované množství otevíráním a zavíráním uzavíracího ventilu. Jakmile bylo požadované množství určeno, zařízení se nakalibruje podle viskozity média.

Systec Mediavalve umožňuje provádět jednoduché a plynulé plnění. V krátkém čase může být dávkováno při současném zachování sterilních podmínek větší množství nutričních roztoků.

Obr.: Systec Mediavalve



Pro systém Systec Mediavalve jsou vhodné hadice ze silikonových nebo podobných materiálů. Lze použít hadice s vnějším průměrem nejvýše 9,5 mm a tloušťkou stěny nejvýše 1,5 mm. Standardně se pro Systec Mediavalve dodává hadice s vnějším průměrem 9,0 mm a tloušťkou stěny 1,5 mm, na kterou je zařízení předem kalibrováno.

» www.systec-lab.com

KLASIFIKACE VS. MONITORING: V ČEM JE ROZDÍL?

SOLMAZ H.

Lighthouse Worldwide Solutions

Porozumění klasifikaci a monitorování čistých prostor je kritické pro výrobu a soulad s předpisy. Hasim Solmaz, ředitel Lighthouse Worldwide Solutions pro Evropu, Blízký východ a Afriku, popsal společné a rozdílné aspekty těchto dvou pojmů, aby předešel zmatkům v jejich výkladu.

Představte si, že se připravujete na svůj narozeninový večírek. Vezmete si své nejlepší oblečení, navštívíte holiče a budete nejšarmantnější, jak dovedete! To je obdoba toho, čemu se ve světě čistých prostor říká „klasifikace“. Víte, že za 10 min se spustí váš čítač částic a získáte výsledky platné pro příštích 6 až 12 měsíců. Nikdo netouží po neúspěchu, souhlasíte? Takže předem uklidíte, dvakrát zkontrolujete čistotu povrchů, HVAC, mřížek vzduchotechniky a odstraníte vše nepotřebné.

Ale co když někdo zaklepe na vaše dveře, aby vám přinesl narozeninový dárek časné ráno po noci, kterou jste strávil oslavou? A dokonce když ještě spíte? Jen si to představte! Jste v pyžamu s rozcuchanými vlasy! Tomu se dá říkat monitorování: Plně se soustředíte na svou výrobní rutinu, ale na kvalitu vaší výroby má vliv ještě několik faktorů, hlavně mikrobiální a částicová kontaminace. Za těchto okolností byste měli být schopni udržet koncentraci částic na akceptovatelné úrovni i bez znalosti toho, co vás čeká během výrobního procesu.

Když se vrátíme k naší analogii, tak nemůžete do časného rána čekat ve svém nejlepším oblečení a s dokonalým účesem na potenciálního návštěvníka, ale je potřeba být alespoň připraven na to, že vás někdo z vašich přátel může časné ráno navštívit. Ve světě sterilních výrob musíme být připraveni na jakoukoliv neočekávanou situaci, a proto máme monitorovací systémy. Ty jsou našimi kamerami a infračervenými čidly, které nás mají co nejdříve upozornit na neočekávané hosty.

Pojďme se nejprve seznámit s klasifikací.

Klasifikace čistých prostor

Jak je uvedeno v různých standardech a předpisech, jako např. EU GMP Annex 1 nebo US FDA Aseptic Processing Guideline, pro posuzování shody je zásadní klasifikace čistých prostor dle ISO 14644-1. Čisté prostory i zařízení pro úpravu vzduchu by měly být klasifikovány dle ISO 14644-1. Klasifikace by měla být jasně odlišena od provozního monitorování kvality prostředí. Pro klasifikaci čistých prostor se používají přenosné čítače částic.

Nyní si pro příklad uděláme kalkulaci klasifikace: Čistý prostor má plochu 30 m² a má být klasifikován pro provoz ve třídě ISO 5. Klasifikace má být provedena samostatným čítačem částic s průtokem 28,3 l/min. Bude sledována jedna třída velikosti částic D1 ≥ 0,5 μm.

Nyní určíme parametry s pomocí tabulky, rovnic a známých dat:

- Plocha prostoru ... 30 m²
- Třída prostoru (N) ... 5
- Rychlost nasávání čítače ... 28,3 l/min (1 CFM)
- Testovaná velikostní třída částic ... D1 = 0,5 μm

Nyní se podívejme na tabulková data:

$N_L = 7$ vzorkovacích míst (dle tabulky A.1),

$C_{n,m} (\geq 0,5 \mu m) = 3\,520$ částic / m² (dle tabulky 1).

Dále vypočteme minimální vzorkovaný objem:

$V_s = (20 / C_{n,m}) \times 1000$,

$C_{n,m} (\geq 0,5 \mu m) \rightarrow V_s = (20 / 3\,520) \times 1\,000 = 5,68$ litru.

Velikost požadovaného vzorkovaného objemu byla vypočtena 5,68 litru. Jelikož čítač částic založený na detekci rozptýleného světla, který byl pro tento test použit, měl rychlost nasávání 28,3 l/min, byla požadována doba měření 1 minuta, takže v každém bodě bude proměřen objem vzduchu 28,3 l.

Reportování: Vytvoření tabulky naměřených dat pro velikost částic 0,5 μm

V tomto příkladu byly měřeny částice o velikosti 0,5 μm. Ovšem pro danou ISO třídu dle tabulky 1 (ISO 14644-1: 2015) je možné pro testování použít i více velikostí částic.

V takovémto případě je potřeba připravit stejnou tabulku pro data vzorkování. Každý řádek ve všech tabulkách musí vyhovět požadavkům cílové ISO třídy.

Pro stejné vzorkovací body je možné proměřit i další vzorky a vypočítat průměr.

Často může být nutné kvůli nechtěným událostem, jako je např. kontakt se sondou nebo hadičkami, narušení podmínek „at rest“, nebo i dle vzorkovacího plánu nutné proměřit více vzorkovacích objemů.

Pokud je ve vzorkovacím místě proměřeno více jednotlivých vzorkovacích objemů, pak jsou koncentrace průměrovány a průměrná koncentrace nesmí překročit koncentrační limit pro danou ISO třídu.

V našem případě jsme pro výpočet počtu částic v 1 000 l použili koeficient 35,3, protože průtok čítače je 28,3 l/min a $35,3 \times 28,3 = 1\,000$. Pro čítač s průtokem 50 l/min by tento koeficient byl 20, při průtoku 100 l/min by byl 10.

Ve vzorkovacím místě 4 při prvním měření koncentrace částic překročila povolený limit, ale průměrná koncentrace pro toto vzorkovací místo požadavkům vyhověla.

V použité výpočetní tabulce průměrná koncentrace částic pro každé ze vzorkovacích míst nepřekročila požadované limity. Tudíž čistota čistých prostor vyhověla na základě koncentrace částic požadavkům ISO standardu pro danou třídu.

Monitorování čistých prostor

Monitorování neživotaschopných poléťavých částic je základem. Částice jsou důležité z toho důvodu, že mohou do výrobku proniknout jako externí kontaminant a mohou také způsobit biologickou kontaminaci, pokud se stanou nosiči mikroorganismů.

Existují různé monitorovací systémy s různými typy připojení vzorkovacích míst, jako jsou např. manifoldy nebo on-line monitorovací systémy.

U manifoldů je čítač částic připojen k přepínací jednotce (manifoldu), který v předem určených časech (např. po minutě) přepíná vzorkovací místa. Mezi jednotlivými vzorky se ponechává prodleva, během které se vyčistí vzorkovací cesta.

Principy on-line monitoringu

Tyto systémy se sekvenčním přepínáním nejsou vhodné pro monitorování sterilních farmaceutických čistých prostor, protože monitorování by v každém vzorkovacím místě mělo být kontinuální bez prodlev a přerušení.

Na rozdíl od systémů s manifoldy jsou v on-line monitorovacích systémech zapojeny nezávislé čítače s izokinetickými sondami v každém kritickém bodě. Monitorování částic může probíhat bez přestávek a vnějších zásahů během celé doby trvání citlivé výroby.

Pokud hovoříme o on-line monitoringu, většina lidí má představu režimu 24 hod/7 dnů, což není správně. On-line monitoring znamená před, během a po ukončení výroby s dostatečnou rezervou na pokrytí přípravy, plnění/výroby a čistícího cyklu.

Tab. 1

Tabulková data		Vypočtená data		Znamá data	
Popis	Zdroj	Popis	Zdroj	Popis	Zdroj
Počet vzorkovacích míst (N_s)	ISO 14644-1 Tab. A.1	Požadovaný vzorkovaný objem (V_s)	$V_s = (20/C_{n,m}) \cdot 1\,000$	Plocha prostoru (m^2)	známý parametr
Limity koncentrací částic pro danou ISO třídu (N)	ISO 14644-1 Tabulka 1			Požadovaná ISO třída (N)	známý parametr
				Průtok čítače (l/min)	známý parametr
				Testovaná velikostní třída částic (D)	známý parametr

Tab. 2

Vzorkovací místo	$x \geq 0,5 \mu m^3$ (částic / 28,3 l)			Průměr pro vzorkované místo	Průměrná koncentrace (částic / m^3 = průměr pro místo $\times 36,3^\circ$)	ISO limit pro $0,5 \mu m$	Vyhovělo / Nevyhovělo (Pass / Fail)
	Vzorek 1	Vzorek 2 ^b	Vzorek 3				
1	80	33		56,5	1 994,5	3 520	Pass ^e
2	51			51	1 800,3	3 520	Pass ^e
3	32			32	1 129,6	3 520	Pass ^e
4	110 ^d	60		85	3 000,5	3 520	Pass ^e
5	77			77	2 718,1	3 520	Pass ^e
6	23			23	811,9	3 520	Pass ^e
7	42			42	1 482,6	3 520	Pass ^e

a. Všechny koncentrace uvedené v tabulce jsou kumulativní, např. pro ISO třídu 5 by údaj 10200 částic ve třídě $0,3 \mu m$ zahrnoval všechny detekované částice větší než uvedená velikost.

b. Tyto koncentrace vyžadují vzorkování velkého objemu vzduchu pro klasifikaci. Je možné použít sekvenční vzorkování (viz ISO 14644-1: 2015, Annex D).

c. V této části tabulky není možné kvůli vysokým koncentracím částic použít koncentrační limity.

d. Kvůli vzorkování a statistickým omezením není vhodné používat pro klasifikaci částice s nízkou koncentrací.

e. Kvůli problémům se vzorkováním částic o nízké koncentraci a částic větších než $1 \mu m$ nejsou takovéto podmínky pro klasifikaci vhodné z důvodu potenciálních ztrát částic ve vzorkovacím systému.

Tab. 3

	Klasifikace	Monitoring
Doba vzorkování	Doba vzorkování (min) = V_s / Rychlost čerpání čítače Pokud je výsledek menší než 1 min, pak minimální doba vzorkování v každém místě je 1 min. Objem vzorkovaného vzduchu by měl být v každém místě nejméně 2 l s minimální dobou vzorkování 1 min pro každý vzorek v každém místě.	On-line / Kontinuální Měření by mělo probíhat po celou dobu trvání kritické výroby včetně přípravy zařízení.
Vzorkovaný objem	ISO 14644-1: 2015 VS vzorkovaný objem pro každé vzorkovací místo $V_s = (20/C_{n,m}) \cdot 1\,000$	Použijte volbu, která zajistí co nejrychlejší odezvu! Velikost vzorkovaného objemu při monitorování automatickými systémy je obvykle závislá na rychlosti vzorkování použitého systému. Není nutné, aby vzorkovaný objem byl stejný jako při formální klasifikaci čistých prostor a zařízení.
Počet vzorkovacích míst a jejich umístění	Dle ISO 14644-1:2015 Tabulka A.1 Odvoďte minimální počet vzorkovacích míst, NL, z Tabulky A.1. V každé zóně vyberte vzorkovací místa tak, aby byla reprezentativní podle charakteristiky každé zóny.	Na základě analýzy rizik. Neexistuje žádná magická formule pro definici umístění, ale zaměřte se na místa, kde je výrobek vystaven prostředí, jako jsou otočné stoly, plnicí stanice, víčkování, plnění lyofilizérů atd. Nástroje pro posouzení rizik uvedené v ISO 14644-2:2015 mohou velmi pomoci při posuzování rizik.
Výstupy	Zpráva z klasifikace čistého prostoru	Výstražné rozhraní Budou zachyceny veškeré zásahy, přechodné události a jakékoliv znečištění systému a při překročení limitních hodnot znečištění budou spuštěny alarmy.

Místo, místo, místo

Pro klasifikaci čistých prostor je minimální počet jednotlivých vzorkovacích míst definován tabulkou A.1 EU GMP.

Čistý prostor by měl být rozdělen na zóny podobné velikosti a vzorkovací místa by měla být vybrána s ohledem na charakteristiku každé zóny. Při on-line monitoringu by vzorkovací místa měla být vybrána na základě řádného posouzení rizik.

Každé reprezentativní vzorkovací místo by mělo být určeno a verifikováno na základě historických dat, trendů a výrobních postupů. Obvykle tato reprezentativní vzorkovací místa nejsou během provozu dále než 30 cm od pracovního místa v rámci proudu vzduchu. Směrnice FDA pro aseptické výroby doporučuje, aby měření, která mají potvrdit čistotu vzduchu v kritických místech, byla umístěna tam, kde je největší potenciální riziko expozice sterilních výrobků, nádob nebo uzávěrů.

Vzorkovací sondy by měly být orientovány tak, aby byly schopny zachytit smysluplný vzorek. Pravidelný monitoring by měl být prováděn během každé výrobní směny.

Monitorování neživotaschopných částic by mělo být prováděno distribuovaným systémem čítačů. Tyto systémy mohou zachytit komplexnější data a jsou obecně méně invazivní než přenosné čítače částic, které jsou v současné době k dispozici.

Jak vybrat místa pro monitorování

Hlavními faktory, které se berou v úvahu při výběru původní studie vzorkovacích míst, jsou:

- Místa, kde je možnost zásahu operátora, například body přístupu do prostředí třídy A.
- Původní testy klasifikace prostor, kvalifikační testy a důvody pro předchozí uspořádání vzorkování/monitorování.
- Oblasti, ve kterých běžně nedochází k zásahům, ale kde jsou sterilní díly/výrobky potenciálně vystaveny možné částicové kontaminaci kvůli neobvyklým zásahům nebo z jiných důvodů.
- Doba, po kterou mohou být sterilní díly a/nebo výrobky vystaveny během procesu možné kontaminaci: Příkladem mohou být zátky v násypce.

V posledně uvedeném případě je pouze malé riziko vnějšího zásahu. Avšak zátky mohou být v zásobníku po delší dobu, takže se zvyšuje riziko vzniku částicové kontaminace. Proto je dobré vzorkovat vzduch v takovémto místě, aby se demonstrovala kontinuální shoda kvality vzduchu se standardem během doby výroby.

V takovémto případě kritickými místy pro vzorkování jsou:

- místo plnění,
- zásobníky dílů,
- inspekční okénka,

- rovnací stoly,
- zátkovací a víčkovací stanice,
- plnění lyofilizérů,
- vybalování sterilních dílů neuzavřených v autoklávovaných pytlích,
- rozhraní mezi zařízením a prostorem třídy A,
- zařízení pro přístup do izolátorů,
- aseptická manipulace,
- místa zásahu operátorů.

Závěr

Rozdíl mezi klasifikací a monitoringem nejlépe vidíme na délce vzorkování, navzorkovaných objemech, počtu vzorkovacích míst a množství naměřených dat z jednotlivých vzorkovacích míst.

Hasim SOLMAZ

Hasim Solmaz je ředitelem pobočky firmy Lighthouse Worldwide Solutions pro oblast EMEA se sídlem v Istanbulu. Zaměřuje se na oblast návrhu čistých prostor a manažerské koncepty, environmentální monitorovací systémy, farmaceutická výrobní a regulační opatření. Je zakládajícím předsedou turecké Společnosti pro technologie čistých prostor, vedoucí delegátů ISO TC209 „Cleanrooms and associated controlled environments“ a expert ISO TC209 WG3 „Cleanroom Test Methods“. V nedávné době se stal čestným předsedou International Confederation of Contamination Control Societies, ICCCS.

Hasim Solmaz je aktivním členem International Society for Pharmaceutical Engineering (ISPE), Institute of Environmental Sciences and Technology (IEST) a Parenteral Drug Association (PDA). Má titul Bachelor of Science z Technické univerzity v Istanbulu v oboru Věda o atmosféře a meteorologické inženýrství.

Přeložil Ing. Marek ČERNÍK, Uni-Export Instruments, s.r.o.,
www.uniexport.co.cz



Uni-Export Instruments, s.r.o.

Přenosné čítače částic Lighthouse **APEX Z3 a APEX Z50**



- průtok 1cfm (28,3 l/min)
- průtok 1cfm nebo 100 l/min
- nejlehčí ve své kategorii
- rozsáhlá autodiagnostika
- WiFi a USB komunikace
- výstražná světla integrovaná do držadla
- výdrž baterie 11, resp. 8, hod s možností výměny za provozu

www.golighthouse.com



LIGHTHOUSE
WORLDWIDE SOLUTIONS

Unikátní suché vývěvy nXDS



EDWARDS

CHROMSPEC
SPOL. S R.O.

Zastupuje: CHROMSPEC spol. s r.o.

252 10 Mníšek p. Brdy
Lhotecká 594
tel.: 318 599 083
fax: 318 591 529

info@chromspec.cz
www.chromspec.cz

634 00 Brno
Plachty 2
tel.: 547 246 683
fax: 547 246 685

DUBAJSKÁ POLICIE VYUŽÍVÁ K IDENTIFIKACI VÝBUŠNIN PLYNOVOU CHROMATOGRAFII S ANALYZÁTOREM TEPELNÉ ENERGIE

JAMES A.

Ellutia Chromatography Solutions, Andrew.James@ellutia.com

Policejní laboratoř forenzní vědy a kriminalistiky v Dubaji s přibližně 520 techniků a 200 soudními znalci patří mezi nejlepší na světě. Od roku 2016 sídlí v budově Forenzní vědy a kriminalistiky postavené nákladem ve výši 100 milionů dolarů. Laboratoř používá systém GC/TEA od předních světových výrobců k detekci výbušnin. Tento článek se zaměřuje na to, jak dubajská policie používá plynovou chromatografii (GC) k přesné detekci výbušnin na místech činu.

Potřeba testování

Plynová chromatografie (GC) je mimořádně cenným nástrojem pro detekci výbušnin, protože ne všechny exploze jsou způsobeny výbušním materiálem. V mnoha případech mohou být způsobeny výbušními plyny, jako je např. propan nebo butan. Pro policejní vyšetřování je nezbytné zjistit, zda byla použita výbušnina, a pokud ano, jaký typ. Nalezení stop výbušnin na oděvu nebo věcech podezřelého může být životně důležité pro spojení podezřelého s případem.

Typicky se stopové vzorky odebírají promytím, otřením nebo vysátím povrchu. Vzorky jsou extrahovány do vhodného rozpouštědla, vyčištěny pomocí extrakce na pevné fázi, aby se odstranily kontaminanty, a předběžně se vzorek zakonzcentruje a poté analyzuje vhodnou technikou. Množství výbušnin ve vzorcích může být v rozsahu nanogramů.

Obr. 1: General Dep. of Forensic Science and Criminology (Dubaj)



Proces analýzy výbušnin

Plynová chromatografie nabízí výhody rychlého nastavení přístrojů a vysokou rozlišovací schopnost, která je zvláště důležitá pro stopovou analýzu výbušnin. Účinná separace GC za použití kapilárních kolon umožňuje analýzu a separaci různých esterů dusičnanů, izomerů nitrobenzenu a mono-, di- a tri-nitroaromatických isomerů. Metoda plynové chromatografie s analyzátozem tepelné energie (GC/TEA) vyvinutá policií v Dubaji monitoruje přítomnost 25 výbušnin a produktů jejich rozkladu obsažených ve dvou různých směsných standardech.

Policejní laboratoř v Dubaji má dva instalované systémy GC/TEA. Jeden systém je vybaven jednou kolonou CP-SIL 19, zatímco druhý má duální vstřikovací vstupy a je vybaven kolonami DB-1 a DB-5 (v jednom okamžiku se používá pouze jedna kolona). Každá z kolon má jinou polaritu, což znamená, že analyty jsou na kolonách zadržovány odlišně. Za účelem sledování výkonu systému jsou dva standardy analyzovány na začátku sekvence a pak jsou analyzovány až tři vzorky před opětovným stanovením standardů.

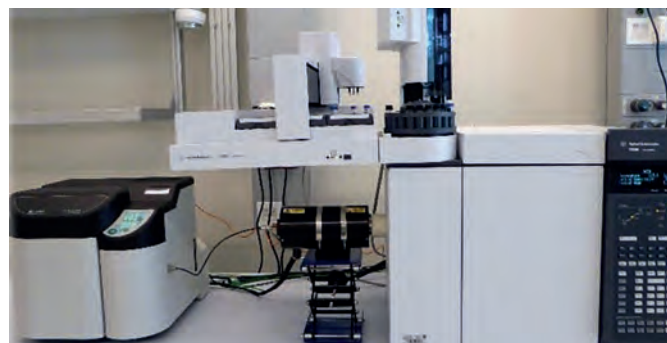
Vzorky se nejprve testují za použití systému GC/TEA. Retenční časy piků (s poměrem signál/šum > 3) pozorované v chromatogramu jsou porovnány s retenčními časy analytů ve standardních roztocích. Pokud je retenční čas piků v rozmezí $\pm 1,0\%$ retenčního času standardu, vzorek se analyzuje za použití jiné kolony GC. Identifikace analytu závisí na retenčním čase analytu, který je ve všech třech kolonách v rozmezí $\pm 1,0\%$.

GC/TEA nabízí vysoký stupeň selektivity, například jsou selektivnější než GC/ECD (detektor elektronového zachytu), ale nabízí podobnou citlivost. Detektory TEA však detekují pouze sloučeniny, které při pyrolýze poskytují oxid dusnatý (NO). Díky tomu jsou vhodné pro analýzu výbušnin obsahujících dusík. Kromě toho má GC/TEA další

výhody oproti technikám, jako je GC/MS (hmotnostní spektrometrie), protože většina neexplozivních kontaminantů neposkytuje odezvu.

Komplexní dvourozměrné metody plynové chromatografie (GC×GC) jsou obvykle používány pro významné zvýšení rozlišení chromatografické separace, což umožňuje analýzu komplexních matric, které obsahují stovky nebo tisíce analytů. Ve skutečnosti má většina metod GC×GC mnohem vyšší separační rozlišení, než je zapotřebí k oddělení všech potenciálních analytů. Minimální detekovatelná koncentrace (nazývaná mez detekce nebo LOD) je typicky v rozsahu 10^{-9} až 10^{-12} [1].

Obr. 2: Policejní laboratoř v Dubaji – Ellutia Nitrogen Chemiluminescence Detector 800 Series TEA připojený k GC systému Agilent



Analytické výzvy

Analýza výbušnin není bez výzev. Za prvé, některé analyty se během průběhu analýzy rozkládají, např. tetryl se rozkládá hydrolyzou na N-methylpicramid. Některé analyty, jako je hexamethylen triperoxid diamin (HMTD), mohou degradovat drahé analytické kolony, zatímco jiné analyty, jako je 3,5-dinitroanilin, mohou způsobit degradaci jiných výbušných analytů (např. TNT a ETN) a nemohou být proto obsaženy společně v analytických standardních roztocích. Tato technika také není vhodná pro výbušniny, které neobsahují nitroso- nebo nitroskupiny (např. TATP), a výbušniny musí být také dostatečně těžké, aby mohly být analyzovány. Zvláště důležitou komponentou analýzy jsou vstřikovací vložky, které pomáhají při odpařování vzorku. Odezva některých analytů, zejména PETN, může být významně ovlivněna, pokud nejsou vstřikovací vstupy čisté.

Budoucnost detekce výbušnin pomocí GC

Metody GC/TEA jsou používány předními světovými forenzními laboratořemi, kterým poskytují rychlé a přesné výsledky. Zároveň jsou vyvíjeny mobilnější a účinnější GC techniky, které umožní analýzu výbušnin na místě pomocí přenosného zařízení GC/TEA. Vzhledem k tomu, že se vyvíjené systémy testují, lze očekávat, že se stanou přesnějšími, než jsou nyní, a zlepšování výsledků povede ke zvyšování stupně jistoty při zajištění a identifikaci podezřelých z trestné činnosti.

Literatura

[1] Fast Chromatographic Method for Explosive Profiling, MDPI March 2015, <https://www.mdpi.com/2227-9075/2/2/213/html>

ANALÝZA INKJET KAPEK V REÁLNÉM ČASE

Firma Krüss představila svůj nový analyzátor kapek – DSA Inkjet. Přístroj je určen k analýze vlastností a letového chování inkoustových kapek poté, co opustí tiskovou hlavu.

Zatímco inkjet technologie pro kancelářské a domácí použití ustupují, průmyslové aplikace zaznamenávají silný růst. K běžným problémům, jakými jsou zasychání tiskových hlav nebo neostrý tisk, dochází i v průmyslovém měřítku a důsledkem mohou být značné dodatečné náklady. Během vývoje inkoustu a při zajišťování kvality musí být proto dokonale nastavena a monitorována interakce mezi tiskovou hlavou a inkoustem. Přístroj DSA Inkjet je navržen speciálně pro tuto úlohu. Obsahuje zabudovanou tiskovou elektroniku, která komunikuje přímo s tiskovou hlavou nainstalovanou v přístroji, a v reálném čase analyzuje kapky inkoustu.

Inovativní technologie pro zobrazení a analýzu kapek

Jakmile je tisková hlava umístěna v přístroji několika jednoduchými kroky, začne intuitivní editor signálů realisticky simulovat elektronické řízení tiskového procesu. Mikroskopická čočka zobrazuje paprsek kapek ostře a s vysokým kontrastem. DSA Inkjet používá nápaditou metodu pro přesnou analýzu kapek inkoustu o objemu pouhých několik pikolitřů při rychlostech letu až 40 m/s. Dva odlišně zabarvené světelné zdroje zablesknou velmi rychle po sobě a poskytnou dvojexpozici kapky v jednobarevném videosnímku. Oddě-

lením dvou barevných kanálů jsou pak získány jednotlivé snímky stejné kapky v intervalu pouhých několika mikrosekund.

Tato metoda otevírá nevídané možnosti zachycení letu kapek v reálném čase, automatické analýzy kapek a získání parametrů, které jsou důležité pro kvalitu tisku. Programově řízená měření poskytují, mimo jiné, střední hodnoty objemu a rychlosti kapek, trajektorii (odklon od vertikály), délku vodní stopky a počet částí kapky, což je důležité pokud dochází k tvorbě satelitních kapek. Data jsou generována jako přímá odezva na dynamicky nastavitelné parametry tisku a slouží jak ke kontrole inkoustu, tak i pro optimalizaci tiskového procesu. Snadná tvorba automatizačních algoritmů také pomáhá dosáhnout opakovatelných podmínek měření při standardizovaných testech formulací inkoustů.

Sledování trysek a automatické určování měřítka obrazu

Smáčení tryskové hlavy během tisku může odklonit proud kapek a ucpat trysky zasycháním inkoustu. Samostatná čočka sleduje trysky zespodu, aby bylo možné zviditelnit nechtěné kapky zachycené v řadě trysek. Další nově vyvinutá funkce zjednodušuje měření reálných rozměrů kapek, jako jsou objem kapky nebo délka stopky. Měřítka obrazu je automaticky určováno s pomocí kalibrační škály, pravidelně promítané do zorného pole kamery. Díky tomu není nutné kalibrovat obraz vždy po změně zoomu, šetří se čas a jsou zajištěny spolehlivé výsledky.

Obr.: Analyzátor kapek Krüss DSA Inkjet



Promyšlená konstrukce pro praktickou udržitelnost

Přístroj DSA inkjet je navržen pro snadné, všestranné a bezpečné používání. Umístění tiskové hlavy a zaostření na jednotlivé trysky je otázkou několika jednoduchých kroků díky jemnému polohování ve třech osách. Přístroj je také vybaven zásobníkem pro dodávání inkoustu do tiskových hlav během dlouhodobých měření, zatímco kapky jsou zachytávány do odpadní nádoby. Odsávací zařízení zabraňuje vystavení nebezpečným parám. Díky krytu s ochranou před UV zářením je možné zkoumat také inkousty tuhnucí pod UV zářením, jako například některé materiály pro 3D tisk.

www.kruss-scientific.com

ZRYCHLENÍ CHROMATOGRFICKÝCH ANALÝZ

Fluidless GC column oven (FCO) je zařízení firmy **GC Ovens Inc.**, které může být snadno instalováno v jakýchkoliv GC nebo GC/MS analyzátech pro zrychlení analýz, které jsou následně až 10krát rychlejší než u analyzátoru s konvenčním vzduchovým ohřevem. Zařízení v podobě řady gradientových ohřivačů je umístěno na analytické koloně. Teplotní profil má reprodukovatelné retenční časy a izotermický průběh. S FCO není zapotřebí médium pro ohřátí nebo zchlazení kolony, což eliminuje teplotní cykly, ke kterým dochází ve standardním GC. Jakmile jsou eliminovány teplotní cykly, může být analyzován jeden vzorek za druhým, což umožňuje velice rychlé analýzy.

Na rozdíl od jiných rychlých metod GC, které mohou být omezeny délkou a průměrem kolony, může být s FCO použita jakákoli analytická kolona z oxidu křemičitého nebo kovu, včetně balených kolon. FCO může být instalována nebo vyměněna jednoduchým připojením kolony k injektoru a detektoru a zapojením kabelů ohřivače do řídicího panelu. Řídicí modul zpracovává teploty a ukládá metody, které lze aktualizovat a prohlížet na jakémkoliv zařízení, jako je počítač, tablet nebo chytrý telefon.

Obr.: Fluidless GC column oven



Řídicí modul je navržen tak, aby napájel dva nezávislé FCO, což poskytuje možnost snadno přepínat mezi analytickými metodami, nebo provozovat obě metody současně ve dvou konfiguracích.

» www.gcovens.com

ANALYZÁTOR PALIV VUV

Analýza hotového benzínu je komplikovaný proces – benzín obsahuje komplex sloučenin a většina rafinérií používá komplikované a zastaralé metody analýzy. Tyto tradiční techniky používají barviva, vícenásobné kolony, ventily a detektory, z nichž všechny musí fungovat v dokonalé

harmonii, aby produkovaly spolehlivé výsledky. Získání přesných výsledků z těchto analyzátorů obvykle vyžaduje předchozí znalosti analyzovaných vzorků a získání těchto informací je obtížné a je to ztráta času a peněz. Tyto přístroje jsou složité a drahé. Když je třeba opravit nebo vyměnit jednu z mnoha částí, rostou náklady na provoz.

Firmy jsou příliš zaneprázdněny, než aby řešily tyto komplikace – potřebují efektivní a spolehlivý analyzátor, který používá pouze jednu kolonu plynového chromatografu, eliminuje přebytkové ventily a detektory, nabízí velmi přesné výsledky jediným stiskem tlačítka, vyžaduje velmi malou rutinní údržbu a nepotřebuje žádná vlastní barviva. Řešením je automatizovaný analyzátor paliv od společnosti **VUV Analytics**.

Automatizovaný analyzátor paliv představuje nejnovější inovaci v oblasti analýzy paliv. Kombinuje schopnosti plynové chromatografie s vakuovou ultrafialovou spektroskopií (GC-VUV), jednoduchost softwaru VUV Analyze™ a metodu ASTM D8071 do jedné snadno použitelné analýzy hotového benzínu.

Výkonný chromatograf s detektorem jsou zásadní pro automatizovanou analýzu paliv a žádný výrobek na trhu není robustnější než GC-VUV. Spektrometr VUV v automatickém analyzátoru paliv je univerzální detektor, protože prakticky každá sloučenina absorbuje ve spektru UV mezi 125 a 240 nm. Tento systém poskytuje neporov-

natelnou selektivitu isomerů a koeluujících analytů bez nutnosti základního chromatografického rozlišení. Chromatografická data a jedinečné spektrální otisky poskytují přesnou a kompletní analýzu PIONA, která není srovnatelná s tradičními přístupy.

Obr.: VUV Analyze™



Jakmile jsou vygenerována data, je potřeba je analyzovat. VUV Analyze umožňuje automatizovanou analýzu paliv porovnáním výsledků proti komplexní spektrální knihovně. Automatizovaný analyzátor paliv je jediný systém, který je v souladu s normou ASTM D8071 pro analýzu typu PIONA a kyslíkatých sloučenin, takže můžete získat přesné údaje o složitých vzorcích při bezkonkurenčních rychlostech. VUV Analyze dokáže přesně a spolehlivě identifikovat koeluující sloučeniny. Tato metoda také vyžaduje pouze zlomek potřebných standardů a materiálů ve srovnání s tradičními metodami.

Některé tradiční analyzátoři pro analýzu paliv vyžadují až 25 různých druhů spotřebního materiálu. Automatizovaný analyzátor paliv VUV má pouze jediný spotřební materiál – deuteriovou lampu, která má životnost tisíce hodin. Vzhledem k tomu, že konstrukce analyzátoru je jednoduchá, tak obsahuje minimum ventilů, nemá vakuovou pumpu a nepotřebuje rekaliibraci. Neexistuje žádný jiný přístroj pro PIONA analýzu na stejné úrovni robustnosti.

» www.vuvanalytics.com

ZVÝŠENÍ CITLIVOSTI GC S FID DETEKTOREM

Generátory vzduchu DBS firmy VICI využívají kombinaci hi-tech filtračních a katalytických technologií k produkci čistého a suchého vzduchu se zbytkovými hladinami uhlovodíků nižšími než 0,1 ppm.

S průtokem od 1 do 30 l/min může jeden generátor zásobovat až 50 FID detektorů. Pro náročnější aplikace, jako je TOC, kontinuální monitorování emisí a řízení procesů, odstraňuje GT Zero Air generátor také CO, CO₂, NOx, SOx a vodní páru. Pro většinu aplikací je k dispozici v provedení pro montáž na stěnu laboratoře nebo v 19" skříňovém provedení.

Obr.: Generátor vzduchu VICI DBS



» www.vici-dbs.com

TBA PLASTOVÉ OBALY

KANYSTRY S KOHOUTKEM

- ◆ Snadná přeprava a manipulace s kapalnými produkty
- ◆ Vyrobeny z HDPE
- ◆ Včetně víčka



RYCHLE ■ JEDNODUŠE ■ ONLINE



EXTRAKCE V MÉNĚ NEŽ 5 MINUTÁCH

EDGE Extraction System od společnosti CEM je sekvenční systém pro rychlou automatickou extrakci rozpouštědlem až 12 vzorků. To umožňuje rychlou extrakci různých vzorků během pouhých 5 minut. Extrakce v systému EDGE se provádí pod tlakem a při zvýšených teplotách, což vede k silnému zrychlení difúzní kinetiky. Kromě této rychlejší desorpce analytů z matrice se zahřívání a chlazení vzorku provádí během několika sekund speciálním postupem.

Obr.: EDGE Extraction System



Zrychlená extrakce rozpouštědlem s EDGE z CEM je podstatně rychlejší než Soxhlet, ultrazvuk, klasický ASE, QuEChERS nebo jiné konvenční metody extrakce a vyžaduje mnohem méně rozpouštědla a zároveň podstatně méně práce.

» www.cem.com

NOVÝ PROTIPOŽÁRNÍ SYSTÉM PRO DŘEVĚNÉ FASÁDY

Akzo Nobel představil nový systém protipožární ochrany pro dřevěné fasády. Klíčovou složkou je velmi efektivní nehořlavý základní nátěr (THS), který nabízí výjimečnou požární odolnost a významné zlepšení efektivity výroby.

Klíčovým prvkem nového systému je ultra-efektivní nehořlavý základní nátěr. Díky svým vynikajícím aplikačním vlastnostem je zapotřebí jen 250 g/m², aby byl vytvořen rovnoměrný a atraktivní vzhled. Což znamená, že je zapotřebí o 29 % méně základního nátěru než u srovnatelných výrobků. Povlak zasychá za méně než dvě hodiny. Systém schválený v EU v souladu s požadovanými normami pro reakci na oheň, vznícení a trvanlivost je klasifikován jako B, což je nejvyšší stupeň nehořlavosti, který lze očekávat u organického materiálu, jako je dřevo.

» www.akzonobel.com

NOVÁ EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLU PIGMENTŮ, PLNIV A BARVIV

Evropská zastřešující organizace průmyslu pigmentů, plniv a barviv Eurocolour se restrukturalizovala. Nové sdružení Eurocolour e.V. založilo 27 firem a šest národních a celosvětových sdružení během zakládající schůzky dne 30. ledna 2019 ve Frankfurtu. Prezidentem byl zvolen Stefan Sütterlin, BASF Colors & Effects GmbH, místopředsedou Dr. Heinz Zoch, Evonik Resource Efficiency GmbH.

„Tímto krokem posilujeme zastoupení evropských zájmů, které mají zásadní význam s ohledem na evropské předpisy a mezinárodní aktivity průmyslu,“ řekl nově zvolený prezident Stefan Sütterlin. Členství v Eurocolour e. V. je otevřeno podnikům vyrábějícím v Evropě i pro národní a globální společnosti.

» www.eurocolour.org

SHINE A ÚOCHB UZAVŘELI LICENČNÍ SMLOUVU NA PŘÍPRAVU IZOTOPU LU-177

Praha, 15. května 2019 – Ústav organické chemie a biochemie AV ČR (ÚOCHB) uzavřel licenční smlouvu na využití nové metody separace prvků vzácných zemin s americkou společností SHINE Medical Technologies, Inc., která usiluje stát se světovou jedničkou v bezpečné, čisté a cenově dosažitelné produkci izotopů pro zdravotnictví. SHINE novou metodu využije k přípravě lutecia-177 pro léčbu rakoviny. Separací techniku vyvinul Dr. Miloslav Polášek, vedoucí skupiny cíleného výzkumu Koordinační chemie zaměřující se na vývoj nových chemických nástrojů pro rozvoj nukleární medicíny a molekulárních zobrazovacích metod.

„Separace tzv. prvků vzácných zemin je velmi obtížná, obzvláště tehdy, když jsou radioaktivní a potřebujete je získat extrémně čisté. Naše technologie, kterou jsme vyvinuli právě pro tyto účely, je schopna výrazně urychlit a rozšířit výrobu Lu-177, které se začíná prosazovat v radioterapii. Jako vědce mě velmi těší, že roky v laboratoři se nyní mohou přetavit do něčeho využitelného v praxi, co navíc pomůže pacientům s rakovinou,“ říká Dr. Miloslav Polášek z ÚOCHB.

Oznámení o spolupráci přichází týden po započatí stavebních prací v Janesville ve Wisconsinu na novém závodě SHINE, v němž se společnost zaměří na výrobu různých izotopů pro lékařské použití, včetně Lu-177. Metoda vyvinutá na ÚOCHB umožní rychle a efektivně oddělovat lutecium-177 od ozářených terčů ytterbia-176 a připravovat tak vysoce koncentrované, tzv. beznosičové Lu-177.

„Protinádorová terapeutika založená na Lu-177, která jsou ve vývoji, slibují velký přínos po celém světě,“ říká Greg Piefer, zakladatel a ředitel SHINE. „SHINE si dala za cíl zajistit dostatek Lu-177 k uspokojení poptávky, protože stále více pacientů se s jeho pomocí může léčit. Technologie vyvinutá na ÚOCHB je klíčová pro naši strategii dostat se rychle na trh.“

„Jsme opravdu nadšení z této nové spolupráce a věříme, že vyústí v pomoc pacientům, kteří se budou moci léčit pomocí Lu-177,“ říká k uzavření licenční smlouvy Martin Fusek, zástupce ředitele pro strategický rozvoj v ÚOCHB.

„To, co Dr. Polášek dělá na tomto poli, je fenomenální. Doufám, že je to jen začátek hodně dlouhé a vzájemně prospěšné spolupráce mezi ÚOCHB a SHINE,“ dodává Katrina Pitas, viceprezidentka firmy pro obchodní rozvoj.

Radioizotopy ve zdravotnictví

Radioizotopy se ve zdravotnictví používají při diagnóze i léčbě. Molybden Mo-99 je radioizotop, který se rozpadá na technecium Tc-99m, které se využívá jako zobrazovací agens při

Obr. 1: Dr. Miloslav Polášek, vedoucí skupiny cíleného výzkumu Koordinační chemie na Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR



více než 40 milionech vyšetření ročně. Především se jedná o náporové testy při diagnostice srdečních onemocnění a kostní skeny k zjištění stádia nádorového onemocnění. SHINE byla založena s cílem zavést bezpečnou, cenově dostupnou a ekologicky neškodnou technologii k produkci řady radioizotopů pro zdravotnictví, včetně Mo-99. Každou hodinou se zhruba 1 % světového Mo-99 rozpadá, a to znamená, že musí být nepřetržitě doplňováno. Současná produkce se omezuje na půl tuctu státních výzkumných reaktorů, z nichž většina je mimo USA.

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

Přední mezinárodně uznávaná vědecká instituce, jejímž hlavním posláním je základní výzkum v oblasti chemické biologie a medicínské chemie, organické a materiálové chemie, chemie přírodních látek, biochemie a molekulární biologie, fyzikální chemie, teoretické chemie a analytické chemie. Nedílnou součástí poslání ÚOCHB je přenos výsledků základního výzkumu do praxe. Důraz na mezinárodní zaměření výzkumu ústí do řady aplikací v medicíně, farmacii a dalších odvětvích.

Obr. 2: Soli lanthanoidů



SHINE Medical Technologies, Inc.

Firma byla založena v roce 2010 a postupně se z fáze rozvoje stává výrobcem radioizotopů pro zdravotnictví. SHINE používá patentově chráněný výrobní proces, který nabízí významné výhody oproti současným nebo navrhovaným technologiím, protože nevyžaduje jaderný reaktor, spotřebovává méně elektrické energie, vytváří méně odpadu a je kompatibilní s dodavatelským řetězcem molybden Mo-99 v USA. V roce 2014 SHINE oznámila uzavření smluv o dodávkách Mo-99 s GE Healthcare a Lantheus Medical Imaging. V roce 2015 pak GE Healthcare s pomocí Argonne National Laboratory prokázala, že Mo-99 od SHINE může nahradit reaktorově vyráběný izotop. V roce 2016 SHINE obdržela od Nuclear Regulatory Commission povolení ke stavbě svého areálu a podepsala smlouvu o dodávce Mo-99 s HTA Co., Ltd., největším čínským distributorem radiofarmak. V roce 2017 začala SHINE stavět první halu ve svém areálu v Janesville, zvanou SHINE Building One. Více na www.shinemed.com.

Dušan BRINZANIK, ÚOCHB,
dusan.brinzanik@uochb.cas.cz

DÍKY OBJEVU VĚDCŮ Z FYZIKÁLNÍHO ÚSTAVU AV ČR BUDE VÝVOJ NOVÝCH LÉKŮ RYCHLEJŠÍ A LEVNĚJŠÍ

Praha, 16. května 2019 – Vědci z Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR publikovali v prestižním americkém časopise *Science*. Jejich výzkum, na kterém se podílela i Vysoká škola chemicko-technologická a farmaceutická společnost Zentiva, se týká nových možností využití rozptylu elektronů na nanokrystalických materiálech.

Základem nové, vylepšené metody je určení takzvané absolutní konfigurace molekul organických sloučenin, tedy i těch, které se využívají jako léčiva. Krystaly těchto molekul byly pro současné metody příliš malé. Výsledky tak mohou přispět k levnějšímu a rychlejšímu vývoji nových léků.

„Určení absolutní konfigurace nově syntetizovaných molekul, které tvoří krystaly pouze v nanorozměrech, bylo doposud velice obtížné, ovšem pro vývoj léků zcela nezbytné, neboť dozorové orgány jako např. U. S. Food and Drug Administration tuto informaci před schválením léku pro trh vyžadují. Naše práce přichází s novým, obecně použitelným postupem, jak určit absolutní konfiguraci organických molekul,“ říká Petr Brázda, hlavní autor článku.

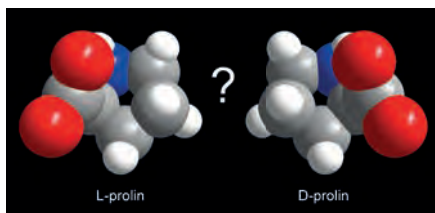
Výzkumné laboratoře tuto metodu budou moci používat a jejich výzkum se zrychlí, zjednoduší a zefektivní. „Už nyní registrujeme zájem farmaceutických firem o používání naší metody,“ doplňuje Lukáš Palatinus.

Absolutní konfiguraci molekul je nutné určovat u tzv. chirálních molekul. Chirální molekula je taková, jejíž zrcadlový obraz se má k původní molekule jako levá ruka k pravé – jsou si velmi podobné, ale nejsou stejné. Z takovýchto molekul jsou tvořeny všechny sacharidy, bílkoviny nebo DNA v živých organismech. Pokud bychom zaměnili chirální molekulu za její zrcadlový obraz, neplnila by v živém organismu svou funkci.

Léčiva jsou v současné době většinou chirální molekuly a mezi účinkem molekul, které jsou si zrcadlovým obrazem, bývá značný rozdíl. Zatímco jedna má terapeutický účinek, druhá ho může mít velice malý, žádný nebo může být dokonce tělu nebezpečná. To je také známý případ léku Contergan, jehož jedna molekula působí proti těhotenské nevolnosti, zatímco druhá způsobuje poškození nenarozeného dítěte.

Na příkladu vhodných a nevhodných léčiv lze vidět, jak zásadní je znalost krystalové struktury pevných látek pro pochopení a vysvětlení jejich vlastností. Strukturní krystalografie, jak se tento obor nazývá, je špičkovou doménou vědců z oddělení strukturní analýzy Fyzikálního ústavu AV ČR. Výsledky aplikace jejich nové metody na materiál obsahující aminokyselinu L-prolin a molekulu antivirotika sofosbuviru budou publikovány v časopise *Science* 17. května 2019, čímž autoři navázali

Obr. 1: Dvě různé absolutní konfigurace molekuly prolínu (označované jako L- a D-prolin) jsou si vzájemně zrcadlovými obrazy (chirální). V živých organismech se vyskytuje pouze L-prolin. Rozptylem elektronů na nanokrystalech se vědcům podařilo určit, jaká z molekul se v připraveném léčivu nachází. (Zdroj: Fyzikální ústav AV ČR)



na dva roky starý úspěch, který se dostal přímo na obálku tohoto časopisu. Tým pod vedením dr. Lukáše Palatinuse tehdy zásadně vylepšil metodu určování poloh atomů v nanokrystalech pomocí rozptylu (difrakce) elektronů, což bylo do té doby velmi obtížné. Nyní čeští vědci rozšířili uplatnění této metody i v oborech, kde je nezbytná znalost absolutní konfigurace organických molekul – např. farmaceutický průmysl nebo molekulárně-biologický výzkum.

Mgr. Petr Brázda, Ph.D. – vystudoval anorganickou chemii na Přírodovědecké fakultě (PřF) UK, doktorský titul získal na PřF UK/ Université L. Pasteur ve Štrasburku. Po doktorátu pracoval v Ústavu anorganické chemie AV ČR a od roku 2014 je členem skupiny elektronové krystalografie vedené L. Palatinusem na FZU AV ČR. Jako člen týmu získal Cenu Akademie věd za vynikající vědecké výsledky a jako spoluautor publikace cenu Evropské mikroskopické společnosti „Outstanding Paper Award 2017 Instrumentation and Technique Development“.

Obr. 2: Mgr. Petr Brázda, Ph.D.



Dr. Lukáš Palatinus – vystudoval mineralogii a geochemii na Přírodovědecké fakultě UK, doktorský titul získal na Univerzitě v Bayreuthu a pracoval na EPFL Lausanne ve skupině prof. Gervaise Chapuise. Od svého návratu z Lausanne v roce 2009 již pracuje trvale na FZU v oddělení strukturní analýzy, kde vede skupinu elektronové krystalografie. Za svou činnost je mj. držitelem Ceny Neuron, ceny Evropské mikroskopické společnosti „Out-

standing Paper Award 2017 Instrumentation and Technique Development“ a vedl tým, který získal Cenu Akademie věd za vynikající vědecké výsledky.

Obr. 3: Dr. Lukáš Palatinus



Literatura

- [1] Brázda P., Palatinus L., Babor M., Electron diffraction determines molecular absolute configuration in a pharmaceutical nanocrystal, *Science* (2019).
- [2] Palatinus L., Brázda P., Boullay P., Perez O., Klementová M., Petit S., Eigner V., Zaarour M., Mintova S., Hydrogen positions in single nanocrystals revealed by electron diffraction, *Science* (2017).

Jan MARTINEK, Fyzikální ústav Akademie věd ČR, martinek@kav.cas.cz

FYZIKÁLNÍ ÚSTAV ZÍSKAL CERTIFIKACI EXCELENCE LIDSKÝCH ZDROJŮ VE VÝZKUMU

Praha, 10. května 2019 – Čtvrtý ústav **Akademie věd ČR – Fyzikální ústav** – se stal držitelem certifikátu HR Excellence in Research, který uděluje Evropská komise. Jako největší pracoviště Akademie věd se tak zařadil do prestižní skupiny evropských institucí majících právo používat tuto certifikaci.

Certifikát je udělován výzkumným organizacím, které usilují o zajištění kvalitních a transparentních pracovních podmínek pro své stávající i nově přichozí pracovníky. Cílem je sladění HR politiky ústavu se 40 body Evropské charty pro výzkumné pracovníky a Kodexem chování pro přijímání vědeckých pracovníků. Mezi ně patří například otevřenost a transparentní přijímání nových zaměstnanců, dvojjazyčnost instituce, podpora rovných příležitostí na všech úrovních řízení nebo profesní rozvoj zaměstnanců.

„Vzhledem k velikosti našeho ústavu, který má přes 1300 pracovníků v rámci 34 oddělení na více než pěti různých pracovištích, je systematická péče o zaměstnance a jejich výběr zásadním faktorem pro zajištění kvalitních výsledků napříč celým ústavem. Získané ocenění je pro nás dobrou zprávou, že jsme na správné cestě ve vytváření prestižního výzkumného prostředí v celoevropském měřítku,“ uvádí Michael Prouza, ředitel FZU.

» www.fzu.cz

BIOPALIVO DRUHÉ GENERACE – VĚDCI Z UNICRE PREZENTOVALI BIOPALIVO Z DŘEVNÍ ŠTĚPKY

Praha, 23. května 2019 – Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s. (UniCRE) představilo biopalivo druhé generace z odpadní biomasy a provedlo testovací jízdy vozidel poháněných biopalivem vyrobeným z dřevní štěpky. Právě biopaliva z dřevní štěpky, ale také třeba z pilin, slámy nebo řas, mohou být jako biosložka druhé generace v blízké budoucnosti přimíchávány do pohonných hmot za účelem plnění stále přísnějších emisních norem stanovených Evropskou unií. V případě transferu technologie do komerčního měřítka přispěje přimíchávání paliva získaného zplyňováním odpadní dřevní hmoty k plnění minimálního energetického obsahu pokročilých biopaliv po roce 2022. Prezentované finální biopalivo vzniká v laboratořích UniCRE v Chemparku Záluží u Litvínova v rámci inovačního projektu COMSYN v mezinárodním unijním programu pro výzkum a inovace – HORIZON 2020.

Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s. (UniCRE) se v roce 2017 zapojilo do inovačního projektu COMSYN financovaného v rámci mezinárodního unijního programu pro výzkum a inovace – HORIZON 2020. Projekt se zaměřuje na výrobu biopaliv druhé generace z odpadní biomasy, jako je dřevní štěpka, sláma a další odpadní materiály. Nové palivo se chemicky i možnostmi použití zásadně liší od nynějších 1G biosložek první generace. Zavedením druhogeneračních paliv získaných technologií Fischer-Tropschovou syntézou se sníží obsah kyslíku a především nenasyčených uhlovodíků způsobujících možný vznik polymerních úsad v palivovém systému osobních vozidel. Ve vztahu k tradičním fosilním palivům pak nabízí produkt technologie Fischer-Tropschovy syntézy vyšší cetanové číslo, což je základní výkonnostní parametr motorových naft.

Po skončení dvouleté testovací fáze zástupci

Obř.: Prezentace biopaliv 2. generace při příležitosti konání vědecké konference k projektu COMSYN



UniCRE a dalších spolupracujících organizací při příležitosti konání vědecké konference k projektu COMSYN prezentovali dosavadní výsledky svého výzkumu. Předvedli, že vyrobené biopalivo z dřevní štěpky nemusí sloužit jen k přimíchávání, ale vozidlo se vznětovým motorem může jezdit čistě na toto nové biopalivo. Na rozdíl od současného metylesteru řepkového oleje navíc nehrozí poškozování motoru vozidla.

Výzkum biosložek druhé generace byl iniciován potřebou splnění stále přísnějších emisních norem stanovených Evropskou unií. EU v roce 2018 schválila směrnici o obnovitelných zdrojích energie (RED II) a stanovila tak ambiciózní plán na zvýšení energetického obsahu pokročilých biopaliv v období po roce 2022 na min. 0,2 %; po 2025 na min. 1 %; resp. po 2030 na min. 3–5 %. Schválením směrnice FQD týkající se kvality paliv byl zároveň potvrzen závazek snížení emisí CO₂ v souvislosti s výrobou a užíváním paliv v dopravě o 6 %. Za současného stavu technologií, znalostí a zdrojů surovin je však velmi náročné těchto cílů dosáhnout. Aby byl splněn požadavek na snížení emisí CO₂ v dopravě, musel by být podíl dostupných kyslíkatých biosložek (MEŘO) v palivech tak vysoký, že by je současné motory mnoha aut ani nedokázaly zpracovat. Proto se pracovníci UniCRE zapojili do mezinárodních aktivit ve výzkumu, rozvoji a zavádění druhé generace biopaliv, která jsou efektivnější, ekonomičtější a šetrnější k přírodě.

„Zkoumali jsme možnosti separace a následného zpracování produktů Fischer-Tropschovy syntézy na rafinérských technologiích. Pro tento účel jsme využívali pilotní destilace a pokusné testovací jednotky pořízené v rámci modernizace výzkumného centra z evropských fondů. Zjednodušeně řečeno, jde o přimíchání frakcí s odlišnými body varu k podobným ra-

finérským proudům a jejich následná úprava na produkty vhodné pro výrobu kvalitních motorových paliv.“ vysvětluje Jiří Hájek, ředitel úseku vývoje a inovací Unipetrol výzkumně vzdělávacího centra, a.s.

Koncept je založen na technologii zplyňování různých druhů odpadní biomasy na syntézní plyny (oxid uhelnatý a vodík). V rámci tohoto konceptu bude konverze probíhat ve výrobních jednotkách malého a středního měřítka, umístěných blízko zdrojů biomasy (10–50 kt/rok produktů Fischer-Tropschovy syntézy). Zkoumanou technologií bude zpracováván dřevní odpad, sláma a další zemědělské zbytky i různé odpadní materiály. Technologie bude v rámci tohoto konceptu začleněna do lokálních výroben elektřiny a tepla, kde bude biomasa zužitkována s 80% energetickou účinností. Odpad nebo biomasa se chemickou reakcí (zplyňováním) převede na tzv. syntetický plyn (vodík a oxid uhelnatý). Následně chemickou reakcí oxidu uhelnatého a vodíku na heterogenních katalyzátorech vznikají žádané uhlovodíky a vodní pára. Kapalné meziprodukty poté budou transportovány do stávajících ropných rafinérií a zde budou využity pro mísení vysoce kvalitních motorových paliv s požadovaným efektem emisních úspor. V rámci konceptu poroste počet zařízení na primární konverzi biomasy a ropné rafinérie budou postupně přeměňovány na výrobní biopaliv.

„Současná evropská legislativa počítá s rostoucím zastoupením pokročilých biosložek v palivech po roce 2022. UniCRE a Unipetrol proto posuzují integraci pokročilých biopaliv do stávajících rafinérských celků. V rámci projektu COMSYN probíhá příprava na realizaci provozního testu, který by v budoucnu měl umožnit zpracování dostupného množství produktů Fischer-Tropschovy syntézy na reálných jednotkách. Dnes již v rafinérii Litvínov probíhá obdobný provozní test, kdy ke standardní fosilní surovině je přimíchán upotřebený rostlinný olej. Výhodou získaného produktu pro motoristy bude vyšší cetanové číslo produktu z biosložky, nevýhodou je pak zejména vyšší cena vstupní suroviny výrazně převyšující cenu rafinovaného rostlinného oleje v potravinářské kvalitě. Pokud získáme prostředky z veřejných zdrojů, plánujeme zkoumat také procesy spojené s pěstováním vodních řas v otevřených nádržích s využitím odpadního oxidu uhličitého ze spalování fosilních paliv nebo jiných dílčích výrobních procesů a následné využití produkované biomasy jako energetické suroviny,“ uzavírá Jiří Hájek.

Lenka BABICKÁ, PR Manager, Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum, a.s.,
lenka.babicka@unicre.cz, www.unicre.cz
Pavel KAJDL, Tiskový mluvčí, Unipetrol a.s.,
pavel.kajdl@unipetrol.cz, www.unipetrol.cz

ROLAND A. FISCHER: „PODPORA MLADÝCH, DIVERZITY A INTERNACIONALIZACE FUNGUJÍ V JAKÉMKOLIV SYSTÉMU“

Světově uznávaný odborník v oblasti anorganické chemie a kovových organických materiálů a vedoucí Centra výzkumu analýzy na Technické univerzitě v Mnichově Roland A. Fischer považuje Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů v Olomouci (RCPTM) za excelentní evropské pracoviště. Svoji sounáležitost s ním stvrdil nejen společným výzkumem, jenž vyústil v publikace v prestižních časopisech, ale i členstvím ve Vědecké radě RCPTM. Cenné zkušenosti dokáže předávat i z pozice viceprezidenta German Research Foundation. O spolupráci s RCPTM a fungování vědeckých institucí u nás a v zahraničí promluvil v rozhovoru pro RCPTM Newsletter 1/2019, který zde přetiskujeme.

Od kdy trvá vaše spolupráce s RCPTM? Co bylo jejím hlavním impulzem?

Spolupracujeme od roku 2015 díky dvěma postdoktorandům, kteří se už dlouho znali, přidružili se k našim dvěma výzkumným týmům a začali budovat další kontakty. V roce 2014 se k mé skupině na Ruhr-Universität Bochum (RUB) podporované Nadací Alexandra von Humboldta přidal Jaya Ramulu Kolleboyina. Tenkrát mě seznámil se svým kamarádem K.K.R. Dattou, který již působil v RCPTM. Má první návštěva v Olomouci se uskutečnila v říjnu 2015 krátce poté, co jsem přijal výzvu přesídlit z RUB na Technickou univerzitu Mnichov (TUM). Doktor Kolleboyina tam v roce 2016 přešel také a od roku 2017 působí v RCPTM. On je tím pojítkem mezi našimi výzkumnými skupinami, vše tak funguje i po odchodu doktora Datty z RCPTM.

Zabýváte se zejména vývojem funkčních materiálů, které lze využít při přeměně energie, katalýze, skladování a separaci plynů, senzorice, fotonice a mikroelektronice. Na čem konkrétně spolupracujete s kolegy z RCPTM?

Štězejní oblast naší spolupráce jsou materiály pro energetické aplikace. Jedná se zejména o nano- a nízkodimenzionální hybridní či kompozitní materiály, které jsou buď složeny nebo vyvinuty z kovových organických sítí (angl. Metal Organic Framework – MOF) a nanouhlíku, jako je například grafen a jemu podobné materiály. Máme zacíleno na pokročilé nanomateriály pro aplikace ve foto(elektro)katalýze – štěpení vody, redukce oxidu uhličitého – a aplikace v oblasti nových elektrodových materiálů v bateriích. Kromě toho se na TUM zabýváme základním výzkumem MOF struktur zaměřeným na jejich aplikace pro separaci (lehké uhlovodíky) a detekování (tenké vrstvy MOF) plynů, fotoniku (nelineární optické vlastnosti MOF), elektricky vodivé MOF a studiem jejich dalších fyzikálních vlastností.

Obr. 1: Roland A. Fischer – vedoucí Centra výzkumu analýzy na Technické univerzitě v Mnichově



Jaké výzvy máte před sebou? Ať už ve spolupráci s olomouckými vědci, nebo na vaší mateřské univerzitě.

Ve vztahu k RCPTM se soustředíme na posílení naší spolupráce. Jinými slovy pracujeme na návrzích společných grantových projektů za účelem získání udržitelného bilaterálního financování a personálního zázemí i v budoucnosti. Toto lze realizovat buď formou DFG-GAČR (Deutsche Forschungsgemeinschaft – Grantová agentura České republiky) bilaterálních grantových výzev nebo prostřednictvím grantů Evropské unie. V této souvislosti konkrétně usilují o sestavení konsorcia v programu Marie Curie European Innovative Training Network pro postgraduální studenty a nedávno například agentura DFG schválila společný projekt TUM/RCPTM s názvem Metal-organic Framework supported metal-oxide semiconductor hetero-nanostructures for efficient photoelectrochemical water splitting (MOFMOX) (FI 502/43-1). S mou skupinou na TUM a ze své pozice ředitele Centra výzkumu katalýzy pracuji na vytvoření velkého centra pro společný výzkum, které si klade za cíl propojit materiálové vědy s vědou o katalýze. TUM také nedávno získala

prestižní grant/pozici ve výzkumné platformě Energy Conversion v rámci německých center excelence German Excellence Strategy for Research at Universities (strategie excelentního výzkumu na německých univerzitách). Naše centrum je členem této platformy a dané vědecké téma je totožné s tématem, které řešíme v rámci spolupráce s RCPTM. Do budoucna tak očekáváme atraktivní synergii.

Od roku 2016 zastáváte pozici viceprezidenta German Research Foundation. Díky spolupráci s českými výzkumníky jste poznal i principy fungování vědy v ČR, můžete tedy srovnávat. V čem vidíte největší rozdíly?

Odpověď na tuto otázku je obtížná. Z toho, co jsem viděl v RCPTM během svých návštěv, a také z informací, které o RCPTM mám jako člen Vědecké rady, je evidentní, že centrum je excelentní. Naprosto to odpovídá standardu nastavenému na mezinárodním poli konkurenceschopných výzkumných organizací. Německý akademický a vědecký systém je ale naprosto odlišný, zahrnuje univerzity, instituty Maxe Plancka, Helmholtzovu asociaci, Leibnizovu asociaci, Fraunhoferovu společnost a tak dál. Je opravdu těžké porovnávat dva systémy, které jsou svou strukturou a velikostí tak rozdílné.

Nicméně máte možnost pohledu zvenčí. V čem vidíte největší slabiny české vědy a co byste naopak vyzdvihl?

Já doporučuji, aby česká věda dále upevňovala a navazovala na postupy, které se v praxi ověřily. Zde může být práce RCPTM příkladem, ale věřím, že existují i jiné. Nicméně, snažil bych se vyvarovat systému „dvou tříd“ tím, že se do prostředí českých univerzit budou integrovat ve velkém rozsahu ty nejexcelentnější výzkumné instituce, jejich zaměstnanci a přední osobnosti. Snažte se rozpoznat, zaměstnat a podporovat mladé akademiky a výzkumníky s vysokým potenciálem. Věnujte pozornost diverzitě a internacionalizaci. Dejte schopným lidem odpovídající peníze! Taková strategie je velice prospěšná a bude fungovat v jakémkoliv systému, i tom českém.

*Přetištěno z RCPTM Newsletter 1/2019,
www.rcptm.com*

Obr. 2: Budova RCPTM v Olomouci



CHEMIE PRO BUDOUNOST: ABYCHOM BYLI SCHOPNI JI ROZVÍJET I NADÁLE

Tímto heslem se řídí v pardubické chemičce Synthesia, kde je více než 6 let generálním ředitelem Josef Liška. Právě jeho jsme se zeptali na to, jak se Synthesii podařilo vypořádat se s ekologickými zátěžemi, do čeho podnik investoval a jaké modernizace se dočkal, ale i na to, co pokládá za největší úspěch.

Co se po dobu, kdy jste v Synthesii generálním ředitelem, v podniku změnilo a kam se jeho stav posunul?

Rozdělil bych to do několika oblastí. První z nich je otázka zdejšího průmyslového areálu. Naše aktivity jsme zaměřili na celkové zlepšení jeho stavu z hlediska infrastruktury a vzhledu. Nešlo jen o otázku komunikací, rozvodů energií a obecně vzhledu budov, ale i o odstranění nevyužívaných objektů a vytvoření lepších podmínek pro firmy, které v areálu působí. Souvisí s tím fakt, že naše společnost zde není jediná. Větších či menších firem v areálu působí více než sto a pro ně všechny zabezpečuje Synthesia kompletní servis. Zajišťuje dodávky energií, fungující infrastrukturu, včetně ostrahy celého areálu a jednotlivých objektů.

Druhou oblastí jsou investice. Ať už do technologií, zvýšení kapacit našich výrobního nebo investice ekologického charakteru. Výčet by byl obrovský, takže zmíním jen, že za posledních šest let jsme proinvestovali víc než 5 miliard korun. Velkou část z toho představují investice do ekologizace naší teplárny, nicméně v průměru se každým rokem vynakládalo přibližně 300 mil. Kč na chemické technologie. Nejen na zvýšení kapacit nebo na obnovovací investice, ale i na úplně nové linky.

Investice šly jistě i do vývoje a výzkumu. Jak se za posledních pár let projevuji v praxi výsledky výzkumu a vývoje?

Výzkumná činnost byla spíše zaměřena na aplikační formu, například na zlepšování užitných vlastností některých našich výrobků. Za zdařilou výzkumnou činností, která následně skončila průmyslovou realizací v oblasti oxidované celulózy, je jeden z našich výrobků, který je trochu odlišného charakteru než běžná chemie. Jde o medicínský prostředek používaný v chirurgii k zastavení krvácení. V posledním období se podařilo vyvinout jeho dvě nové formy, z nichž jedna už je uvedena na trh a u té druhé předpokládáme, že to bude v letošním roce.

Široký je aplikační výzkum v oblasti pigmentů a mohu zmínit rozsáhlou aktivitu v oblasti obnovovacích investic, kde se podařilo navýšit kapacity celé řady našich výrobní, především pak v oblasti organické chemie. Právě tím, že zastaralá zařízení byla nahrazena modernějšími, zvýšila se výrobní kapacita a zároveň došlo ke zlepšení parametrů technicko-hospodářských norem.

Obr.: Ing. Josef Liška, generální ředitel spol. Synthesia, a.s.



Do jaké míry se potýkáte s nedostatkem kvalifikovaného personálu?

Dnes asi není obor, ve kterém by nebyl problém s dostatkem kvalifikovaných pracovníků. My máme velmi dobrou spolupráci s místní střední průmyslovou školou chemickou a s Univerzitou Pardubice, respektive s její Chemicko-technologickou fakultou.

Připravili jsme pro vysokoškoláky program, který je v podstatě systémem brigád. Což je něco, co v minulosti sice bylo běžné, jenomže pak tato aktivita vymizela, a my jsme jí vdechli nový život. Studenti u nás absolvují brigádu, během které docházejí do provozů a pracují na odděleních. Z toho mají nejen finanční prospěch, ale po odpracování určitých hodin dostávají certifikát, ve kterém potvrzujeme, že absolvovali výrobní praxi. Začátky byly skromné, ale dnes projekt využívají desítky studentů, takže jde o aktivitu, kterou jsme zvládli dobře. Kromě toho někteří ze studentů k nám po ukončení univerzity nastoupí do zaměstnání. Podobnou spolupráci máme s chemickou průmyslovkou, kde je jedním z předmětů povinná praxe v naší firmě.

Pořádáme také tzv. Kurz průmyslové chemie, což je rekvalifikační kurz pro naše zaměstnance, kteří nejsou původně chemiky. Jde o kurz podléhající Národní soustavě kvalifikací, takže jeho absolvent po ukončení obdrží certifikát, který potvrzuje určitou úroveň vzdělání. Zaměstnanci mohou absolvovat několik modelů a při splnění určitého počtu mají možnost složit zkoušku na výuční list

a stát se vyučeným chemikem i v pozdějším věku. To je pro nás nejlepší zdroj kvalifikovaných pracovníků, protože tito lidé už u nás pracují a mají praxi.

Stav s pracovními silami nás tak trochu dotlačil k tomu, že jsme se dobře vypořádali s prací pracovníků ze zahraničí. A protože potřebujeme zaměstnance, kteří dokážou nést odpovědnost, jsou schopni se domluvit a něco se naučit, využíváme vlastní program pro získávání pracovníků z Ukrajiny. Ti u nás nastoupí, absolvují kurzy českého jazyka, postupně je začínáme na jednotlivých provozech a zvyšujeme jejich kvalifikaci. V tuto chvíli jich u nás pracuje již více než 80, dalších zhruba 50 je v přípravném procesu na Ukrajině do chvíle, než dostanou všechna potřebná povolení. Neustále pracujeme na jejich komunikační úrovni v českém jazyce, čímž se jim otevírají dveře ke zvýšení chemické kvalifikace, a nám to umožňuje posunout je v jejich kariérním postupu v rámci firmy.

Ted' trochu z jiného soudku. Nejenom chemické podniky, ale i veškerý průmysl se potýká se starými ekologickými zátěžemi. Jak je tomu u vás? Modernizovali jste celý areál, takže jste jistě na nějaká místa, kde bylo třeba sanovat, narazili.

Staré ekologické zátěže zde jsou, byly definovány již před 20 až 25 lety. Tehdy byla podepsána smlouva mezi Synthesií a státem, který na sebe převzal garance za jejich řešení. Pravdou je, že proces je dlouhodobý a finančně náročný. Nicméně se nám již podařilo vyřešit dvě náročné ekologické zátěže.

Jednou z nich byla tzv. laguna betasmoly, což byla obrovská skládka, do které se desítky let ukládaly destilační zbytky z výroby beta-naftolu. Zátěž byla kompletně odtěžena a část odpadních látek posloužila vedlejšímu energetickému využití. Další část se zlikvidovala jako nebezpečný odpad. Bylo odvezeno obrovské množství materiálu, nejen přímo odpadu, ale následně i kontaminované zeminy. Dnes je zátěž zcela vyřešená, práce byly ukončeny v roce 2015.

V letošním roce se podařilo dokončit likvidaci laguny železitých kalů, ve které byly opět odpady z redukce, které se prováděly v minulosti. K dalšímu řešení nám nějaké zátěže ještě zbývají, a proto komunikujeme s ministerstvem financí. A počítáme s tím, že v budoucnu se bude v jejich likvidaci pokračovat.

Velmi důležité je zmínit, že se stále provádí trvalý monitoring zátěží, jsou okolo nich vrty, odebírají se vzorky spodních vod, ty se testují. Žádná ze zátěží se v tuto chvíli s provozem firmy nezvyšuje a neohrožuje podzemní vody. Jsou to lokálně ohraničené problémy, které je potřeba do budoucna dořešit.

Jak tedy podnik řeší své odpadní vody?

Od konce 80. let využíváme čistírnu odpadních vod, která byla od začátku brána jako společný podnik mezi Synthesií (tehdejšími Východočeskými chemickými závody) a městem Pardubice. Technologicky čistírna funguje stále stejně, nicméně po roce 2000 proběhla její modernizace a Synthesia čistírnu městu prodala, ale na základě dlouhodobé smlouvy se zde naše odpadní vody stále čistí.

V areálu máme ještě vlastní čistírnu, která je výrazně menší a likviduje odpadní vody z výroby nitrocelulózy. Čistička pracuje na trochu jednodušším principu, protože voda zde není znečištěna takovým množstvím chemických organických látek.

Proběhla modernizace energetického zdroje, v jaké fázi se teď nachází?

Modernizace proběhla ve dvou etapách. Nejprve jsme nainstalovali dva nové kotle, jeden plynový a druhý fluidní. Plynový funguje bez problémů od roku 2015; na fluidním probíhá optimalizace provozu. A nyní běží druhá etapa, kdy instalujeme třetí cirkofluidní kotel, který by měl být dokončen v letošním roce. Už po první etapě klesly velmi výrazně emise, především oxidu siřičitého, oxidů dusíku, poléťavého prachu a tuhých znečišťujících látek. U všech parametrů znečištění kleslo o desítky procent. A po dokončení druhé etapy bude logicky ještě nižší. Jsem přesvědčen, že

konkrétně tato investice výrazně přispěla ke zlepšení stavu ovzduší nejenom v Pardubicích, ale i v celém Pardubickém kraji.

Co považujete za posledních pět let za opravdový úspěch?

O výrazných úspěších jsem se vlastně zmínil ve všech dosavadních odpovědích. První je zlepšení stavu areálu, což je viditelná proměna, kterou až doteď firma za posledních 25 až 30 let jistě neprošla. Určitě sem patří i dlouhodobě stabilní pozitivní hospodářský výsledek, který se odrazil v celé společnosti. Nejen proto, že byly vytvořeny prostředky pro zlepšování stavu areálu a na investice, ale v neposlední řadě i na zlepšení podmínek pro zaměstnance. V průběhu posledních šesti let vrostla průměrná mzda přibližně o 50 %.

Když to shrnu, úspěch je pro mě to, že se Synthesia pevně ukotvila v pozitivních číslech, v kladném hospodářském výsledku, a společnost se řídí heslem: „Chemie pro budoucnost“, tak abychom ji byli schopni rozvíjet i nadále.

Zmínil jste pozitivní hospodářský výsledek, ten je navázán na ekonomické cykly. Růst se zpomaluje a lze předpokládat i zpomalení průmyslu, počítáte s tím do budoucna? Připravujete nějaké nástroje na situaci, kdy poptávka bude klesat?

Když to řeknu stručně, tak ano. V období, kdy jsme dosahovali velmi dobrých výsledků, jsme

si tvořili rezervy na budoucí opravy zařízení. Snažili jsme se udělat maximum nejrozličnějších aktivit v oblasti infrastruktury v letech, kdy se dařilo, protože když naše silnice opravíme teď, tak dalších 20 let nebudou velké opravy nutné. Vytvořili jsme rezervy na budoucí opravy, které využijeme, aby nedošlo ke zpomalení našich aktivit.

Sice neabsolutní, ale určitou ochranu máme v tom, že naše výrobní portfolio je široké. Projevilo se to několikrát, když jedna část měla problémy, další fungovaly dobře a stabilně. Některé z našich výrobků jsou výjimkou, protože jde o výrobky, které se spotřebovávají vždy, ať krize je anebo není.

Tím máte na mysli komodity do farmacie?

Například. V případě našeho vitamínu D2 jsme jediným výrobcem v Evropě i Americe, takže si myslím, že tady žádná krize výrobu nezbrzdí. Ačkoliv širokost našeho portfolia přináší nějaké problémy, z hlediska hospodářského cyklu je to pro nás výhoda. A je jasné, že pokud nějaká krize přijde, a ona přijde, pak je to vždy o utlumení aktivit, které si firma může dovolit jen v období růstu a zvýšené poptávky.

Děkuji Vám pane řediteli za zajímavý rozhovor.

*Pro CHEMAGAZÍN připravil
Pavel MOHRMANN,
info@chemmagazin.cz*

INTERTEC



Katanax® X-300

nová generácia elektrickej viacmiestnej tavičky, ktorá slúži k automatickej príprave sklenených diskov pre XRF analýzu, alebo roztokov pre ICP a AAS analýzu.

- možnosť konfigurácie podľa požiadaviek zákazníka (1, 2, alebo 3 miestna)
- vysoký výkon - až 15 vzoriek za hodinu
- extra vysoká presnosť - precízne riadenie teploty pomocou DTP (dynamický teplotný profil) a individuálnou kompenzáciou jednotlivých vyhrievacích prvkov (chránené patentom)
- jednoduchá obsluha a tvorba vlastných programov, ľahká výmena keramických vyhrievacích elementov
- spoľahlivá a robustná konštrukcia, vyhrievacie prvky sú odolné voči tavidlám a iným chemikáliám
- vysoká bezpečnosť prevádzky
- výhodný pomer výkon / cena

INTERTEC s.r.o., CSA 6, 974 01 Banská Bystrica, Tel.: 0905 441 876, e-mail: intertec@intertec.sk, www.laboratornepristroje.sk

INTERTEC

STAV CHEMICKÉHO PRŮMYSLU ČR V ROCE 2018

SOUČEK I.^{1,2}, ŠPAČEK M.³, DRÁŽDIL M.¹

1 Svaz chemického průmyslu ČR, drazdilm@gmail.com, ivan.soucek@schp.cz

2 Vysoká škola chemicko-technologická (VŠCHT), Praha, ivan.soucek@vscht.cz

3 Vysoká škola ekonomická (VŠE), Praha, miroslav.spacek@vse.cz

Článek shrnuje vývoj chemického průmyslu v EU a v České republice v roce 2018 v návaznosti na podobné analýzy publikované v časopise CHEMAGAZÍN v minulých letech. V článku se analyzují klíčové ukazatele výkonnosti a produktivity a předkládá se jejich srovnání jak pro jednotlivé odvětví Nace (Nace 20, 21, 22), tak i pro chemický průmysl EU (Nace 20) a zpracovatelský průmysl ČR, který tvoří srovnávací základnu. V článku je zvláště komentován vývoj přidané hodnoty a produktivity práce v chemickém průmyslu ČR a jsou vymezeny základní parametry výkonnosti chemického průmyslu ČR v letech 2017 a 2018.

1 Úvod

Výsledky chemického průmyslu v ČR v roce 2018 (bez rafinérského zpracování ropy, jehož výsledky vzhledem k individuálním datům Český statistický úřad, kromě tržeb neuvolnil), ovlivnil vývoj domácí i zahraniční ekonomiky, který oproti roku 2017 přinesl zpomalení, respektive stagnaci, růstu tržeb a některých dalších ukazatelů.

Výsledky chemického průmyslu ČR v roce 2018 lze stručně shrnout takto:

- **v odvětví CZ Nace 20 – chemický průmysl** vzrostly tržby dle provedeného odhadu meziročně o dvě procenta, zatímco ve dvou zbývajících odvětvích, tj. v CZ Nace 21 – farmaceutický průmysl a v CZ 22 – gumárenský a plastikařský průmysl, stagnovaly na úrovni předcházejícího roku díky zpomalení růstu v některých navazujících odvětvích, včetně automobilového průmyslu.
- **u většiny průmyslových a finančních ukazatelů došlo v porovnání s rokem 2017 k růstu hodnot.** Počet pracovníků ve sledovaných agregacích odvětví chemického průmyslu vzrostl meziročně o 1,4 % (+1 793), hlavně zásluhou přírůstků pracovníků v chemickém (+ 932) a farmaceutickém průmyslu (+ 517);
- **vývoz z odvětví chemie vzrostl proti roku 2017 o více než tři procenta na 438,3 mld. Kč, zatímco dovoz se zvýšil o 3,3 % na 590,8 mld. Kč.** Díky tomuto vývoji vysoké záporné saldo chemie po letech meziročně stoupl o 5,95 mld. Kč na minus 152,6 mld. Kč. Podíl vývozu na celkových tržbách odvětví velké chemie – vývozní výkonnost – v roce 2018 dosáhla 87,4 %, oproti 85,4 % v roce 2017, přičemž nejvyšší byla v odvětví CZ Nace 21 – farmaceutický průmysl (190,1 %), naopak nejnižší v CZ Nace 22 (68,6 %);
- **oproti roku 2017 se nepříznivě vyvíjel finanční ukazatel účetní přidaná hodnota, jehož hodnota ve velké chemii meziročně klesla o 3,2 procenta na 146,4 mld. Kč.** Zvýšila se jen v odvětví CZ Nace 21 (+ 3 %), zatímco ve zbývajících dvou odvětvích klesla, z toho v CZ Nace 20 o tři procenta a v CZ Nace 22 o 4,3 procenta.

2 Použité metody

Článek je koncipován na základě jak primárních tak i sekundárních dat shromážděných z českých podniků chemického průmyslu, stejně jako podkladů zpracovaných pro SCHP ČR (SCHP, 2019) s použitím Ročenky chemického průmyslu ČR 2019, dat a informací z databázi Eurostat (Eurostat, 2019), Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2018 a 2019), celních statistik a Cefic (Cefic, 2019) pro odvětví Nace 20, 21, 22⁽¹⁾. Pro analýzu literárních zdrojů byla využita obsahová analýza.

(1) Do odvětví chemického průmyslu jsou v tomto článku zahrnuty tři agregace: chemický průmysl (CZ Nace 20), farmaceutický průmysl (CZ Nace 21), gumárenský a plastikařský průmysl (CZ Nace 22). **Výrobní program** subjektů v agregaci:

– **chemický průmysl** tvoří anorganické a organické chemikálie, průmyslová hnojiva, základní petrochemické produkty, plastické hmoty v primární formě a syntetické pryskyřice, syntetické kaučuky, barvy, barviva a pigmenty, agrochemikálie, kosmetické a čisticí prostředky, chemická vlákna a řada ostatních chemických výrobků (fotochemikálie, lepidla, výbušniny apod.);

– **farmaceutický průmysl** (léčiva);

– **gumárenský a plastikařský průmysl** zahrnuje výrobu pneumatik včetně protektorování a vzdušnic, dále široký sortiment produktů z plastů pro výrobní spotřebu a finální užití.

(2) Obsah kapitoly byl zpracován ve spolupráci s Raiffeisenbank a.s.

Návazně článek využívá odvětvovou komparaci mezi jednotlivými sektory chemického a zpracovatelského průmyslu. Rovněž byly využity nestrukturované rozhovory s manažery českého chemického průmyslu zaměřené na identifikaci základních hybných sil, silné a slabé stránky českého chemického průmyslu a perspektivu rozvoje v kontextu zpomaleného růstu HDP. Délka každého rozhovoru byla cca 60 min, přičemž rozhovory byly písemně zaznamenávány. Celkem bylo realizováno 11 rozhovorů.

Pokud jsou uváděny údaje za rok 2017, jsou přepočteny na metodiku a strukturu platnou v roce 2018 s tím, že provedené analýzy jsou založeny na meziročním porovnání vývoje v CZ Nace 20, 21, 22. Ve statistice chemického a zpracovatelského průmyslu jsou zahrnuty výsledky za všechny podnikatelské subjekty, stejně jako v případě přidané hodnoty a hmotných investic. Údaje o zahraničním obchodu zahrnují veškeré vývozy a dovozy produktů v CZ-CPA (Standardní klasifikace produkce).

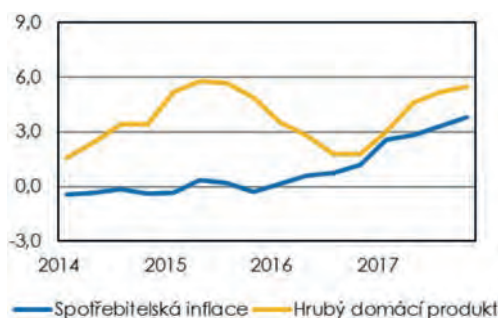
3 Ekonomický vývoj ČR v roce 2018⁽²⁾

Oživení české ekonomiky, která se nachází na vrcholu hospodářského cyklu, trvá už více než čtyři roky. Průměrný růst HDP v roce 2018 dosáhl více než 5 %, což byl druhý nejvyšší roční růst od roku 2008. Růst české ekonomiky však již narazil na hranice svých kapacit, především na trhu práce. Achillovou patou rychlé ekonomické expanze je téměř dvojnásobně rychlejší růst mezd než růst produktivity práce (viz též souhrnné výsledky odvětví chemického průmyslu v dalším textu). Spotřeba domácností na zboží a služby vzrostla meziročně o 4,3 % a přispěla k hospodářskému růstu 2,0 p.b. Firmy ale riskují ztrátu konkurenceschopnosti, pokud růst produktivity nedožene růst mzdových nákladů. Dlouho odkládané modernizace výrobních kapacit dominují investičním plánům většiny firem a tak lze očekávat, že i v letošním roce budou investice spolu se spotřebou hlavními motory ekonomické expanze.

V celoroční bilanci HDP za minulý rok patří hlavní zásluha rostoucí zahraniční poptávce. Nicméně v poslední fázi roku začal růst zahraniční poptávky zaostávat a pozorujeme pokles významu zahraničního obchodu na růstu HDP. Data z posledního čtvrtletí ukazují na pomalejší růst vývozu než dovozu (pro odvětví chemického průmyslu je to dlouhotrvající trend). Tradičním tahounem české ekonomiky je zpracovatelský průmysl, jehož výkonnost vzrostla meziročně o téměř 4 % a má pozitivní saldo zahraničního obchodu. Dařilo se hlavně výrobě motorových vozidel, elektroniky a jiných odvětví. Ekonomika sice začíná pomalu sestupovat z vrcholu konjunktury, nicméně příštích několik let se udrží nad svým dlouhodobým potenciálem růstu.

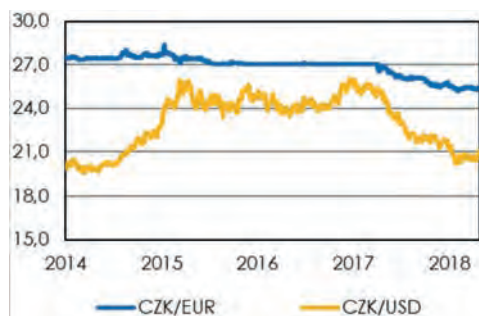
Spotřebitelská inflace se již od začátku roku 2017 pohybovala v horní polovině tolerančního pásma ČNB. V momentě ukončení intervenčního programu ČNB v dubnu 2017 byla sice inflace přesně na svém dvouprocentním cíli, ale od té doby ale postupně narůstala. V roce 2018 růst spotřebitelských cen vrcholil až k úrovni 3,5 %, což byla nejvyšší míra od roku 2011.

Graf 1: Vývoj české ekonomiky (v %, r/r) – zdroj: Macrobond, Raiffeisenbank



Česká koruna má za sebou rok plný pozornosti. Česká národní banka začátkem dubna minulého roku ukončila po více než třech letech svůj jednostranný kurzový závazek držet měnový kurz nad hranicí 27 korun za euro. Opuštění závazku proběhlo i přes prognózy krizových scénářů překvapivě poklidně. Uvolnění koruny otevřelo prostor pro její apreciaci, kdy se podařilo koruně uzavřít rok na hodnotě 25,50 Kč za euro. Pohledem reálné konvergence měřeno reálným efektivním kurzem posílila koruna o 7,5 %. Za tím stojí kromě již zmínovaného posílení nominálního kurzu i rychlejší růst produktivity a inflační diferenciál ve srovnání s našimi obchodními partnery.

Graf 2: Vývoj české koruny – zdroj: Macrobond, Raiffeisenbank



4 Vývoj chemického průmyslu EU v roce 2018⁽³⁾

Chemický průmysl EU-28 je čtvrtým největším producentem ve zpracovatelském průmyslu EU. S obratem 577 mld. EUR a objemem vytvořené přidané hodnoty (299 mld. EUR, včetně farmacie a gumárenského a plastikářského průmyslu) je dokonce vedoucím sektorem v regionu.

Je třetím největším odvětvím a k přímé zaměstnanosti zpracovatelského průmyslu EU přispívá 3,3 mil. lidí (podíl 11,6 %). Produktivita práce v chemickém průmyslu je o 77 procent vyšší, než činí průměr zpracovatelského průmyslu EU, a mezi léty 2007 až 2017 tu rostla ročně v průměru o 1,7 %.

Jestliže v roce 2015 v EU investovalo 2097 tisíc podniků operujících v rámci zpracovatelského průmyslu celkem 253 miliard EUR, pak chemický průmysl EU byl vůbec největším investorem s investicemi ve výši 45,7 mld. EUR a předstihl tak i automobilový průmysl, který investoval 38 mld. EUR. Tento trend zůstane pravděpodobně zachován i v následujících letech.

Chemický průmysl EU zásobuje téměř všechny sektory ekonomiky včetně stavebnictví a jeho největšími odběrateli jsou gumárenský a plastikářský průmysl (podíl 13,9 %), stavebnictví (7,9 %), průmysl papíru a celulózy (4,6 %) a automobilový průmysl (4,3 %). Téměř dvě třetiny chemikálií dodává do průmyslových sektorů, včetně stavebnic-

tví. Zbývající více než jedna třetina jde do dalších oblastí ekonomiky, jako jsou zemědělství, služby apod.

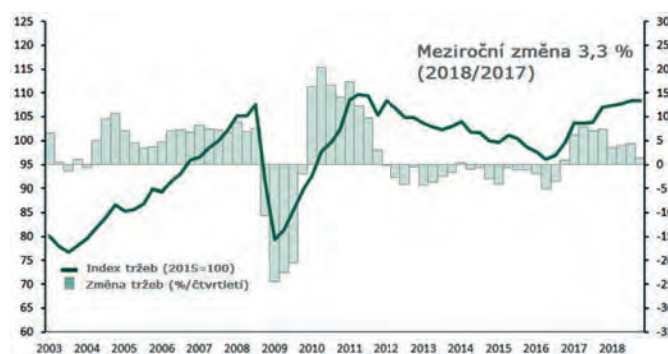
Podle odhadu Eurostatu a Cefic se podíl chemický průmysl EU (bez farmacie) na tvorbě hrubého domácího produktu EU-28 cca 1,1 %. Zdánlivě se to může jevit jako nízký podíl, ale je nutno brát v úvahu klesající podíl průmyslu na tvorbě HDP ve vyspělých zemích a naopak růst podílu sektoru služeb. Podíl zpracovatelského sektoru EU-28 na tvorbě HDP totiž klesl z 23,7 % v roce 1995 na necelých 15 % v roce 2017 (v ČR se tento podíl pohybuje kolem 25 %).

Graf 3: Vývoj produkce chemického průmyslu EU 2003–2018 – Zdroj: Cefic (2019)



V minulém roce tržby chemického průmyslu EU-28 dosáhly hodnoty 577 mld. EUR a oproti roku 2017 sice došlo ke zvýšení tržeb (tento ukazatel však byl ovlivněn zvýšením cen, zatímco ve hmotovém vyjádření výkonnost evropského chemického průmyslu poklesla). Přitom tržby v tuzemsku (tedy uvnitř EU-28) činily 415,5 mld. EUR, což je nárůst oproti roku 2017 o 2,9 % – viz zpráva CEFIC – Chemicals Trend Report ze dne 11.4.2019.

Graf 4: Vývoj tržeb chemického průmyslu EU 2003 – 2018 – Zdroj: Cefic (2019)



5 Vývoj chemického průmyslu ČR v roce 2018⁽⁴⁾

Základní ukazatele chemického průmyslu v ČR dosažené v roce 2018 uvádí tabulka 1.

Tržby vycházejí z prodeje v tuzemsku a z dodávek na export v běžných cenách. Ukazatele za jednotlivé agregace a obory chemického průmyslu v porovnání se zpracovatelským průmyslem přibližuje tabulka 2. Z tabulky je patrné, že se vývoj v porovnání se změnami mezi lety 2017–2016 zpomalil a v tržbách odpovídá i celoevropským trendům.

Pozici chemického průmyslu v ČR ve zpracovatelském průmyslu ČR, vyjádřenou jako jeho podíl v % na základních ekonomických ukazatelích v roce 2017 a 2018, dokládá graf 5 (jak již bylo dříve zmíněno, v grafu nejsou zahrnuty údaje za rafinérské zpracování ropy).

Jak vyplývá z grafu 5, v roce 2018 došlo u tržeb k meziročnímu poklesu podílu odvětví na zpracovatelském průmyslu, a to v tržbách z 11,6 % v roce 2017 na 11,3 % v roce 2018. Stagnace byla zaznamenána u ukazatele podíl na vývozu, který nepatrně klesl na úroveň 10,4 %. Také podíl počtu zaměstnanců stagnoval na úrovni 11,2 %,

(3) Obsah kapitoly byl na základě informací zpracovaných Cefic v 04/2019

(4) Obsah kapitoly byl zpracován na základě Ročenky SCHP ČR za rok 2018

Tab. 1: Základní ukazatele chemického průmyslu v ČR roku 2018 – Zdroj: vlastní zpracování

Ukazatel	Jednotka	Chemický průmysl (CZ Nace 20)		Farmaceutický průmysl (CZ Nace 21)		Gumárenský a plastikařský průmysl (CZ Nace 22)		Chemický průmysl celkem		Zpracovatelský průmysl ČR celkem	
		2018	Index 18/17 [%]	2018	Index 18/17 [%]	2018	Index 18/17 [%]	2018	Index 18/17 [%]	2018	Index 18/17 [%]
Tržby z průmyslové činnosti	mil. Kč b.c.	183 700	102,2	34 198	99,9	283 563	106,3	504 461	99,8	4 457 097	103,9
Vývoz (CZ - CPA) (x)	mil. Kč b.c.	178 655	104,4	64 990	107,3	194 564	100,6	438 209	103,1	4 203 867	103,8
Dovoz (CZ - CPA) (x)	mil. Kč b.c.	294 237	105,4	115 091	105,9	181 492	98,7	590 820	103,3	3 690 503	104,9
Počet pracovníků (průměr)	osob	30 050	103,2	10 262	105,3	89 229	100,4	129 541	101,4	1 155 632	101,2
Měsíční mzda (průměr)	Kč	35 728	108,7	36 694	108,6	30 437	107,5	34 409	108,0	31 717	107,4
Tržby v b.c. na 1 pracovníka za měsíc	tis. Kč	509	99,0	278	94,9	265	99,6	323	99,3	338	108,0
Přidaná hodnota na 1 prac. za měsíc (b.c.)	tis. Kč	133	93,7	110	98,2	79	95,2	94	96,0	79	98,8
Hmotné investice	mil. Kč b.c.	12 516	87,9	8 418	240,7	29 586	182,1	50 520	148,6	246 313	117,1
Přidaná hodnota	mil. Kč	47 942	142,7	13 513	102,9	85 016	95,8	146 471	96,8	1 098 190	100,7

x) Vývoz i dovoz zahrnuje veškerý export a import v CZ CPA za celou ČR.

xx) V porovnání s předchozími obdobími jsou od roku 2016 data v této příloze agregována pouze za CZ Nace 20, 21 a 22, tj. nejsou obsažena individuální data CZ Nace 19.2) – rafinérské zpracování ropy, která ČSÚ neuvolnil.

Tab. 2: Vývoj tržeb v chemickém průmyslu ČR v r. 2016–2018 v porovnání s vývojem zpracovatelského průmyslu – Zdroj: vlastní zpracování

Agregace/obor	Tržby v b.c. [mld. Kč]			Index 18/17 [%]	Index 18/17 [%]
	2016	2017	2018		
Chemický průmysl	171,5	179,7	183,7	104,8	102,2
Farmaceutický průmysl	31,5	34,2	34,2	108,3	100,0
Gumárenský a plastikařský průmysl	267,2	284,0	283,6	106,3	99,9
Chemický průmysl celkem	470,2	497,9	501,5	106,9	100,7
Zpracovatelský průmysl	4 013	4 291	4 457	106,9	103,9

Poznámka: všechny organizace odvětví (Zdroj: odhady ČSÚ a MPO)

přičemž jejich počet v chemickém průmyslu v roce 2018 meziročně vzrostl o 1 793 lidí na 129 541 (došlo tedy k poměrnému zvýšení počtu zaměstnanců v celém zpracovatelském průmyslu ČR), resp. počet pracovníků ve zpracovatelském průmyslu ČR ve stejném období stoupl proti roku 2017 o 1,2 % (+14 049) na 1 155 632 osob. Oproti roku 2017 poklesl podíl přidané hodnoty chemického průmyslu na přidané hodnotě celého zpracovatelského průmyslu ČR – z 13,9 % v roce 2017 na 13,3 % v roce 2018.

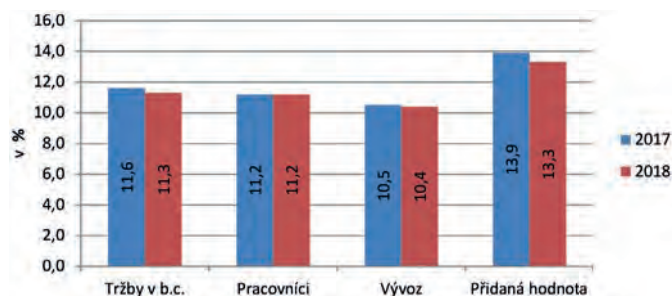
V roce 2018 se absolutní objem účetní přidané hodnoty (ÚPH) v chemickém průmyslu (bez rafinérského průmyslu) v porovnání s předcházejícím rokem poměrně výrazně snížil, a to hlavně díky stagnaci tržeb v odvětví CZ Nace 21 a 22. Nárůst ÚPH vykázal jen farmaceutický průmysl (CZ Nace 21) – o 2,8 % na 13,5 mld. korun. Naopak pokles přidané hodnoty vykázaly obě zbývající agregace. Zatímco v CZ Nace 20 objem ÚPH klesl téměř o tři procenta, v CZ Nace 22, kde se vytváří největší objem přidané hodnoty (58 %), se meziročně snížil o 4,2 %. Celkově se objem ÚPH v chemickém průmyslu v roce 2018 snížil oproti 2017 o 4,85 mld. Kč, tj. o 3,2 %, zatímco ve zpracovatelském průmyslu ČR byl nepatrný nárůst proti roku 2017 (+0,7 %). Základní údaje jsou uvedeny v tabulce 3.

Poměr ÚPH k tržbám (tab. 4) se v chemii meziročně zhoršil o 1,2 procentního bodu, přičemž k poklesu došlo v agregaci CZ Nace 20 (–1,4 %) a v agregaci CZ Nace 22 (–1,3 %), zatímco jen ve farmácii zaznamenali nárůst o 1,1 %. Ve zpracovatelském průmyslu i tento poměrový ukazatel

Tab. 3: Přidaná hodnota v chemickém průmyslu ČR v letech 2017 a 2018 – Zdroj: vlastní zpracování

Agregace/obor	Účetní přidaná hodnota		
	[mil. Kč]		Index [%]
	2017	2018	
Chemický průmysl (CZ Nace 20)	49 394	47 942	97,1
Farmaceutický průmysl	13 137	13 513	102,9
Gumárenský a plastikařský průmysl	88 785	85 016	95,8
Chemický průmysl celkem	151 316	146 471	96,8
Zpracovatelský průmysl ČR celkem	1090107	1098190	100,7

Graf 5: Podíly chemického průmyslu na základních ukazatelích ZP ČR v roce 2017 a 2018 – Zdroj: vlastní zpracování



Poznámka: tržby jsou uvedeny v b.c. = běžné ceny

v roce 2018 meziročně klesl o 0,9 %. Chemickému průmyslu se tak v roce 2018 již nedařilo zvyšovat podíl přidané hodnoty na tržbách. Ve farmaceutickém průmyslu, kde se díky uvádění nových generací léčiv dařilo zvyšovat přidanou hodnotu, je tento podíl stále ještě rostoucí.

Zaměstnanost v chemickém průmyslu v roce 2018 stoupla oproti roku 2017 o 1,4 % (+ 1 793 osob) na 129 541 osob, zatímco ve zpracovatelském průmyslu o 1,2 % (+ 14 049 osob) na 1 155 632 osob. Vývoj jednotlivých agregací je uveden v tabulce 5.

Nárůst počtu pracovníků v roce 2018 zaznamenala všechna odvětví v rámci „velké chemie“, přičemž nejvíce lidí meziročně přibývalo v odvětví CZ Nace 20 (+ 932 osob), zatímco přírůstky v dalších odvětvích byly nižší – v CZ Nace 21 (+ 517) a v gumárenském a plastikařském průmyslu (+ 344).

Tab. 4: Poměr účetní přidané hodnoty k tržbám v % – Zdroj: vlastní zpracování

Poměr účetní přidané hodnoty k tržbám [%]			
Agregace	2016	2017	2018
Chemický průmysl (CZ Nace 20)	20,2	27,5	26,1
Farmaceutický průmysl	38,1	38,3	39,5
Gumárenský a plastikářský průmysl	32,2	31,3	30,0
Chemický průmysl celkem	28,2	30,4	29,2
Zpracovatelský průmysl ČR celkem	25,8	25,5	24,6

Tab. 5: Zaměstnanost, produktivita práce, průměrné mzdy v chemickém průmyslu v roce 2018 – Zdroj: vlastní zpracování

Agregace/obor	Počet pracovníků		Produktivita práce				Prům. měsíční mzda	
	osob	Index 18/17	z tržeb v b.c.		z přidané hodnoty		[Kč]	Index 18/17 [%]
			[tis. Kč/měsíc]	Index 18/17	[tis. Kč/měsíc]	Index 18/17		
Chemický průmysl	30 050	103,2	509	99,0	133	93,7	35 728	108,7
Farmaceutický průmysl	10 262	105,3	278	94,9	110	98,2	36 694	108,6
Gumárenský a plastikářský průmysl	89 229	100,4	265	99,6	79	95,2	30 437	107,5
Chemický průmysl celkem	129 541	101,4	323	99,3	94	96,0	34 409	108,0
Zpracovatelský průmysl ČR celkem	1 155 632	101,2	338	108,0	79	98,8	31 717	107,4

Ukazatel produktivity práce z tržeb se meziročně zhoršil ve všech třech sledovaných agregacích, přičemž ale ve zpracovatelském průmyslu celkem se zvýšil o 8 %. Také ukazatel produktivity práce z účetní přidané hodnoty se loni vyvíjel nepříznivě, zvláště v odvětví CZ Nace 20, kde jeho hodnota meziročně klesla o 6,3 % a ve zpracovatelském průmyslu jako celku, kde se snížila o 1,2 %.

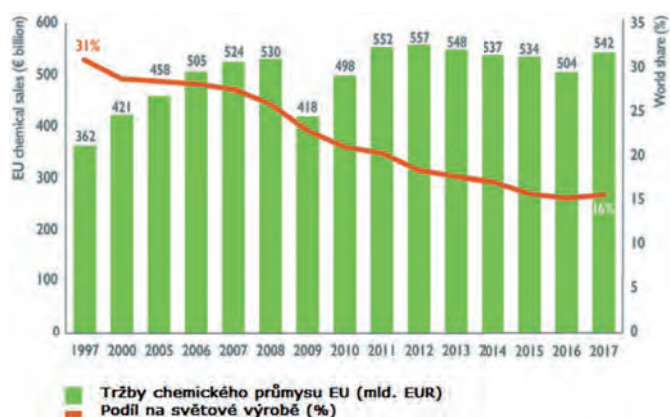
Růst mezd v chemickém průmyslu v roce 2018 kopíroval vývoj mezd v dalších zpracovatelských odvětvích a pohyboval se většinou mezi 7,5 a 8,7 procenty, zatímco ve zpracovatelském průmyslu dosáhl v průměru 7,4 %.

6 Závěr

Z pohledu vývoje chemického průmyslu v EU a ČR lze zaznamenat následující „varovné“ skutečnosti:

Vývoj chemické produkce v EU v roce 2018 zaznamenal oproti roku 2017 pokles o 0,8 %, což bylo „skryto“ vývojem tržeb, který díky konjunktuře a specializaci EU na výrobky s vysokou přidanou hodnotou zaznamenal stále ještě mírný nárůst. Zastoupení rutinní komoditní produkce však klesá.

Podíl chemické produkce EU na celosvětovém chemickém průmyslu nadále klesá, tradičním zůstává výroba polymerů a výrobků speciální chemie, zatímco výroba komodit a anorganických látek stále dlouhodobě klesá. Důvodem jsou zejména expanze nových kapacit v USA, Číně a dalších asijských zemích.

Graf 6: Podíl EU na celosvětové chemické výrobě – Zdroj: Cefic Data International 2018

Obchodní bilance EU je stále pozitivní při více či méně konstantním přebytku v poslední dekádě. Zde opět lze zaznamenat efekty přebytku polymerních kapacit a polymerů při jejich orientaci na export, zatímco zejména anorganické komodity zaznamenávají deficit obchodní bilance (tj. převládá dovoz).

Trendy ČR z pohledu produkce a tržeb jsou stále pozitivní. Varujícím aspektem je však pokles produktivity práce. Z hlediska efektivnosti odvětví je tento jev ještě prohlouben významným nárůstem mezd. Opačné trendy vývoje produktivity práce a vývoje mezd jsou dlouhodobě neudržitelné a jak zaměstnavatelé, tak i zástupci zaměstnanců by tento trend měli vnímat a v krátkodobém horizontu na něj odpovídajícím způsobem reagovat.

Literatura

- [1] Cefic (2019) – European Chemistry Industry Council. Dostupné online www.cefic.org
- [2] Česká národní banka (ČNB) (2019). Dostupné online www.cnb.cz
- [3] ČSÚ (2019). Český statistický úřad. Dostupné online www.csu.cz
- [4] Eurostat (2018). Dostupné online <http://ec.europa.eu/eurostat/>
- [5] Kurzy.cz (2018). HDP 2016, vývoj HDP v ČR. Dostupné online <http://www.kurzy.cz/makroekonomika/hdp/>
- [6] Primární data shromážděná z českých podniků chemického průmyslu a státních institucí (MPO)
- [7] Ročenka chemického průmyslu v ČR za rok 2018

Abstract

THE DEVELOPMENT OF THE CZECH CHEMICAL INDUSTRY IN 2017

Summary: Basic economic criteria are describing the development of chemical industry in the Czech Republic in 2018 compared to 2016 and 2017 structured according Nace 20, 21 and 22 with focus on development of Added Value and grow of the Salaries. Specific comments are provided to 2018 development of the chemical industry of EU with on production in volume and sales.

Key words: chemical industry, value added, salaries, sales

PŘIPRAVUJEME VYDÁNÍ 4/2019 (červenec/srpen) na téma PEVNÉ A SYPKÉ LÁTKY

Přijímáme odborné články a inzerci zaměřené např. na:

Procesy: Zařízení pro výrobu, manipulaci a dopravu pevných a sypkých látek – sušení, mletí, drcení, míchání, třídění, povlakování, granulaci, finalizaci, balení, skladování. Protivýbuchová ochrana. Procesní měření sypkých látek apod.
Laboratoře: Digitální mikroskopie, atomová a Ramanova spektrometrie, měření Zeta-potenciálu, analyzátoři částic a povrchů, materiálové a mineralogické zkoušky, zařízení pro přípravu vzorků, váhy, laboratorní nábytek, aj.

Uzávěrka vydání: 17.7.2019

Kontakt: 603 211 803, info@chemagazin.cz

4.–6.6.2019 Lednice

ICBMPT 2019 – Stavební materiály, výrobky a technologie

Zveme vás k účasti na tradiční 22. mezinárodní konferenci Výzkumného ústavu stavebních hmot. Tematické okruhy konference jsou Anorganická pojiva, Kompozitní materiály, Stavební materiály na bázi druhotných surovin a Technologie a zkušební metody ve stavebnictví. Příspěvky budou publikovány v IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

I: www.icbmpt.com

6.–8.6.2019 PVA EXPO PRAHA

Veletrh vědy 2019

Nespočet novinek a zajímavostí ze světa vědy, nových technologií a inovací – takový bude letošní ročník Veletrhu vědy Akademie věd ČR. A jakkoliv Veletrh vědy patří mezi nejmladší veletrhy, stal se za čtyři roky nejrychleji rostoucím veletrhem v ČR a je nejsledovanější mezi nadšenci nových technologií, inovací a mladou generací obecně. V loňském roce na Veletrh vědy přišlo rekordních 25 tis. návštěvníků.

Více než 100 interaktivních expozic doplní přednášky, vědecká představení a panelové diskuse. Doprovodný program se v dopoledních hodinách tematicky zaměří zejména na studenty, v odpoledních časech pak na široké i odbornější publikum. Připravili jsme pro vás zajímavé akce, které vám obohatí návštěvu veletrhu.

Některé stánky budou připomínat improvizované laboratoře, jiné doplní interaktivní expozice. Návštěvníci si vyzkoušejí experimenty, zapojí se do workshopů a vědeckých dílen. Podívejte se na přehled letošních vystavovatelů, který budeme postupně doplňovat.

I: www.veletrhvedy.cz

11.–14.6.2019 Štrbské Pleso

22nd Int. Conference on Process Control

Zameranie konferencie:

- Navrhovanie lineárnych a nelineárnych systémov riadenia
- Modelovanie, simulovanie a identifikácia technologických procesov
- Technické prostriedky merania a regulácie
- Optimalizácia procesov
- Robustné a adaptívne riadenie
- Simulácia a riadenie v pedagogickom procese
- Inteligentné systémy riadenia
- Informačné technológie v automatizácii
- Aplikácia výpočtovej a riadiacej techniky v priemysle
- Prediktívne riadenie
- Algoritmy a počítačové riadenie
- Výpočtové nástroje v MATLABe

Technickí sponzori:

- Slovenská spoločnosť pre kybernetiku a informatiku (národná členská org. IFAC)
- Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie

Plenárne prednášky:

- prof. Denis DOCHAIN (UCLouvain, Belgicko): Survey of parameter and state estimation for (bio)chemical systems – A personal perspective
- prof. Sebastian ENGELL (TU Dortmund, Nemecko): Robust NMPC by Multistage Optimization – Basic idea and further developments

I: www.uiam.sk/pc19 (on-line registrácia)

26.–27.6.2019 Basel (CH)

Chemspec Europe 2019 – 34th International Exhibition for Fine and Speciality Chemicals

Na letošním veletrhu Chemspec se představí více jak 350 vystavovatelů z 27 zemí, se silnou účastí Německa, Francie, Velké Británie, Švýcarska, Číny, Indie a USA. Zúčastněné společnosti představují dokonalý průřez průmyslem čistých a speciálních chemikálií. Mezi jeho vystavovateli je mnoho lídrů světového trhu, ale také množství malých a středních podniků.

Veletrh nabídne chemikálie pro různé aplikace a průmyslová odvětví: léčiva, agrochemikálie, polymery, potravinářství a krmné přísady, vonné látky, pigmenty a barviva, barvy a nátěry, pro domácnost, výrobu lepidel a tmelů, petrochemii, kůži a textilní materiály, elektroniku a mnoho dalších.

I: www.chemspeceurope.com

27.–30.6.2019 Orea Hotel Pyramida, Praha

11. ročník Joint Meeting on Medicinal Chemistry 2019

Tento meeting byl založen evropskými chemickými společnostmi za účelem rozvoje medicínské chemie, přilákání mladých vědců a podpory vzájemných vztahů. Jedná se o významnou vědeckou událost v tomto oboru. Díky této akci můžete prezentovat svou společnost ať už jako partner nebo jako vystavovatel, a to díky jedinečné příležitosti propagace mezi širokým odborným publikem.

Pořádá: GUARANT International spol. s r.o.

I: www.jmmc2019.cz

4.9.2019 Praha

FESTIVAL VĚDY 2019

Celodenní bohatý program Festivalu vědy bude populárním a interaktivním způsobem představovat (nejen) přírodovědné a technické obory. Budete si moci na vědu „sáhnout“. V mnoha venkovních stanovištích na zelené ploše u Vítězného náměstí (Kulaťáku) v Praze 6, v Technické ulici a v prostorách Národní technické knihovny přiblížíme tento, pro mnohé málo známý, svět vědy, výzkumu a vývoje. Zjistíte tak, ževěda má rozmanité podoby a využití....

Téma letošního ročníku je Věda v profesích.

I: www.festival-vedy.cz

9.–13.9.2019 Vysoké Tatry

71. zjazd chemikov

71. zjazd popri pozvaných prednáškach nabídneme pripravovanú plenárnu prednášku ho-

landského chemika Prof. Dr. Bena L. Feringu.

Sekcie:

- Analytická chémia
- Fyzikálna chémia
- Nanomateriálová chémia
- Anorganická a materiálová chémia
- Organická chémia
- Polyméry
- Jadrová chémia
- Vyučovanie a história chémie
- Životné prostredie, potravinárstvo a biotechnológie
- Chemprogress – chemické technológie

I: <http://71zjazd.schems.sk/>

25.–26.9.2019 Kongresové centrum Praha

LABOREXPO 2019 – IX. ročník veletrhu analytické, měřicí a laboratorní techniky

Největší domácí veletržní událost pro oblast analytické, měřicí a laboratorní techniky, na které představí své produkty přední výrobci a dodavatelé laboratorního vybavení pro vědecké, kontrolní, komerční, průmyslové a zdravotnické laboratoře. Organizátorem veletrhu je časopis CHEMAGAZÍN.

Veletrh LABOREXPO nabídne nejen prostor k seznámení se s širokou nabídkou laboratorního vybavení, ale současně i další vzdělávací a zábavné akce.

Vystavovatelé nabídnou účast na **prezentacích a workshopech**, při kterých představí své nejnovější produkty a užitečné laboratorní postupy.

Živá laboratoř – improvizované laboratorní pracoviště postavené firmou MERCI, kde bude formou krátkých, interaktivních a zároveň i zábavných ukázek prezentována různá laboratorní technika.

Na venkovní veletržní ploše budou přistaveny tzv. **Mobilní laboratoře** s ukázkami laboratorních přístrojů Retsch, nábytku Waldner nebo bezpečnostních skříní Asecos.

Testování vlastních vzorků – v některých veletržních expozicích najdete přístroje v tzv. provozním režimu a bude možné si na vlastních vzorcích ověřit jejich možnosti a funkce.

Během prohlídky veletrhu se lze zapojit do **soutěže Laboratorní stopař**, v rámci které bude třeba navštívit expozice některých vystavovatelů a nechat si na své visačce označit návštěvu jejich expozic. Při odchodu z veletrhu ji pak odevzdat na info stáncích a těšit se na slosování, ve kterém lze vyhrát řadu zajímavých cen.

Partner veletrhu Fakulta chemická, VUT Brno, představí **ukázky výroby a užití hydrogelů a molekulární gastronomie**. Její současní studenti ve společném stánku nabídnou **možnost vyzkoušet si sadu experimentů pro děti Matelab**, která je jejich vlastním produktem a umožňuje v domácích podmínkách provádět různé chemické pokusy. Další z partnerů – VŠCHT Praha pozve na **experimenty z oblasti forenzní chemie zaměřené na**

daktyloskopii a barevnou chemii. Zábavnou formou se také představí další školy a odborné spolky zaměřené na výuku, vzdělávání, vědu a výzkum.

Ve spojovací chodbě mezi veletržními sektory bude k vidění **výstava Fotosoutěž VŠCHT Praha – Svět (je) chemie.** Na stánku společnosti Metrohm Česká republika si bude možné prohlédnout **výstavu Příběh kapky**, kterou tvoří texty s fotografiemi, dobové přístroje a další staré předměty z blízkosti nositele Nobelovy ceny prof. Jaroslava Heyrovského a jeho polarografické laboratoře.

Nedílnou součástí veletrhu bude **soutěž exponátů – TOP PRODUKT veletrhu LABOREXPO.** Ve dvou kategoriích: Analytická technika a Laboratorní přístroje a vybavení bude především z hlediska inovačního potenciálu, ale i dalších kritérií, oceněno vždy 5 nejlepších exponátů. Všechny přihlášené výrobky si budete moci na veletrhu prohlédnout.

Vstup na veletrh je bezplatný, vyžadována je pouze předběžná registrace nebo registrace přímo na veletrhu. Registrováním již nyní si zajistíte zaslání osobní vstupenky na e-mail, rychlejší odbavení po příchodu a navíc vám zašleme informační bulletiny s informacemi o přípravě veletrhu, jeho doprovodném programu a připomeneme vám konání veletrhu několik dní před jeho začátkem.

l: www.laborexpo.cz

7.–11.10.2019 Výstaviště Brno

61. Mezinárodní strojírenský veletrh

Hlavním tématem MSV je Průmysl 4.0 a digitální továrna, tedy digitalizace výroby, jeden z hlavních směrů inovačního procesu. Zvýrazněným tématem veletrhu ENVITECH je Cirkulární ekonomika – nakládání s materiálními zdroji. Jde o trend, který je jednou z prioritních oblastí udržitelného rozvoje a adaptace průmyslu a obchodu. V roce 2019 se zaměříme také na Investiční příležitosti, tedy Start up projekty, nové nápady, inovaci jako příležitost k investicím.

Součástí veletrhu je špičkový doprovodný program odborných konferencí, seminářů a workshopů na aktuální technická, obchodní a ekonomická témata.

l: www.bvv.cz/msv

14.–17.10.2019 Praha

INDC 2019 – INTERNATIONAL NUTRITION & DIAGNOSTICS CONFERENCE

Cílem konference je pochopení vztahu a spojení mezi výživou a klinickou diagnostikou.

INDC 2019 je tradičním místem setkávání lidí, kteří se zajímají o to, jak strava ovlivňuje naše zdraví, pracovní výkonnost, pocity a stárnutí. Ročník 2019 přivítá odborníky z oblastí jako je výživa, klinická biochemie, potravinářské technologie, analytická chemie a medicína.

INDC 2019 je čtyřdenní konference, skládá se z bloků přednášek a posterových sekcí s vyhodnocením nejlepšího posteru. Letos také nově zavádíme přednáškový blok pro mladé vědce. Celá konference probíhá v anglickém jazyce.

l: www.indc.cz

22.–24.10.2019 Kolín nad Rýnem (D)

FILTECH 2019

Největší světový veletrh filtračních technologií.

l: www.filtech.de

11.–12.11.2019 hotel JEZERKA, Seč

XII. konference pigmenty a pojiva

Konference zaměřená na oblast pigmentů, pojiv, nanomateriálů, specialit a legislativy pro výrobu nátěrových hmot, povrchové úpravy a předúpravy povrchů a jejich dalších aplikací. Je platformou k setkání zástupců výrobních společností, výzkumu a vývoje, univerzitní sféry a dodavatelských firem. Organizátorem veletrhu je časopis CHEMAGAZÍN.

Zvaná přednáška: On-line characterization of the particle size of pigments in submicron and nanometer range during the dispersion process, Dr.-Ing. Felipe Wolff-Fabris, European Centre for Dispersion Technologies, Selb/Německo.

l: www.pigmentyapojiva.cz

71. ZJAZD CHEMIKOV

09. - 13. september 2019

BELLEVUE, Grand Hotel · Vysoké Tatry

V mene Organizačného a Programového výboru

a čestného predsedníctva je nám potešením Vás pozvať na náš ďalší spoločný 71. Zjazd chemikov a to opäť do Vysokých Tatier. Popri pozvaných prednáškach sa môžete tešiť na pripravovanú zaujímavú plenárnu prednášku laureáta Nobelovej ceny, Prof. Dr. Bena L. Feringu.

Sekcie

Analytická chémia, Fyzikálna chémia, Nanomateriálová chémia, Anorganická a materiálová chémia, Organická chémia, Polyméry, Jadrová chémia, Vyučovanie a história chémie, Životné prostredie, potravinárstvo a biotechnológie, Chemprogress - chemické technológie

Dôležité termíny

Koniec registrácie 25. jún 2019

Včasná platba 25. jún 2019

Nahratie abstraktu 25. jún 2019



Konferenčné poplatky

účastník člen*, all inclusive [#]	450 €
účastník člen*, bez ubytovania	340 €
dôchodca, študent, doktorand, člen*, all inclusive [#]	390 €
dôchodca, študent, doktorand, člen*, bez ubytovania	290 €
sprevádzajúca osoba, all inclusive [#]	250 €
příplatok za nečlena	100 €
příplatok za jednolôžkovú izbu	200 €

Poznámka: * člen SCHS, ČSCH [#]poplatok zahŕňa konferenčné materiály, ubytovanie v hoteli Bellevue s plnou penziou (od večere 09.09. po obed 13.09.), uvítací večierok, vinný a pivný večer, prestávkové občerstvenie, slávnostný večierok, miestny poplatok, a poistenie nákladov na zásah Horskej záchrannej služby.



Slovenská chemická spoločnosť, Radlinského 9/1111, 812 15 Bratislava

e-mail: zjazd.chemikov@gmail.com

71zjazd.schems.sk

XII. Konference PIGMENTY A POJIVA

Zaregistrujte se
do 1.10.2019
a využijte snížené vložné!

Pigmenty – Pojiva – Speciální materiály

11.–12. listopad 2019

Kongres hotel JEZERKA*, Seč u Chrudimi**

Konference zaměřená na aplikovaný výzkum z oblasti pigmentů, pojiv a specialit pro povrchové úpravy materiálů pomocí organických povlaků a nátěrových hmot. Je platformou k setkání zástupců výrobních firem, výzkumu a vývoje, univerzitní sféry a obchodních společností.

Uzávěrka zařazení přednášek do programu konference: 31.8.2019.

TÉMATY KONFERENCE

PIGMENTY – VÝROBA, VLASTNOSTI A APLIKACE

- Pigmenty – bílé a barevné (organické / anorganické)
- Antikorozní pigmenty
- Aplikace pigmentů – stavebnictví, nátěrové hmoty, plasty a kaučuky

POJIVA – VLASTNOSTI A APLIKACE

- Anorganická pojiva – křemičitá, hlinito-křemičitá a fosforečná pojiva pro keramiku, stavebnictví, vysokoteplotní nátěry, slévárenské směsi, speciální pojiva pro stavebnictví
- Organická pojiva – pro nátěrové hmoty a stavebnictví
- Aditiva – přísady a příměsi pro stavební chemii, nátěrové hmoty a plasty
- Aplikace pojiv – stavebnictví, nátěrové hmoty, slévárnictví, výroba plastů

SPECIÁLNÍ MATERIÁLY / LEGISLATIVA

- Kovové nanomateriály (NM) – Fe, Ag, Au atd.
- Uhlíkové NM – nanotrubičky, fullereny, saze, nanodiamanty
- Organické NM – nanovlákná, dendrimery, polystyren
- Oxidy kovů – TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , ZrO_2
- Anorganické NM – anorganická vlákna, jíly, zeolity, silikáty
- Aplikace nanomateriálů
- Smart coatings
- Legislativa a ochrana životního prostředí



ORGANIZÁTOŘI

CHEMAGAZÍN



Univerzita
Pardubice
Fakulta
chemicko-technologická

HLAVNÍ SPONZOR

radka®

REGISTRACE



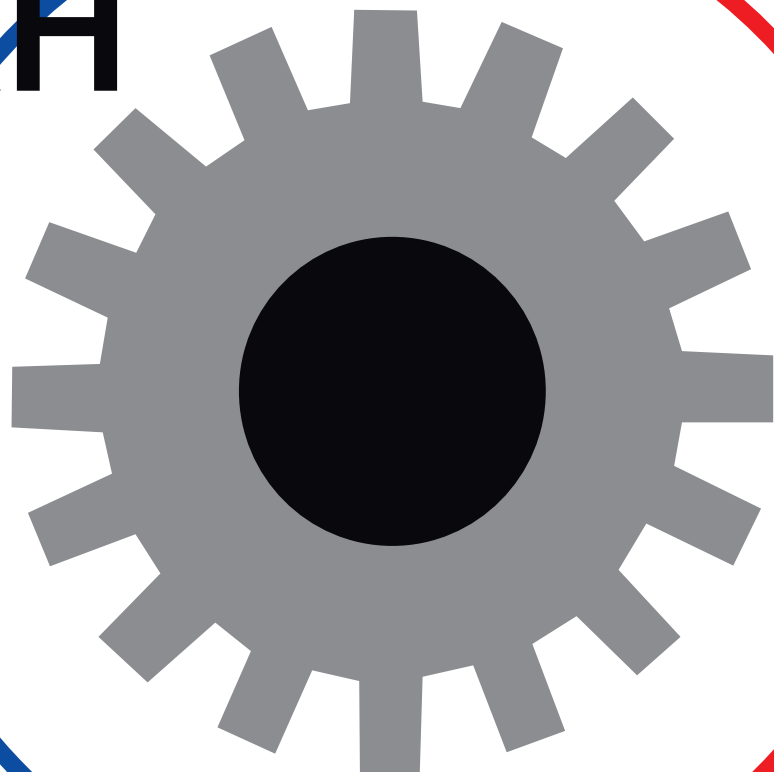
WWW.PIGMENTYAPOJIVA.CZ

Organizuje **CHEMAGAZÍN** ve spolupráci s **Ústavem chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice**

www.pigmentyapojiva.cz



61. —————→ MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH



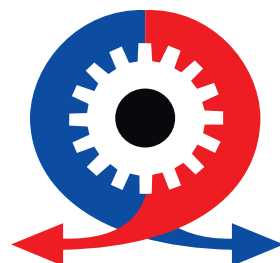
ENVITECH
Mezinárodní veletrh technologií
pro ochranu životního prostředí

TRANSPORT A LOGISTIKA
Mezinárodní veletrh dopravy
a logistiky

7.–11.10.2019 BRNO



BVV
Veletrhy
Brno





Dokonalé spojení pro monitorování prostředí v izolátorech

Aeroskop MAS-100 Iso MH® - přímá komunikace s Vaším izolátorem:

- Instalace až 4 odběrových hlav pro standardní Petriho misky 90 - 100 mm
- Délka hadice mezi ventily a odběrovou hlavou může být nastavená až na 10 metrů
- Interní pumpa s kontrolou průtoku pro automatickou dekontaminaci odběrových hlav a nasávacího potrubí
- Plně autonomní vzduchová pumpa a dekontaminační pumpa pro každou jednotku
- Vyráběno v souladu s pokyny GAMP5
- Validováno podle ISO 14698-1 Doplněk B
- d50 menší než 1 µm

Více informací najdete na:

merckmillipore.com/MAS-100producttour

Vak IsoBag™ pro rychlý transfer - úspora času a zvýšení flexibility:

- DPTE BetaBag® s otiskovými nebo sedimentačními ICR miskami v jednoduchém obalu pro okamžité použití
- Bez nutnosti dekontaminace primárních obalů - úspora času
- Beta port kompatibilní s jakýmkoliv 190 mm DPTE® alpha portem - úspora skladovacího místa uvnitř izolátoru
- Možnost vícenásobného připojení
- Včetně sterilních transportních sáčků pro bezpečný transport použitých misek z izolátoru

Více informací najdete na:

merckmillipore.com/IsoBag