

CHEMAGAZÍN

ROČNÍK XXX (2020)

TÉMA VYDÁNÍ: **PLYNY**

Možnosti využití vodíku

v průmyslových procesech

Evropská výzkumná infrastruktura ACTRIS

a její implementace v ČR

Pochopení technologie

čítačů částic a rizik

integrity dat

Kontrola složení a čistoty

(nejen) medicánálních plynů

Přesnost vs. opakovatelnost

(nejen) hmotnostních průtokoměrů

Využití FTIR spektrometrie

pro analýzu plynů

Novinky v technice GC

od Agilent a Shimadzu

Making our world more productive



Linde SPECIFY

Sestavte si svůj kalibrační plyn.

Dotazy na směsi speciálních plynů řešte lehce, časově efektivněji a přehledně.

specify.linde.com/cz



The Next Industry Standard

Nový GC-2030 je definován slovním spojením, které v překladu znamená "další průmyslový standard" a poskytuje inteligentní funkce, které usnadňují analýzu. Zajišťují nejvyšší citlivost v kombinaci s přesností světové třídy. Rozšiřující funkce pokročilého regulátoru průtoku Advanced Flow Technology (AFC) podporují chromatografickou separaci, zvyšují produktivitu a snižují náklady na měření vzorků.

Inovativní uživatelské prostředí dotykového panelu LCD

poskytuje vynikající možnosti používání a jednoduché ovládání

Snadná obsluha a údržba
bez nutnosti použití nástrojů

Nejvyšší citlivost a reprodukovatelnost na světě

založená na detektorech a vysoce přesné technologii

Výjimečná produktivita

s využitím rychlé a pokročilé chromatografie

Dálkové ovládání

prostřednictvím inteligentních zařízení
LabSolutions Direct

Gas Chromatograph

Nexis GC-2030



MĚŘENÍ KONCENTRACE S VYSOKO- RYCHLOSTNÍM **SYSTEMEM ABBEMAT**



- Rychlý: Výsledek za méně než 10 sekund
- Jednoduchý: Jeden stisk tlačítka, není potřeba žádná příprava vzorku
- Se vším, co potřebujete: Více než 200 metod dostupných pro váš vzorek
- Nízkonákladový: Žádný spotřební materiál, žádný odpad, žádné chyby

LOOKING

for a Better Way to Heat?

- ▶ Full range of surface and immersion heat
- ▶ Custom engineering capabilities
- ▶ Over 70 years of heating experience

BriskHeat®
YES WE HEAT THAT!



LEARN MORE ABOUT HOW WE CAN HELP AT:
www.briskheat.com/chemagazin or +49 151 21666127
+420 724 111 889

Číslo 3, ročník XXX (2020)
Vol. XXX (2020), 3

ISSN 1210 – 7409
Registrováno MK ČR E 11499
© CHEMAGAZÍN s.r.o., 2020

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, inzertce:

Tomáš Rotrekl
T: +420 603 211 803
tom@chemagazin.cz

Odborná redakční rada:

Čákl J., Čmelík J., Kalendová A.,
Kuráň P., Lederer J., Rotrekl M.,
Rovnaníková P., Šimánek V.

Tisk:

Triangl, a.s., Praha
Dáno do tisku 29.5.2020

Náklad: 3 500 výtisků

Distributor časopisu pro SR:

INTERTEC s.r.o.,
ČSA 6, 974 01 Banská Bystrica, SK
www.laboratornepristroje.sk

Uzávěrky dalších vydání:

4/2020 – Pevné a sypané látky
(uzávěrka: 20.7.2020)

5/2020 – Farmacie a biotechnologie
(uzávěrka: 21.9.2020)

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

Možnosti využití vodíku v průmyslových procesech 8

RUSKAYOVÁ P., ŠILHAN M.

Příspěvek o možnostech vodíku, jako významného nosiče energie, jehož potenciál není v průmyslu doposud plně využit.

Evropská výzkumná infrastruktura ACTRIS a její implementace v České republice 10

VÁŇA M.

Představení panevropské výzkumné infrastruktury ACTRIS generující vysoce kvalitní data a informace o tekavých látkách v atmosféře, která hraje klíčovou roli v podpoře a rozvoji těchto modelů.

Pochopení technologie čítačů částic a rizik integrity dat a význam kalibrace podle ISO 21501-4 14

KELLY J.

Článek se věnuje velmi podrobně technologii čítačů částic, aby osobám zodpovědným za výběr přístrojů mohl pomoci provádět kvalifikovaná rozhodnutí, které modely a varianty jsou pro jejich proces nejvhodnější, když je integrita dat prvořadá.

Kontrola složení a čistoty (nejen) medicánálních plynů 18

ŠEC K.

Výhody infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací pro analýzy složení a kontroly čistoty plynů.

Analýza rafinérských plynů pomocí plynového chromatografu GC Agilent 8890 26

SVOBODA P., SANDER D.

Příklad uplatnění rozsáhlých konfiguračních možností plynového chromatografu GC Agilent 8890.

Budoucnost plynové chromatografie s novými GC kolonami Supelco® pro systém Agilent Intuvo 29

HAVLÍČEK J.

Firma Merck jako první a jediný alternativní dodavatel přichází s nabídkou nové produktové řady GC kolon specificky určených pro použití ve spojení s novým GC systémem Agilent Intuvo.

Zařad'te se do rychlého pruhu – nahrad'te titraci refraktometrií . . . 39

Představení refraktometrů Abbemat vykazujících mnoho výhod ve srovnání s titrací pro stanovení koncentrace a kvality binárních chemických roztoků.

Příprava verbenolu a verbenónu jako hlavních produktů pro přípravu feromónů lykožrúta smrekového 44

KIZLINK J.

Příspěvek představuje metodu reoxidace trans-verbenolu na verbenon pomocí peroxidů, hydroperoxidů nebo kyselinou peroxyoctovou (Persteril) za přítomnosti solí kobaltu (octan, benzoan) ve směsi s bromidem sodným jako katalyzátorem. Odzkoušena bylo také reoxidace molekulárním kyslíkem ve vodním nebo vodnědioxanovým prostředí s použitím paladiových katalyzátorů.

INZERTNÍ SEZNAM

LINDE GAS – Kalibrační plyny	1	GES CZ – Přenosné detektory plynů	37
SHIMADZU – Nový GC systém	2	D-EX INSTR. – Průtokoměry plynů a kapalin	38
ANTON PAAR – Refraktometr	3	INTERTEC – Refraktometr	38
BRISKHEAT – Ohřev potrubních systémů	4	YUGO ALLOYS – Skladovací prostory	46
UNI-EXPORT INSTR. – Čítače částic	17	SPEKTROSKOPICKÁ SPOL. J.M.M. – Škola hmotnostní spektrometrie	46
CHROMSPEC – Suchá vývěva	17	BIOING – Vzorkování stlačených plynů ...	49
MERCI – Bezpečnostní skříně	17	CHEMAGAZÍN – Konf. pigmenty a pojiva	52
NICOLET CZ – Analyzátor plynů	20	ČSCH – 72. Sjezd chemiků	54
PRAGOLAB – Webináře	21	VELETRHY BRNO – MSV 2020	55
OPTIC INSTR. – FTIR analyzátor plynů ..	23	MERCK – Plynová chromatografie	56
HPST – Plynové chromatografy	27		
EDWARDS – Vývěvy	33		

NÁRODNÍ POLITIKA VÝZKUMU, VÝVOJE A INOVACÍ

Návrh Národní politiky výzkumu, vývoje a inovací České republiky 2021+ (NP VaVaI 2021+) zpracovala Rada pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI) společně s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Na 58 stranách textu jsou popsány kontext a zaměření dokumentu, východiska pro jeho přípravu, výchozí stav, strategické cíle, opatření, priority aplikovaného výzkumu a předpokládané výdaje na VaVaI. K dokumentu patří čtyři přílohy: Zhodnocení aktuálnosti a relevance Národních priorit orientovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací (NPOV), Megatrendy v oblasti vědy, technologií a inovací, Analýza dosavadního vývoje v oblasti VaVaI a Souhrnný přehled stěžejních dokumentů. Materiál poputuje do mezirezortního připomínkového řízení, pak jej bude schvalovat vláda. Navrhuje pět strategických cílů a 27 opatření, jak jich dosáhnout.

Dokument představuje strategický rámec pro rozvoj všech složek výzkumu, vývoje a inovací v ČR (základního výzkumu, orientovaného a aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací) a využívá jejich společného působení k rozvoji znalostní společnosti a podpoře ekonomického, environmentálního, kulturního a sociálního rozvoje ČR. Existence strategického dokumentu na národní úrovni pro oblast VaVaI představuje rovněž podmínku pro možnost čerpání prostředků z evropských strukturálních a investičních fondů v daném programovém období.

V souladu se schválenou Inovační strategií České republiky 2019–2030 za hlavní indikativní cíl považuje dokument postup Česka v rámci souhrnného inovačního indexu Evropské unie (EU) ze skupiny „mírní inovátoři“ do skupiny „inovační lídři“. Jako klíčové oblasti, ve kterých by mělo být dosaženo pokroku, byly definovány řízení a financování systému VaVaI, motivace lidí k výzkumné kariéře a rozvoj potenciálu lidí, kvalita a mezinárodní excelence ve VaV, spolupráce výzkumné a aplikační sféry a inovační potenciál ČR.

Mezi dokumenty na mezinárodní úrovni, na které se NP VaVaI 2021+ odvolává, patří především Agenda 2030 pro udržitelný rozvoj a její cíle udržitelného rozvoje Organizace spojených národů a Horizon Europe. U národních dokumentů se kromě Inovační strategie 2030 opírá o Národní výzkumnou a inovační strategii pro inteligentní specializaci ČR 2021–2027. Dále jsou zmíněny Národní priority orientovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací do roku 2030, Vládní strategie pro rovnost žen a mužů v České republice na léta 2014–2020 a Koncepce Informačního systému výzkumu, experimentálního vývoje a inovací na období 2021–2025.

U řízení a financování systému VaVaI dokument jako slabé stránky vyjmenovává nízkou provázanost a proporcionalitu inovačního

řetězce (tj. základní výzkum → aplikovaný výzkum → inovace → produkt → zisk → reinvestice do výzkumu). Dále jsou zmíněny nedostatečné investice rizikového kapitálu do inovativního podnikání založeného na výsledcích výzkumu. Jako zásadní překážku účelové podpory VaVaI vidí administrativní náročnost a formalismus v řízení a kontrole, nejednotný a nejednoznačný výklad pravidel a délku kontrolních procesů. Rezervy dokument spatřuje i v oblasti nakládání s duševním vlastnictvím včetně nedostatečného využívání průmyslově-právní ochrany.

U motivaci lidí k výzkumné kariéře by se z důvodu nedostatku odborníků v jednotlivých oblastech VaVaI měla ČR zaměřit na podporu zahraničních studentů ke studiu v ČR a podporu příchodu vysoce kvalifikovaných cizinců. Dále je zmíněna genderová nevyváženost mezi výzkumnými pracovníci a pracovníky a nedostatečná podpora kombinace vědecké kariéry a rodičovské role.

U kvality a mezinárodní excelence ve VaV se konstatuje, že české výzkumné instituce zatím velmi omezeně podporují nejisté ambiciózní projekty, což se také odráží ve velmi nízké míře úspěšnosti v žádostech o projekty Evropské výzkumné rady (ERC). Dále je zmíněna nedostatečná otevřenost výzkumného prostředí a omezená mezinárodní mobilita – český výzkumný prostor i nadále zůstává poměrně uzavřený mezinárodní spolupráci. Počet publikací v top 10 % nejvíce citovaných publikací i přes určitý nárůst stále nedosahuje uspokojivých hodnot.

Dokument upozorňuje na stále nedostatečnou spolupráci výzkumné a aplikační sféry – je nutné zefektivnit šíření a sdílení znalostí směrem z výzkumných organizací a zlepšit činnost pracovišť transferu znalostí a technologií. Česko také zaostává v ukazateli společné publikace veřejného a soukromého sektoru a spolufinancování výzkumu a vývoje ve veřejném sektoru ze soukromých zdrojů.

V rámci inovačního potenciálu vidí nedostatečně využití příležitosti u spin-off firem realizujících přenos znalostí a technologií z výzkumné do aplikační sféry. Je zapotřebí větší podpora kapitálu pro rozvoj začínajících firem a také podpora specifických poradenských služeb. Dokument se také dotýká efektivního nakládání s duševním vlastnictvím u malých a středních podniků. V neposlední řadě hovoří i o inovačním potenciálu české veřejné správy a veřejného sektoru.

Národní politika výzkumu, vývoje a inovací 2021+ stanovuje pět základních strategických cílů, ke kterým jsou dále rozepsány cíle dílčí:

1. Nastavit strategicky řízený a efektivně financovaný systém výzkumu, vývoje a inovací ČR.
2. Podpořit výzkumné organizace ve vytváření

motivujících pracovních podmínek a rozvoj potenciálu lidí napříč celým spektrem výzkumu a vývoje.

3. Zvýšit kvalitu a mezinárodní excelenci výzkumu a vývoje v ČR, dosáhnout zvýšení otevřenosti a atraktivity ČR pro mezinárodní výzkum a vývoj a zintenzivnit integraci VaVaI ČR do evropského výzkumného prostoru.
 4. Podpořit rozšíření spolupráce mezi výzkumnou a aplikační sférou v oblasti výzkumu, vývoje a inovací.
 5. Dosáhnout rozvoje výzkumu, vývoje a inovací v podnicích a ve veřejném sektoru.
- Dokument uvádí 27 opatření – každé z nich obsahuje anotaci, termín realizace, gesci, spolugesci a indikátory.
1. Zajištění jednotného legislativního prostředí pro fungování systému VaVaI.
 2. Dlouhodobé strategické analyticky podložené financování systému VaVaI.
 3. Hodnocení programů účelové podpory VaVaI zahrnující i hodnocení jejich dopadů a přínosu využití jejich výsledků.
 4. Rozšířit získávání a uplatňování dalších zdrojů financování VaVaI.
 5. Vytvoření vzájemně komplementárního schématu financování výzkumných organizací s velkými výzkumnými infrastrukturami.
 6. Změna systému účelové podpory základního výzkumu a zajištění podpory nejlepších týmů v rámci jednotlivých oborů.
 7. Snížení administrativní zátěže ve VaVaI.
 8. Otevřený přístup k výsledkům a datům VaV, které jsou volně šířitelné; rozvoj a zefektivnění IS VaVaI.
 9. Vytvoření koncepce podpory ochrany průmyslového vlastnictví.
 10. Vytvoření prostředí pro růst motivace k výzkumné kariéře.
 11. Získávání a udržení odborníků ve VaV z ČR i ze zahraničí.
 12. Vytváření podmínek pro kombinaci výzkumné práce a rodičovství a pro uplatnění žen po mateřské dovolené.
 13. Zapojení výzkumných týmů do Horizontu Evropa, případně dalších programů EU, oboustranná mezinárodní mobilita a mezinárodní spolupráce výzkumných organizací a podniků.
 14. Podpoření synergie českého a mezinárodního VaV prostřednictvím mezinárodní programové spolupráce ČR.
 15. Zajištění zvýšení institucionální složky financování těch VO, které v mezinárodním srovnání v hodnocení podle Metodiky 17+ dosahují kvalitních výsledků.
 16. Zabezpečení koordinovaného zastoupení ČR v programovém výboru rámcového pro-

gramu EU pro výzkum a inovace Horizontu Evropa (2021–2027) za účelem efektivního prosazování priorit ČR, které vyplývají z prioritních orientací českého výzkumu a inovací.

17. Podpora rozvoje spolupráce mezi výzkumnou a aplikační sférou při přípravě a realizaci programů.
18. Podpora spolupráce výzkumné a aplikační sféry a uplatnění jejích výsledků v humanitních a společenských vědách.
19. Podmínky pro partnerství a spolupráci mezi všemi složkami systému VaVaI včetně ustanovení reprezentace aplikovaného výzkumu, a to všech relevantních vědních oblastí
20. Podpora dlouhodobé spolupráce ve VaVaI mezi výzkumnými organizacemi a podniky a uplatnění společných výsledků aplikovaného výzkumu v praxi.
21. Realizace Národní RIS3 strategie.
22. Rozvoj výzkumu v obranném a bezpečnostním výzkumu s možností využití v civilních aplikacích.
23. Dobudovat funkční systém podpory vzniku, rozvoje a internacionalizace inovativních podniků (start-up, spin-off).
24. Digitální transformace podniků.
25. Komplexní podpora rozvoje a využití umělé inteligence.
26. Podpora vytvoření inovačního systému ve veřejné správě.
27. Redefinice Národních priorit orientovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací (NPOV) – podpora specifických výzkumných programů relevantních pro oblasti definovaných hrozeb s celospolečenským dopadem.

Rada odsouhlasila per rollam hlasováním dodatek opatření č. 27, které by mělo umožnit ve velmi operativním módu finančně podpořit výzkum, zaměřený na řešení urgentních výzev, jako je například obrana proti nálezům typu Covid 19. Taková možnost doposud nebyla, resp. byla velmi omezená a minimálně flexibilní.

U vývoje výdajů na VaVaI na období let 2020–2026 se vychází z materiálu schváleného vládou ČR dne 20. 5. 2019. Zatímco v letošním roce se předpokládají výdaje státního rozpočtu ve výši 36 968 milionů Kč, následujícím období by měly výdaje stoupat až na částku 50 781 milionů Kč v roce 2025, respektive 50 531 milionů Kč v roce 2026, přičemž dlouhodobé výdaje neobsahují výdaje kryté příjmy z programů EU a finančních mechanismů.

Celý návrh Národní politiky výzkumu, vývoje a inovací 2021+ je přístupný na stránkách Rady (www.vyzkum.cz). Pro zpracování byly použity materiály z www.vedavyzkum.cz.

Petr ANTOŠ,
šéfredaktor,

petr.antos@chemagazin.cz

VYSOKORYCHLOSTNÍ ODPARKY SNIŽUJÍ DOPAD NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

SP Scientific uvedla novou řadu odparek HT Series 3i. Jedná se o aktualizovanou náhradu za velmi úspěšnou řadu odparek HT Series 3.

Obr.: Odparka HT Series 3i



HT Series 3i používají technologii Dri-Pure®, která zabírá rázům a pění, včetně vyloučení křížové kontaminace a ztrát vzorků. Vysoká výkonná suchá vývěva a automatické odmrazování a vypouštění kondenzátoru s chladivem R449A a R170 zajišťují rychlé a kontrolované odpařování všech typů vzorků, avšak s minimálním dopadem na životní prostředí a globální oteplování.

Systém je kompatibilní s kyselinami, výbušnými rozpouštědly a běžnými organickými rozpouštědly, včetně těch s vysokou teplotou varu.

Díky snadnému ovládání, minimálním požadavkům na údržbu a téměř žádnému zásahu uživatele během chodu jsou odparky ideální pro aplikace při výzkumu léků, přírodních produktů a příchutí a vonných látek.

» www.spscientific.com/HT3/

VELMI TICHÁ SUCHÁ ČERPADLA

Modely Hi Scroll z nové řady spirálových čerpadel Pfeiffer Vacuum jsou bezolejová, hermeticky uzavřená vakuová čerpadla s vysokými nominálními rychlostmi čerpání 6 až 20 m³/h. Vyznačují se kompaktní konstrukcí a tichým provozem s nízkou hladinou hluku (<47 dB [A] a <42 dB [A] v pohotovostním režimu). Díky dvoustupňovému odlučovači vykazují vynikající toleranci vůči vodní páře. V důsledku toho se zabrání kondenzaci vody ve vakuové pumpě.

Obr.: Nový model řady spirálových čerpadel Hi Scroll



Modely Hi Scroll jsou ideální pro použití v mnoha aplikacích v analytice, biomedicině, léčivech, výzkumu a vývoji.

» www.pfeiffer-vacuum.com

QTOWER³ AUTO NABÍZÍ ZEFEKTIVNĚNÍ PRACOVNÍCH POSTUPŮ

Nový qTOWER³ auto společnosti Analytik Jena je plně automatizovaný PCR termocyklér v reálném čase, který zajistí efektivní procesy, znásobí propustnost a zvýší produktivitu v laboratoři. Je navržen pro rychlou a přímou integraci do různých robotických systémů a umožňuje vysoký přenos vzorků bez použití rukou s nepřetržitým provozem systému qPCR a opravdovými možnostmi přemísťování vzorků.

Obr.: Plně automatizovaný PCR termocyklér qTOWER³ auto



Nový qTOWER³ auto je dodáván v modulárním a tedy velmi kompaktním designu, který šetří cenný prostor při umísťování do robotických automatizačních systémů. Kromě toho volný přístup k pohyblivému mikrotitračnímu stolku a kompatibilita s různými manipulačními deskami zvyšuje flexibilitu pro umístění v laboratoři. Systém přináší výhody osvědčené technologie tepelného cyklování a patentovaného systému optických vláken Analytik Jena do plně automatizovaných vysoce výkonných aplikací qPCR. qTOWER³ auto, integrovaný do automatizovaných platform, umožňuje nepřetržitý bezobslužný provoz a poskytuje vynikající kvalitu vysoce reprodukovatelných výsledků, které můžete očekávat od všech systémů řady qTOWER³.

» www.analytik-jena.com

SPOLEČNOST AIR LIQUIDE DOKONČILA PRODEJ SVÝCH SUBJEKTŮ V ČESKÉ REPUBLICE A NA SLOVENSKU

Dne 4.5.2020 převzala skupina Messer Group, největší privátní výrobce a dodavatel průmyslových a medicínských plynů, zastoupení společnosti Air Liquide v České republice a na Slovensku. Z pohledu zákazníků a obchodních partnerů tato akvizice nic nemění a veškeré činnosti budou zachovány ve stejném rozsahu jako doposud. Společnost Air Liquide v České republice bude nyní vystupovat pod novým názvem Messer CZ s.r.o. Pro značku Messer tato akvizice znamená možnost rozšířit tuzemské aktivity v oboru, ve kterém působí již déle než 120 let. Díky tomuto kroku mohou všichni současní i noví zákazníci očekávat dlouhodobý prospěch.

» www.messer.cz

MOŽNOSTI VYUŽITÍ VODÍKU V PRŮMYSLOVÝCH PROCESECH

RUSKAYOVÁ P., ŠILHAN M.

Centrum výzkumu Řež, Husinec-Řež, petra.ruskayova@cvrez.cz

Vodík představuje významný nosič energie, jehož potenciál není v průmyslu doposud plně využit. Očekáváme, že role vodíku poroste především v souvislosti s rozšiřováním obnovitelných zdrojů energie a nutnosti jejich efektivního využití, ve kterém mohou hrát významnou roli průmyslové procesy. Vodík vyráběný pomocí elektrické energie z obnovitelných zdrojů je často označován jako zelený vodík. Naopak vodík z ropy nebo zemního plynu, tedy z neobnovitelných zdrojů, je běžně označován jako šedý. Mezistupeň pak představuje modrý vodík, který má relativně nízké, avšak nenulové emise. Modrý vodík je možné získat např. elektrolyzou vody s využitím elektřiny z energetického mixu, nebo vyrobit z fosilních zdrojů při současném využití vznikajícího CO_2 . Očekáváme, že postupně bude na zelenost vodíku kladen stále větší akcent.

Současná výroba vodíku

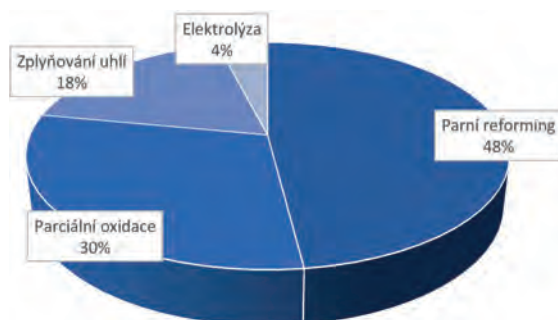
V současnosti se vodík vyrábí převážně parním reformingem zemního plynu. Další využívané možnosti jsou zplyňování uhlí, parciální oxidace ropných frakcí a elektrolyza vody. Dalšími možnými zdroji vodíku jsou: reformování benzinů, separace z koksárenských plynů, elektrolyza kyselin, rozklad vodní páry železem a různé štěpné reakce, např. metanolu nebo amoniaku. Nejčastější využití vodíku nalézá v průmyslu, kde je využíván pro hydrogenaci, jako redukční činidlo, používá se i na svařování, výrobu amoniaku, nebo polovodičů.

Tab. 1: Technologie výroby vodíku [1,2]

Technologie	Teplota [°C]	Tlak [MPa]	Účinnost [%]
Parní reforming zemního plynu	500–950	0,3–2,5	65–80
Parciální oxidace	<1500	3–8	60–80
Zplyňování uhlí	1000–2000	0,1–0,5	40–80
Elektrolyza – vysokoteplotní	700–1000	0,1	90–95
Elektrolyza – nízkoteplotní	<100	0,1	80–92
Sířičito-jodidový termochemický cyklus	800–1000	0,1	40–52
Zplyňování biomasy	800–1000	0,1–0,5	35–50

Parní reforming zemního plynu je dnes nejlevnější a také nejrozšířenější způsob průmyslové výroby vodíku. Chemická reakce metanu s vodní párou probíhá nejčastěji na katalyzátoru na bázi niklu ($\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) v reformovacích pecích. Po prvním cyklu parního reformování (konvekční část) může výsledná plynná směs obsahovat metan, který je zregován v dalším cyklu (radiační část) za vyšší teploty. Nevýhodou tohoto procesu je významná produkce CO_2 : při výrobě 1 kg vodíku parním reformingem vznikne 7,05 kg CO_2 [2]. Parciální oxidace se používá převážně v petrochemickém průmyslu, kde se jako surovina používají těžké ropné frakce. Zplyňování uhlí se již v dnešní době kvůli své energetické náročnosti a velkému množství emisí (20 kg $\text{CO}_2/\text{kg H}_2$) příliš nepoužívá.

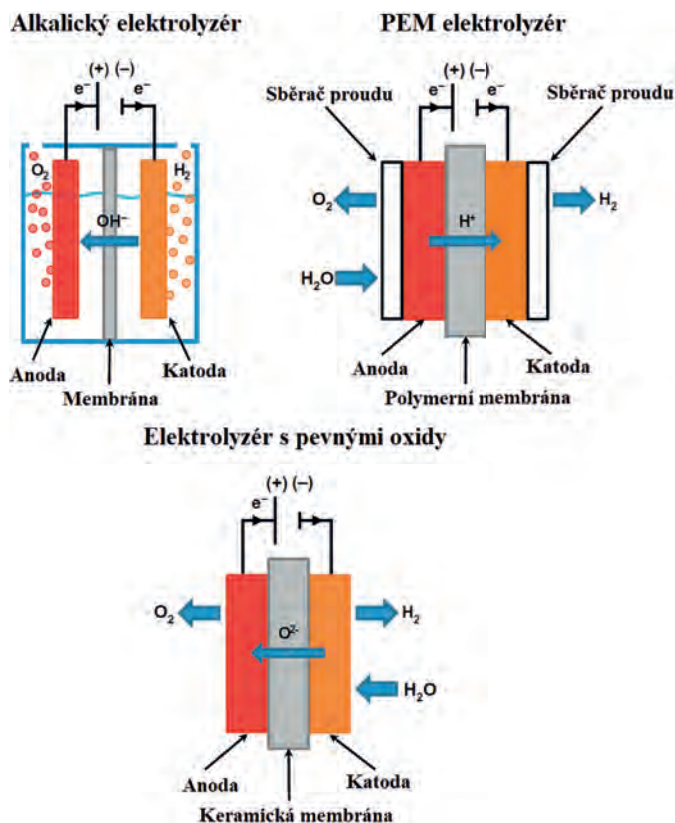
Obr. 1: Světová produkce vodíku



Prozatím jedinou nízkoemisní technologií výroby vodíku je elektrolyza vody. Při tomto procesu dochází k elektrochemickému rozkladu vody

za pomoci stejnosměrného elektrického proudu. Na katodě dochází k vývoji vodíku a na anodě kyslíku. Do elektrolyzní výroby vodíku spadá i chlór-alkalická elektrolyza, kde je vodík obvykle považován za vedlejší produkt. Výroba vodíku pomocí elektrolyzy se dnes stále pohybuje pouze v jednotkách procent světové produkce vodíku. Jednou z hlavních nevýhod tohoto procesu je vysoká cena elektrické energie. Elektrolyza je proto ekonomicky výhodná převážně v místech s dostatkem vody a levnou elektřinou, např. momentální přebytky intermitentních zdrojů. Elektrolyza se dělí na 3 kategorie: alkalická (AEL), membránová (PEM) a s pevnými oxidy (SOEC).

Obr. 2: Schéma jednotlivých typů elektrolyzérů [3]



Z uvedených technologií je SOEC nejméně vyvinutou elektrolyzou. Tato technologie používá pro elektrochemický rozklad vodní páry. Výhodou SOEC je dodání části energie ve formě tepla (které je typicky levnější než elektřina), SOEC dosahuje účinnosti až 95 %. Její nevýhodou je však vysoká cena a nízká životnost.

Průmyslové využití vodíku

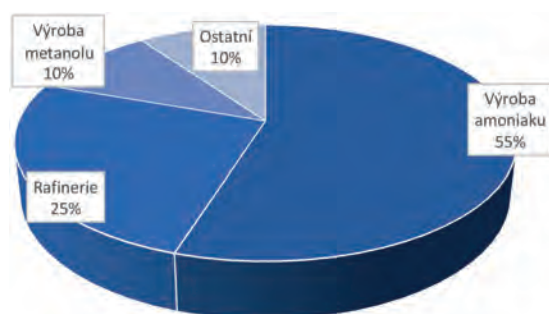
Nejvíce vyrobeného vodíku je využito v průmyslu. Téměř 72 % vodíku je spotřebováno v chemických výrobcích (petrochemický průmysl), nejčastěji na výrobu amoniaku a metanolu. V rafineriích se vodík spotřebovává na odsiřování ropných frakcí a produktů z ropy a hydrogenaci

procesy. Ostatní vyráběný vodík je spotřebováván v jiných odvětvích průmyslu, jako je metalurgie, elektronika, farmacie a potravinářství.

Tab. 2: Příklady jednotlivých elektrolyzérů

	AEL	PEM	SOEC
Membrána	NiO	perfluoro-sulfonové kyseliny	Pevné oxidy (Gd/CeO ₂)
Elektrolyt	KOH, NaOH	H ₂ O	ZrO ₂ /Y ₂ O ₃ /Sc ₂ O ₃
Katoda	Ni, Fe, Pt/C	Pt/C	NiO/Y ₂ O ₃ /ZrO
Anoda	Ni, Fe, Pt/C	Ti, Ir, Ru, Pt	La ₂ O ₃ /SrO/Co _x Fe _y O _z
Provozní teplota [°C]	60–90	70–100	500–1000
Spotřeba [kWh _{AC} /kg H ₂]	50	55	35
Investiční náklady [EUR/kW]	750	1 200	4 000

Obr. 3: Světová spotřeba vodíku



Vodík lze využít také jako palivo ve spalovacích motorech nebo jako zdroj energie pro palivové články v elektromobilech (palivový článek je reverzní zařízení k elektrolyzáru). SOEC elektrolyzéry jsou dokonce schopné pracovat i v opačném módu, tedy v módu palivového článku. V energetice je možné vodík využít pro skladování elektrické energie. Dalším možným krokem skladování energie je metanizace vodíku (katalyzovaná reakce vodíku a oxidu uhličitého při níž vzniká metan). Vyrobený metan je pak možné vtláčet do sítě zemního plynu.

Většina vodíku, který se v České republice vyrobit, se spotřebuje v místě výroby. Využitelné přebytky vodíku existují především v sektorech rafinérského a petrochemického průmyslu. Česká vodíková technologická platforma odhaduje současné využitelné tuzemské přebytky vodíku na max. 20 kt/rok. V budoucnu očekáváme další nárůst přebytků vodíku, ať již při realizaci výstavby nové elektrolyzy ve společnosti SPOLANA, s.r.o., nebo při očekávaném omezení využívání stávajících těžkých topných olejů v lodní dopravě. V současné době se přebytky vodíku obvykle spalují se vzduchem za účelem výroby tepla. Věříme, že další rozvoj v oblasti vodíkových technologií spalování vodíku postupně omezí.

Významným investičním počinem v oblasti výroby vodíku byla výstavba nové membránové elektrolyzy ústecké SPOLCHEMIE v roce 2017. Elektrolyza produkuje hydroxid sodný nebo draselný, chlor a vodík, s dvojnásobnou kapacitou oproti vyřazené amalgámové technologii. Celkové náklady na výstavbu činily 1,9 miliardy Kč [4].

Budoucnost průmyslového využití vodíku

V České republice se na vodíkové technologie nejvíce zaměřují transformující se uhelné regiony, především Ústecký a Moravskoslezský se snaží pomocí vodíkových technologií snížit průmyslové emise a dopad na životní prostředí. Ústecký kraj plánuje výstavbu veřejné vodíkové plnicí stanice v krajském městě a provoz vodíkových autobusů v rámci městské hromadné dopravy. Moravskoslezský kraj plánuje plnicíku v Ostravě – Hranečniku, kde se nachází depo ostravského dopravního podniku a také přestupní uzel autobusů Ostravy s Havířovem, Karvinou a dalšími městy.

Potenciál pro průmyslové nasazení vodíkových technologií však existuje i v dalších regionech. Z důvodů očekávání vyšší spotřeby vodíku, hlavně pro dopravu, se také hledají nové zdroje, pokud možno zeleného vodíku. Vodík lze vyrábět i z různých odpadních plynů a bioplynů pomocí parního reformingu. Např. v USA v Jižní Karolině se již od roku 2014 vyrábí vodík, který je následně využíván v dopravě, ze skládkového plynu. Další možností je bioplyn, např. vyrobený z odpadní biomasy z pivovarnictví. Taková bioplynová stanice byla postavena ve Velké Británii v roce 2010 a od roku 2006 produkuje bioplyn pivovar Cesu Alus v Lotyšsku, ten však svůj bioplyn spaluje v pivovarských kotlích místo výroby vodíku.

Další technologie, kterou lze implementovat i v českém průmyslu, funguje v rakouské ocelárně Salzgitter Flachstahl GmbH. V Salzgitter je instalován PEM elektrolyzáru na výrobu vodíku z evropského projektu Green Industry Hydrogen. Elektrolytický vodík je zde využíván ke galvanickému zinkování. Dále společnost využívá vodík k ochraně oceli před oxidací v procesu žhání. Mimoto je zde instalován nejučinější parní elektrolyzáru na světě, produkující 40 Nm³ vodíku hodinově, který může v případě potřeby fungovat i jako palivový článek o výkonu 30 kWe [5].

Dalším možným procesem, využitelným pro získávání vodíku, je separace vodíku z koksárenského plynu (55–58 obj. % vodíku). Tento proces už je testován v Polsku. Nevýhodou tohoto procesu je, že koksárenský plyn se obvykle používá na otop koksárenských baterií, separaci vodíku pak plyn ztrácí výhlednost.

Závěr

Vodík vždy byl a bude vysoce využívaný technický plyn. Hydrogenace a dehydrogenace jsou co do objemu nejrozšířenější organickou technologií využívanou v průmyslu. Věříme, že vodík najde v budoucnu uplatnění i v dalších oblastech průmyslových výrob, které budou propojeny s vodíkovou dopravní infrastrukturou. V současné době jsou ve využívání vodíku aktivní uhelné regiony. Na celém území ČR však probíhají různé výzkumné a demonstrační iniciativy, zabývající se vodíkovými technologiemi.

Poděkování: Prezentované výsledky byly finančně podpořeny Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy – projekt LQ1603 Výzkum pro SUSEN. Práce byla realizována na velké infrastruktuře Udržitelná energetika (SUSEN) vybudované v rámci projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0108 a CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_008/0000293.

Literatura

- [1] TKAC, M. – STEHLIK, K. Centrální výroba vodíku. *Chem. List.*, 2017, vol. 111, no. 2, pp. 121–128.
- [2] SOLOMOVA, M. – DLOUHY, P. Výroba vodíku. 09.05.2007, <<https://www.hytep.cz/cs/vodik/informace-o-vodiku/vyroba-vodiku/664-vyroba-vodiku>>
- [3] COUTANCEAU, C. – BARANTON, S. – AUDICHON, T. Hydrogen Production From Water Electrolysis. *Hydrogen Electrochemical Production*, 2018, vol. 2, no 20, pp. 17–62.
- [4] Milník v historii SPOLCHEMIE: nejmodernější elektrolyza. 06.06.2017, <<https://www.spolchemie.cz/cs/uvod/Novinky/tiskove-zpravy/2017/06/06/Milnik-v-historii-SPOLCHEMIE-nejmodernější-elektrolyza>>
- [5] Hydrogen makes better steel. 13.02.2020, <<https://www.salzgitter-flachstahl.de/en/news/2020-02-13/hydrogen-makes-better-steel.html>>

Abstract

OPPORTUNITIES FOR HYDROGEN APPLICATION IN INDUSTRIAL PROCESSES

Summary: The current hydrogen usage and production technologies in Czech Republic have been reviewed. Hydrogen is mostly used in the place of production, the surpluses can be used in hydrogen technologies and can reduce the emissions. The article presents possible future hydrogen industrial applications.

Key words: hydrogen, electrolysis, technology, industry

EVROPSKÁ VÝZKUMNÁ INFRASTRUKTURA ACTRIS A JEJÍ IMPLEMENTACE V ČESKÉ REPUBLICE

VÁŇA M.

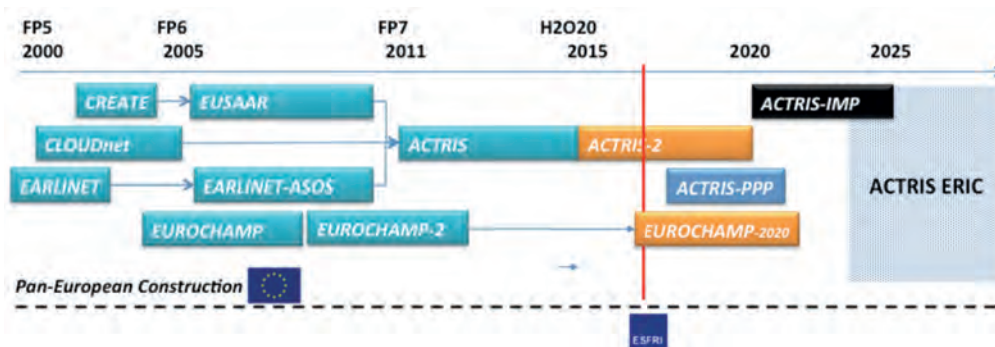
Český hydrometeorologický ústav

Atmosféra je vysoce komplexní systém řízený nesčetnými fyzikálními a chemickými procesy, který se permanentně mění i v souvislosti s nárůstem lidské populace a industriálními aktivitami. Schopnost předvídat chování atmosféry v budoucnosti v nejrůznějších časových měřítcích (od hodin po dekády) přináší významné socio-ekonomické přínosy. Jedná se např. o varovné systémy před krátkodobými riziky extrémního počasí nebo znečištění ovzduší, ale i o dlouhodobé predikce vývoje klimatu. Chápání atmosférických procesů a jejich predikce je založeno na využívání komplexních atmosférických modelů, které jsou vyvíjeny a inovovány na základě přesných měření. Panevropská výzkumná infrastruktura (VI) ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure), generující vysoce kvalitní data a informace o těkavých látkách v atmosféře, hraje klíčovou roli v podpoře a rozvoji těchto modelů. Služby poskytované ACTRIS jsou důležité pro řešení výzkumu řady vědeckých otázek, spojených s vlivem aerosolů, reaktivních plynů a oblaků na změny klimatu, lidské zdraví a ekosystémy. Aktivita ACTRIS rovněž přispívají ke snižování nejistot v oblasti emisích inventur a projekcí i k lepšímu chápání procesů depozice, které odstraňují těkavé látky z ovzduší [1].

Vznik, historie a poslání ACTRIS

ACTRIS sice vznikl teprve v roce 2011, ale jeho historie sahá až k přelomu tisíciletí, kdy v rámci výzkumných projektů EU Framework Programme (FP) 5 postupně vznikly projekty EARLINET (European Aerosol Research Lidar Network), CLOUDnet (sít' pro monitoring profilů oblačnosti) a CREATE (Construction, use and delivery of an European aerosol database). V této fázi ještě Česká republika (ČR) nebyla členem Evropské unie (EU) a nemohla se tudíž zmíněných projektů účastnit. Zatímco projekty EARLINET a CLOUDnet pokračovaly v téměř nezměněné podobě i v následném období projektů FP6 (2006–2011), CREATE byl nahrazen mnohem komplexnějším projektem EUSAAR (European Supersites for Atmospheric Aerosol Research), jehož cílem byla harmonizace a validace měření optických, fyzikálních a chemických vlastností atmosférických aerosolových částic na stanicích typu „Supersite“. S projektem EUSAAR do historie výzkumných infrastruktur ACTRIS vstupuje i ČR. Jako ideální lokalita pro realizaci projektu byla vybrána observatoř Národní atmosférická observatoř Košetice (NAOK), provozovaná Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), která se v následující dekádě stala jádrem české účasti v aktivitách ACTRIS. V roce 2011 došlo při přípravě projektů FP7 k integraci výše uvedených projektů do širšího rámce pod názvem ACTRIS. Nově byla zařazena i část věnující se monitoringu a výzkumu reaktivních plynů (VOC a NO_x). Po úspěšném ukončení fáze v rámci FP7 ACTRIS pokračoval nástupnickým projektem ACTRIS-2, financovaným ze zdrojů rámcového programu pro výzkum a inovace Horizon 2020 (výzva H2020-INFRAIA-2014-2019). Tato fáze projektu kladla větší důraz na tzv. TNA (Transnational Access). ACTRIS-2 nabídl uživatelům volný přístup na 18 vybraných moderně vybavených stanic (včetně NAOK).

Obr. 1: Historický vývoj ACTRIS



Hlavní cíle ACTRIS byly formulovány takto [12]:

- Integrovat evropské pozadové stanice, vybavené vyspělou přístrojovou technikou pro měření atmosférických aerosolů, oblaků a reaktivních plynů.
- Poskytovat data z dlouhodobého monitoringu zaměřeného na výzkum

kvality ovzduší a změn klimatu v regionálním měřítku, získávaná za využití standardizovaných nebo srovnatelných metod v rámci celé sítě.

- Zajistit koordinovaný systém pro podporu nadnárodního přístupu k vyspělým evropským infrastrukturám a datům vysoké kvality.
- Zlepšit trénink mladých vědců a studentů, zejména z východní Evropy a rozvojových zemí mimo EU.
- Podporovat vznik a rozvoj nových technologií pro monitoring a výzkum změn klimatu, kvality ovzduší a dálkového přenosu škodlivin.

Řada stanic a observatoří zařazených v projektech ACTRIS (včetně NAOK) jsou zároveň i stanicemi dlouhodobých programů EMEP a GAW a disponují mnohem delší řadou měření než výše zmíněné evropské projekty.

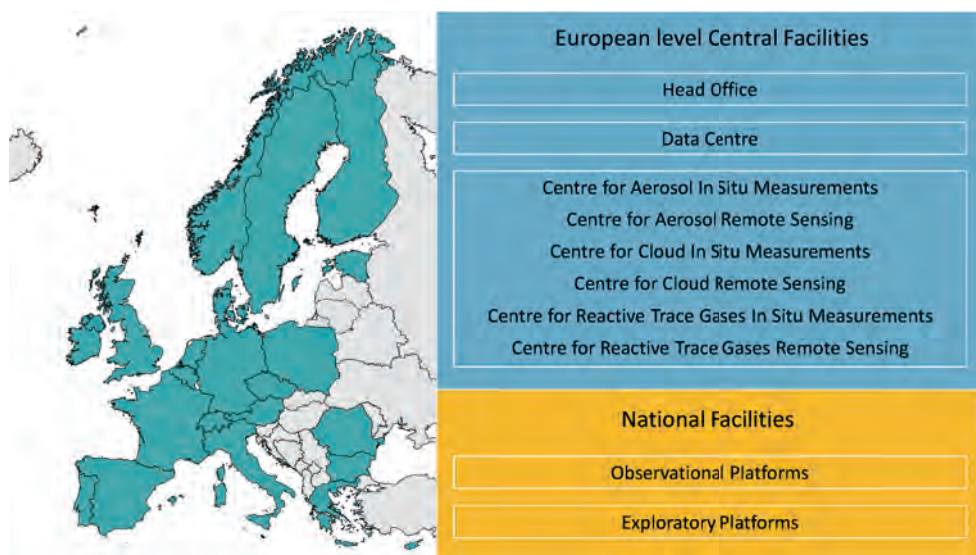
Dlouhodobá strategie rozvoje ACTRIS ale směřuje od projektové zaměřenosti k založení komplexní evropské VI, zaměřené na monitoring a výzkum atmosféry [1]. Práce na přípravě strategie dlouhodobého vývoje ACTRIS probíhaly již z průběhu realizace ACTRIS-2 a během přípravy návrhu na zařazení ACTRIS do cestovní mapy ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures), nicméně až vlastní zařazení do ESFRI v roce 2016 umožnilo tento proces rozvinout. V letech 2017–2019 proběhl projekt ACTRIS PPP (Preparatory Phase Project), jehož cílem byla příprava transformace z projektové zaměřenosti na panevropskou VI. Na ACTRIS PPP navazuje projekt ACTRIS IMP (Implementation Project, 2020–2023), jehož cílem je příprava a vznik legální entity ACTRIS ERIC (European Research Infrastructure Consortium). Financování aktivit VI pod ESFRI se přesouvá z evropské na národní úroveň. Státy, mající zájem o účast ve VI, musí deklarovat ochotu dlouhodobě politicky i finančně podporovat rozvoj VI. Ty, které tak učinily (ČR mezi ně patří), v roce 2017 vytvořily Interim ACTRIS Council (IAC) jako orgán pro posuzování a schvalování strategických záležitostí ACTRIS

v době transformace z projektové orientované aktivity na VI s právní formou. Cílem IAC je zajistit, aby byly zohledněny zájmy zúčastněných zemí v období, než vznikne právní entita ACTRIS, a tak lze IAC považovat za předchůdce řídicích struktur budoucí právní entity ACTRIS. Úkolem IAC je přijímat rozhodnutí pro realizaci ACTRIS, především posuzovat a schvalovat kroky, připravené v rámci projektu

ACTRIS PPP a ACTRIS IMP. Struktura VI ACTRIS a mapa členských států IAC je uvedena na obr. 2.

V operační fázi (po roce 2025) bude ACTRIS uživatelům nabízet a zajišťovat celou řadu služeb. Katalog služeb bude postupně generován v průběhu konstrukční fáze. Služby související s využíváním dat,

Obr. 2 Struktura VI ACTRIS



datových produktů a nástrojů budou poskytovány datacentrem a služby technologického charakteru (zajištění a kontrola kvality dat, kalibrace přístrojů, výměna znalostí, trénink operátorů, rozvoj metod monitoringu aerosolů, reaktivních plynů a oblaků) bude poskytovat šest tematických centrálních zařízení. Národní observatoře (v českém případě NAOK) budou nabízet fyzický přístup na výzkumné platformy. Typickými příklady využití jsou testování a vývoj přístrojové techniky, výzkumné experimenty, monitorovací kampaně, interkalibrace a tréninky staničních operátorů a mladých vědců. V rámci přípravné fáze panevropské VI ACTRIS byla schválena konsorcia hostující Centrální zařízení (CF). ČR bude prostřednictvím ÚCHP provozovat část CF Aerosol in-situ. Za tímto účelem bude vybudována národní kalibrační laboratoř pro fyzikální vlastnosti aerosolových částic (Prague Aerosol Calibration Centre – PACC). Kalibrační laboratoř bude poskytovat své služby jak na národní úrovni státním, akademickým a dalším institucím zabývajícím se kvalitou ovzduší, tak vědecké komunitě na celoevropské úrovni.

VI ACTRIS bude připravena pro provoz v předoperačním módu do roku 2021 a v plně operačním módu v roce 2025. Dlouhodobým cílem VI ACTRIS po dosažení plně operační fáze je provoz v tomto režimu po dobu minimálně 20 let.

ACTRIS v České republice

V českém kontextu probíhal vývoj v souladu se strategií mezinárodního projektu. Národní konsorcium ACTRIS-CZ vzniklo v roce 2013. V následujícím roce podalo návrh do národní výzvy pro podporu velkých výzkumných infrastruktur (VVI), který byl v roce 2015 úspěšně obhájeno. Kapacity VVI ACTRIS-CZ tvoří Národní atmosférická observatoř Košetice (NAOK) a technologické vybavení a příslušenství čtyř partnerských institucí: Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i. (UCHP), Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. (UVGZ) a Výzkumné centrum RECETOX Masarykovy univerzity (MU) [12]. Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) provozuje jádro NAOK, původní Observatoř Košetice, která byla založena v roce 1988 jako specializované pracoviště pro

Obr. 3: Lokalizace Národní atmosférické observatoře Košetice



detekování dlouhodobých trendů kvality ovzduší na regionální úrovni ČR a v širším pojetí i celého středoevropského regionu. NAOK od devadesátých let minulého století reprezentuje ČR v mezinárodních programech monitoringu a výzkumu složení atmosféry pod konvencí CLRTAP (Convention on Long-Range Trans-Boundary Air Pollution) a WMO (World Meteorological Organization). Observatoř je lokalizována v zemědělské krajině mimo souvislé osídlení v kraji Vysočina, okrese Pelhřimov (N 49°35', E 15°05', 534 m n.m. – viz obr. 3). Detailní charakteristika observatoře byla publikována v [11].

Po procesu negociace v roce 2015 byl projekt od 1.1.2016 zahájen. Cílem je dobudování a další rozvoj

výzkumné infrastruktury ACTRIS-CZ, tvořící unikátní platformu pro dlouhodobý monitoring a výzkum kvality ovzduší na požadované úrovni a zahrnující zdravotní, klimatické i environmentální dopady změn ve složení atmosféry. Infrastruktura je úzce napojena na kapacity akreditovaných laboratoří dvou partnerů (ČHMÚ, RECETOX) a poskytuje přístup k přístrojovému vybavení, stejně jako k datovým souborům a dalším produktům včetně standardních operačních postupů, výsledkům kalibrací atd. Mezi hlavní směry rozvoje v následující etapě patří monitoring a výzkum vertikálního profilu atmosférických aerosolů a organických látek, on-line stanovení chemického složení atmosférického aerosolu s následným určováním jeho zdrojů, sledování hygroscopických vlastností atmosférického aerosolu a charakterizace potenciálních kondenzačních jader, stanovení koeficientů rozptylu světla na částicích a absorpce světla částicemi. Nové výzkumné aktivity budou spojené s využitím techniky LIDAR (Light Detection and Ranging), monitorující rozložení aerosolových částic ve výškovém profilu až do stratosféry. Získaná data budou sloužit pro systém varování pro letecký provoz, jako tomu bylo např. v případě sopečné erupce na Islandu v roce 2010, nebo k identifikaci transkontinentálního přenosu škodlivin (kanadské lesní požáry 2017, epizody přenosu saharského písku). V oblasti monitoringu a výzkumu těkavých organických látek (VOC) plánujeme zavést on-line monitoring produkující real-time data. Důležité je propojení s aktivitami ICOS (Integrated Carbon Observation System). V současné době je ČR jedním z prvních států v Evropě, kde jsou aktivity ACTRIS a ICOS realizovány na jedné lokalitě.

Unikátnost VVI ACTRIS-CZ dále podtrhují:

- Multidisciplinární potenciál tvořený dlouhodobým partnerstvím 4 silných výzkumných organizací s navzájem se doplňujícími expertizami.
- Propojení výzkumu atmosféry s dalšími složkami přírodního prostředí v rámci integrovaného monitoringu.
- Reprezentativnost VVI pro region střední Evropy.
- 30letá homogenní řada měření.
- 250 m vysoký atmosférický stožár, sloužící primárně pro výzkumné účely.
- Objekt NAOK byl v období 2015–2016 komplexně rekonstruován a umožňuje komfortní ubytování hotelového typu ve 12 pokojích s 24 lůžky.

VVI nabízí uživatelům otevřený přístup k přístrojovému vybavení a datům z NAOK. Disponuje techniky, specializovanými na realizaci monitoringu kvality ovzduší, a výzkumníky se znalostmi v oblasti validace, hodnocení a multidisciplinární interpretace získaných dat.

Pokračování na další straně

Monitoring reaktivních plynů v rámci ACTRIS

Monitoring a výzkum reaktivních plynů je součástí ACTRIS od jeho založení v roce 2011 v rámci pracovní skupiny Trace gases networking: Volatile organic carbon and nitrogen oxides. Aktivita jsou tedy soustředěny na prekursor troposférického ozonu: VOC a oxidy dusíku (NOx). Hlavní cíle pracovní skupiny projektu byly definovány takto:

- Integrovat a harmonizovat měření prekursorů ozonu v Evropě.
- Vytvořit Standardní operační postupy (SOP) pro měření VOC a NOx v Evropě pro podporu programů dlouhodobého monitoringu EMEP a GAW.
- Vyvinout protokol pro sdílení informací z pozemních a distančních měření.
- Zajišťovat rozšíření dat, získaných za důsledného využívání procedur QA/QC, mezi vědeckou komunitu, vyvíjející modely a analýzy kvality ovzduší v Evropě (podpora direktiv EC a CLRTAP).

Všechny uvedené cíle byly v období realizace projektu splněny. Síť dlouhodobého monitoringu VOC a NOx v rámci ACTRIS byla založena a je dodnes integrální součástí ACTRIS. Byly vyvinuty SOP, které jsou využívány nejen pro vlastní síť ACTRIS, ale i pro dlouhodobé programy monitoringu GAW a EMEP. Naměřená data ze všech stanic (včetně NAOK) byla po důkladné kontrole kvality pravidelně reportována do databáze ACTRIS. Uvedené aktivity pokračovaly a byly dále rozvíjeny v návazném projektu ACTRIS-2 (2015–2019) a budou hrát důležitou roli i v budoucím vývoji VI ACTRIS, kdy bude důraz kladen především na on-line měření v reálném čase a na výzkum chování reaktivních plynů ve vertikálním profilu.

Na české stanici ACTRIS NAOK jsou realizována měření reaktivních plynů dle metodických pokynů ACTRIS, unikátní je ale především měření VOC, kde je ČHMÚ jedinou institucí, která realizuje dlouhodobý monitoring a proto bude poslední kapitola předkládaného článku věnována této problematice.

Monitoring VOC na NAOK

VOC hrají důležitou úlohu v chemii ovzduší, a tedy i v oxidační síle atmosféry, což ovlivňuje stav a kvalitu ovzduší. Spolu s oxidy dusíku se VOC významně podílí na procesu tvorby přízemního ozonu a dalších fotooxidačních znečišťujících látek. Přeměny a odbourávání VOC zpravidla začínají reakcí s hydroxylovým radikálem [13]. Podle zákona o ochraně ovzduší je těkavou organickou látkou jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, která má při 20 °C tlak par 0,01 kPa nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití. Vzhledem k rozsahu různých dlouhých reaktivit jednotlivých VOC a k jejich množství nebyl u těchto látek stanoven emisní limit [2].

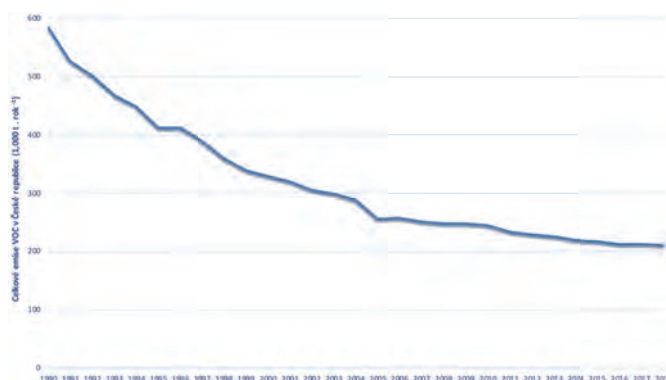
Ženevský protokol o redukci emisí VOC a jejich transhraničním přenosu byl přijat v listopadu 1991 a vstoupil v platnost v září 1997 [9]. Protokol obsahoval tři možnosti redukce VOC:

1. 30% redukce emisí VOC do roku 1999, přičemž jako základ byly použity roky 1984 a 1990;
2. Stejná redukce jako v bodě (1) a zajistit, aby celkové národní emise 1999 nepřesáhly úroveň roku 1988;
3. Kde emise 1988 nepřekračují stanovené limity, mohou státy přijmout jako emisní strop úroveň roku 1999.

V roce 1999 byl přijat Göteborgský protokol ke zmírnění acidifikace, eutrofizace a dopadů přízemního ozonu, který vstoupil v platnost 17. května 2005 [10]. Protokol obsahuje emisní stropy pro rok 2010 pro čtyři polutanty včetně VOC. Podle protokolu měly být evropské emise VOC sníženy alespoň o 40 % proti roku 1990. ČR, podobně jako většina středoevropských zemí (s výjimkou Polska), tento limit splnila.

Celkové emise VOC v ČR měly v období let 1990–2018 klesající trend (tab. 1), který byl způsoben aplikací produktů s nižším obsahem těkavých organických látek, např. vodou ředitelných barev nebo práškových plastů [2]. Podobný pokles emisí byl zaznamenán i v celoevropském měřítku [3].

Obr. 4: Celkové emise VOC v České republice mezi roky 1990–2018



Monitoring VOC byl do programu EMEP zařazen na základě rozhodnutí EMEP Workshop on Measurements of Hydrocarbons/VOC v Lindau 1989 [6]. Vlastní měření bylo na NAOK zahájeno v průběhu roku 1992. O tři roky později jej pak doplnilo identické měření na stanici Praha-Libuš. V rámci EMEP byl zpočátku monitoring realizován na pěti stanicích, ale v průběhu uplynulých téměř 30 let se počet stanic i rozsah měřených uhlovodíků několikrát změnil. Na NAOK se podařilo udržet homogenní řadu měření až do současnosti a účast v ACTRIS výrazně přispěla ke zkvalitnění měření. Laboratoř ČHMÚ se pravidelně účastnila round robin testu, kde v oblasti vlastní analýzy VOC výsledky potvrdily, že laboratoř vyhovuje doporučeným parametrům GC-systému a splňuje u většiny látek požadované nejistoty jak ve standardech, tak v reálných vzorcích.

Metodika měření a analýz je podrobně popsána v [7]. Průměrné roční koncentrace na začátku a na konci období a v letech 2000, 2005 a 2010 jsou uvedeny v tab. 1. Tab. 2 pak obsahuje výsledky trendové analýzy.

Tab. 1: Průměrné roční koncentrace měřených VOC na NAOK (1993, 2000, 2005, 2010, 2018)

VOC	Roční průměr [ppt]				
	Košetice				
	1993	2000	2005	2010	2018
Acetylen	1475	970	801	913	472
Benzen	477	233	132	181	157
Σ Buteny	160	88	63	87	87
Cyklohexan		29	14	12	29
Etan	2287	1502	1697	2057	1886
Eten	1114	715	668	479	522
Etylbenzen	60	28	14	13	39
i-Butan	305	258	158	199	127
i-Pentan	348	219	146	148	102
Isopren	28	40	32	46	108
n-Butan	490	320	245	300	211
n-Hexan	174	48	27	32	28
n-Pentan	235	133	97	120	68
Propan	1007	710	671	713	556
Propen	202	120	85	95	58
Toluen	437	160	82	106	80

Pro hodnocení trendů koncentrací VOC na NAOK byl použit Mann-Kendallův neparametrický test a neparametrická Sensova metoda pro hodnocení významnosti trendů [5]. Test Z charakterizuje existenci a významnost trendu, pozitivní (negativní) hodnoty Z indikují vzestupný (klesající) trend. Test rozděluje významnost trendů do 4 kategorií:

*** pokud $\alpha = 0,001$ úrovně významnosti,

** pokud $\alpha = 0,01$ úrovně významnosti,

* pokud $\alpha = 0,5$ úrovně významnosti,

+ pokud $\alpha = 0,1$ úrovně významnosti,

Q reprezentuje průměrný roční nárůst či pokles.

Mann-Kendallův test je doporučován a hojně využíván pro hodnocení trendů kvality ovzduší, neboť umožňuje hodnotit nekompletní datové řady a nevyžaduje specifické rozložení hodnot. Naopak jeho pomocí nelze hodnotit krátkodobější variabilitu či roční chod. Mann-Kendallův test byl použit jako mandatorní metoda při srovnání trendů v rámci Hodnoticí studie EMEP [4].

Průměrné roční koncentrace většiny VOC na NAOK vykazují během 25 let monitoringu statisticky velmi významný sestupný trend, který reflektuje pokles emisí VOC jak v ČR, tak v celém středoevropském prostoru. Zvláště viditelný byl pokles v první polovině sledovaného období, v poslední dekádě už koncentrace příliš neklesaly a u některých uhlovodíků (etylbenzen, m,p-xylen, o-xylen, Σ buteny) byl v posledních letech zaznamenán nárůst průměrných ročních koncentrací. Nižší úroveň statistické signifikance byla po celé sledované období registrována u etanu. Naprosto odlišný trend je patrný u isoprenu, který je přírodního původu (je emitován listnatými stromy) a vykazuje vzestupný trend. Byla prokázána korelace růstu koncentrací isoprenu se zvyšující se teplotou vzduchu. Srovnání s výsledky stanice Praha-Libuš ukazují, že koncentrace hlavních VOC byly v 90. letech minulého století na předměstské úrovni o cca 150–200 % vyšší než na NAOK. V poslední dekádě se rozdíly mezi oběma stanicemi výrazně zmenšují.

Ze srovnání výsledků NAOK se stanicemi ACTRIS a EMEP vyplývá, že koncentrace VOC v regionálním měřítku Evropy kontinuálně klesají a reflektují tak sestupný trend emisí v Evropě [8]. Úroveň koncentrací na NAOK je srovnatelná s německými, švýcarskými a francouzskými stanicemi. U etanu je česká stanice dlouhodobě charakterizována nižšími ročními průměry. U většiny VOC jsou naměřené hodnoty v zimě obvykle velmi podobné německým stanicím, zatímco v létě jsou u hodnoty na NAOK mírně nižší.

Závěr

ACTRIS představuje významnou evropskou výzkumnou infrastrukturu na poli výzkumu a monitoringu atmosféry. Svým konceptem dlouhodobě přispívá k soustavnému vylepšování měřících technik, postupů a zajišťuje kontinuální kontrolu kvality měřených dat. Zabezpečení panevropské koordinace v dlouhodobém horizontu umožní optimalizované a racionální využití prostředků investovaných členskými státy. Účast ČR ve výzkumné infrastruktuře ACTRIS umožňuje realizaci a zejména finanční zajištění dlouhodobého monitoringu a výzkumu kvality ovzduší na regionální úrovni.

Poděkování: Výzkum vedoucí k prezentovaným výsledkům obdržel podporu z projektu Velké výzkumné infrastruktury ACTRIS – účast České republiky (ACTRIS-CZ - LM2015037) – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- [1] ACTRIS Stakeholder Handbook 2018. Finnish Meteorological Institute, ISBN: 978-952-336-066-2 (printed version)
- [2] *Air Pollution in the Czech Republic in 2018*. ČHMÚ: Praha, 2019; ISBN 978-80-87577-95-0.
- [3] EEA. *European Union emission inventory report 1990–2014 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*. EEA Report No 16/2016. European Environment Agency: Luxembourg, Luxembourg, 2016; ISBN 978-92-9213-748-9
- [4] *EMEP Assessment Report, Part I + II*. 2004. Oslo: Norwegian Meteorological Institute. ISBN 82–7144–032–2.
- [5] SALMI, T., et al., 2002. *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by Mann-Kendall test and Sen's slope estimates*. Helsinki: FMI.
- [6] NILU, 1990. EMEP workshop on measurement of hydrocarbons/VOC. EMEP/CCC. 3/90 NILU, Lillestrøm. <http://www.nilu.no/projects/ccc/reports.html>
- [7] NILU, 2001. EMEP manual for sampling and chemical analysis. <https://projects.nilu.no/ccc/manual/index.html>
- [8] Solberg, S. et al. 2019. VOC measurements 2017 EMEP/CCC-Report 4/2019. NILU, Kjeller. https://projects.nilu.no/ccc/reports/cccr4_2019_voc_2017.pdf
- [9] UN-ECE, 1991. The Protocol to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs, i.e. hydrocarbons) or Their Transboundary Fluxes. 1991. Geneva: UN-ECE.
- [10] UN-ECE, 1999. The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone.
- [11] VÁŇA, M., DVORSKÁ, A. et al., 2014. *Košetice Observatory – 25 YEARS*. Praha: ČHMÚ. 92 s. ISBN 978-80-87577-40-0.
- [12] VÁŇA, M. 2016 *Projekt ACTRIS – historie, současnost a výhled do budoucnosti*. 1. Workshop ACTRIS-CZ. Košetice 31.10.–1.11.2016. ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-63-9. s 7–10.
- [13] VÍDEN, I. 2005. *Chemie ovzduší*, Praha, VŠCHT

Tab. 2: Hodnocení významnosti trendů průměrných ročních koncentrací VOC na NAOK (1993–2018) pomocí Mann-Kendalova testu významnosti

	První rok	Poslední rok	n	Test Z	Signifikance	Q
Acetylen	1993	2018	26	–5,16	***	–46,91
Benzen	1993	2018	26	–3,92	***	–8,11
Σ Buteny	1993	2018	25	–2,06	*	–2,93
Cyklohexan	1996	2018	23	–2,85	**	–1,13
Etan	1993	2018	26	–1,94	+	–12,71
Eten	1993	2018	26	–4,89	***	–28,23
Etylbenzen	1993	2018	25	–0,86		–0,68
i-Butan	1993	2018	26	–5,73	***	–6,56
i-Pentan	1993	2018	25	–5,63	***	–9,92
Isopren	1993	2018	26	3,66	***	1,95
m,p-Xylen	1993	2018	25	–0,30		–0,18
Metylcyklopentan	1996	2018	22	–3,70	***	–1,26
n-Butan	1993	2018	26	–4,94	***	–11,28
n-Hexan	1993	2018	25	–3,95	***	–3,15
n-Pentan	1993	2018	25	–5,11	***	–5,88
o-Xylen	1993	2018	25	0,21		0,22
Propan	1993	2018	26	–4,74	***	–14,20
Propen	1993	2018	26	–4,79	***	–4,73
Toluen	1993	2018	26	–4,63	***	–8,28

POCHOPENÍ TECHNOLOGIE ČÍTAČŮ ČÁSTIC A RIZIK INTEGRITY DAT A VÝZNAM KALIBRACE PODLE ISO 21501-4

KELLY J.

Lighthouse Worldwide Solutions, Inc.

Čítače polétavých částic jsou široce využívány v čistých prostorech pro monitorování známek kontaminace vzduchu a data o počtech částic se využívají při důležitých rozhodnutích týkajících se výrobního procesu. Současné přenosné čítače částic urazily dlouhou cestu, těžkopádné přístroje s helium-neonovými lasery nahradily po objevu technologie diodových laserů menší, lehčí a novými technologiemi nabitě přístroje s dotykovými displeji a automaticky vytvářenými certifikačními reporty odpovídajícími mnoha současným standardům týkajícím se čistým prostorům. Důsledkem je, že tyto čítače mají tak vysokou výpočetní kapacitu, že musí být validovány, aby vyhovovaly požadavkům vašeho procesu se zaměřením na integritu dat a FDA zásady ALCOA. Tento článek se věnuje velmi podrobně technologii čítačů částic, aby osobám zodpovědným za výběr přístrojů mohl pomoci provádět kvalifikovaná rozhodnutí, které modely a varianty jsou jejich proces nejvhodnější, když je integrita dat prvořadá.

Je důležité zmínit důležitost kalibrace dle standardu ISO 21501-4. Standard ISO 21501-4 je nejdůležitější standard pro kalibraci čítačů částic a jeden z nejkompletnějších návodů. Je důležité, aby čítače byly kalibrovány v souladu s tímto standardem. Je tím zajištěna maximální přesnost a spolehlivost, což se na druhou stranu projevuje omezením problémů s integritou dat tím, že data jsou tak přesná, jak jen mohou být. Proto je potřeba porozumět vztahu mezi ISO 14644-1:2015 a ISO 21501-4:2007. Hlavním účelem tohoto článku je přispět k lepšímu pochopení technologie čítačů částic, které hrají významnou úlohu v první linii boje proti kontaminaci v čistých prostorech.

Technologie čítačů polétavých částic a kritické parametry

Čítače částic měří to, co nemůžeme vidět. Pro představu: Částice o průměru 0,5 μm je asi 200x menší, než je průměr vlasu. Na obr. 1 můžete vidět porovnání částic, které jsou měřeny čítači, což může pomoci pochopit technologii čítačů částic. Pro detekci částic je použit laserový paprsek, jehož světlo částice při průletu paprskem rozptylují. Čítače polétavých částic používající technologii laserových diod počítají částice zaznamenáváním rozptýleného světla uvnitř čidla čítače. K rozptýlení světla dochází v okamžiku, kdy částice proletí „zorným objemem“ čidla. Tímto objemem je myšlen prostor, ve kterém se protínají paprsek laseru s protékajícím vzduchem. Laserový paprsek generovaný laserovou diodou prochází proudem, který je čerpán zabudovaným čerpadlem. Průtok vytvářený čerpadlem je zpětnovazebnou smyčkou a hmotovým průtokoměrem udržován konstantní. Přenosné čítače částic se vyrábějí s několika hodnotami průtoků. Běžné hodnoty jsou 1 cfm, 50 l/min a 100 l/min. Průtok 1 cfm znamená přečerpání 1 m³ za necelých 36 min. Při průtoku 50 l/min bude stejný objem přečerpán za 20 min a při průtoku 100 l/min za 10 min.

Obr. 1: Porovnání velikostí různých částic s velikostí lidského vlasu



Důležitost přesného řízení průtoku

Čidlo čítače částic je nastaveno na příslušný průtok, a proto rychlost průtoku vzorku hraje důležitou roli v přesnosti určování velikostí částic. Pokud je průtok příliš nízký, částice stráví v měřeném objemu delší

dobu, rozptýlí tak více světla a je pak vyhodnocena jako větší, než ve skutečnosti je. Pokud je průtok vyšší než nominální, pak částice rozptýlí méně světla a její velikost je podhodnocena. Pouliční osvětlení, které se jako kouzlem rozsvítí večer po setmění a ráno po rozbřesku zhasne, je spináno díky signálu fotodetektoru. Změna signálu fotodetektoru je způsobena změnou elektrického odporu při změně intenzity osvětlení a různé úrovně odporu jsou používány k rozsvícení a zhasínání pouličních světel. Fotodetektor použitý v čidle čítače částic je technicky pokročilejší a zjednodušeně řečeno převádí rozptýlené laserové záření na elektrické napětí v řádu mV. Množství rozptýleného světla je úměrné velikosti částic. Větší částice rozptylují více světla. To je základ převodu fyzické částice na elektrickou energii, kterou je možné měřit. Jakmile máme změřen signál v mV, pak porovnáním naměřené hodnoty s prahovou hodnotou pro velikostní třídy a částice jsou pak rozříděny do jednotlivých velikostních tříd a jsou prezentovány jako počty částic v jednotlivých velikostních třídách. Pokud průtok není v předepsaném rozmezí, pak může docházet k chybnému určování velikostí.

Integrita laseru a optické nastavení

Pokud intenzita laseru není optimální, pak je to další faktor, který může vnášet do měření chybu. Kondice laseru by měla být neustále monitorována a měl by být zobrazeno varovné hlášení, pokud energie laseru opustí optimální rozmezí. Pokud laser nepracuje v optimálním pracovním rozmezí, mohou malé částice prolétnout bez zachycení. Optické nastavení laseru má také výrazný vliv. Pokud není optika správně nastavena, mohou také ve výsledcích chybět některé částice a celkové výsledky mohou být chybné. Proto jsou stav laseru a nastavení optické dráhy velmi důležité, čítač by měl zobrazit varování při nedostatečné intenzitě laseru a mělo by být kontrolováno a korigováno nesprávné optické nastavení, které většinou vzniká při neopatrné manipulaci s čítačem.

Kondice fotodetektoru

Fotodetektor převádí fotony rozptýleného světla na elektrické signály vytvořením elektrického náboje při každém zachycení fotonu. Vzhledem k tomu, že množství rozptýleného světla se se zvětšující se velikostí částice roste a fotony zasahují fotodetektor ve stejném čase, je velikost proudového pulsu úměrná velikosti částice, které jej vyvolala. Pokud není fotodetektor v pořádku, některé méně technologicky vyspělé čítače indikovat nulový počet detekovaných částic, nebudou zachytávány žádné pulsy, a proto nebudou zaznamenávány žádné měřitelné částice. I v případě, kdy v proudě vzduchu budou částice přítomny, prolétnou čítačem bez zaznamenání. V běžných čistých prostorech není obvyklé, aby čítače po dobu několika hodin nezachytily žádnou částici. Pokud není fotodetektor monitorován, může se vytvořit falešný pocit bezpečí. Proto použití čítače s pokročilou technologií monitorování stavu fotodetektoru snižuje riziko falešných nulových měření. Tento problém se obtížně detekuje obzvláště v případě očekávaných velmi nízkých počtů částic. Rutinní testování může odhalit vadný fotodetektor i v případě, kdy čítač uživateli nesignalizuje chybu.

Obr. 2: Schéma optické dráhy čítače částic



Obr. 3: Stacionární čítač částic Lighthouse ApexR5



Obr. 4: Přenosný čítač částic Lighthouse Apex řady Z



Autodiagnostika čítače částic

Každý datový záznam by měl obsahovat informace o testech všech součástí čidla:

- energie laseru,
- proud laseru,
- napájecí zdroj laseru,
- fotodetektor,
- nastavení optiky,
- identifikace měřicího místa,
- průtok,
- stav kalibrace.

Kontaminace čidla

Jedním z největších problémů integrity dat čítačů částic je kontaminace zrcadel a optiky čidel. K tomu většinou dochází během úklidu prostorů, když vstup do čítače není zakryt. Čistící roztok pak pokryje optiku a čidlo pak není možné nakalibrovat. Když pak při každoroční kalibraci není možné čítač nakalibrovat, nakolik můžete důvěřovat datům naměřeným za uplynulých 12 měsíců? Čítač částic, který provádí monitorování kondice čidla je tak vhodnou volbou a pomáhá vytvářením servisních upozornění, pokud je naměřené pozadí příliš vysoké. Tyto pokročilé přístroje tak mohou snížit riziko chybné kalibrace a pomáhají udržet integritu dat. Čidla s naměřeným vysokým pozadím mohou být stažena z provozu, otestována a rekalibrována dříve, než potenciální chybná kalibrace způsobí problémy ve výrobě.

Identifikace měřicího místa

Jste si 100 % jisti, že je čítač ve správné pozici? Je identifikace pozice integrována do snímače? Jste si jisti, že byl čítač po návratu ze servisu umístěn na správné místo? Lidské chyby hrají velkou roli a ze zkušenosti je možné říct, že po návratu ze servisu může být čidlo chybně umístěno na nesprávné místo. Co to znamená? Tím, že data přicházejí do monitorovacího systému ze špatného měřicího bodu, vzniká velký zásah do integrity dat. Proto vyhledejte stacionární čítače s technologií, která umožňuje přidělit identifikaci měřicí pozice držáku čítače místo čítače samotného. Pak může být do držáku umístěn jakýkoliv čítač a současně je po celou dobu zaručeno, že monitorovací systém přiřadí naměřená data správnému měřicímu místu.

Redundance ukládání dat

Uchovávání naměřených záznamů ve stacionárním čítači částic zajišťuje redundanci v případech, kdy dojde k problémům se software během přenosu dat v reálném čase. Výběrem čítače s dostatečně velkou pamětí pro zálohování dat umožňuje jejich dodatečné stažení do software monitorovacího systému. Redundance ukládání dat se stává tím důležitější, čím kritičtější data jsou měřena.

Auditní stopa

Aby bylo možné vyhovět zásadám ALCOA, je naprosto nezbytné, aby přístroj měl implementováno sledování auditní stopy. (Monitorovací systém musí vyhovovat standardu 21CFR11.) Hledejte proto čítače s implementovaným sledováním auditní stopy vyhovujícím zásadám ALCOA.

Úrovně uživatelského přístupu

Systém musí odpovídat požadavkům 21CFR11. Musí být nastaveny nejméně 3 úrovně bezpečnosti od operátora po manažera a musí být sledovány bezpečnostní parametry jako např. délka hesla nebo stáří hesla. Správa uživatelských práv je vyžadována standardem 21CFR11 a čítače by měly umožňovat správu a řízení uživatelských práv.

Validace systému

Datové záznamy musí být kompletně validovány od ověření přesnosti dat až po správnost měřicího místa, kde byla data generována. Toto je povinná procedura, která musí být zapracována do IQ/OQ protokolů instalační a operační kvalifikace. Proto s monitorovacím systémem požadujte IQ/OQ protokoly a vždy před zahájením výroby proveďte funkční kvalifikaci PQ pro ověření přesnosti systému.

Kalibrační standard ISO 210501-4 a jeho význam pro přesnost dat

Standard ISO 210501-4 je platný již přibližně 12 let a nedávna aktualizace ISO 14644-1:2015 (Čisté prostory a příslušná řízená prostředí – Část 1: Klasifikace čistoty vzduchu podle koncentrace částic) vyžaduje, aby kalibrace čítačů částic byla prováděna podle standardu ISO 210501-4. Tab. 1 definuje parametry ISO 210501-4.

Provedení kalibrace čítačů podle ISO 210501-4 zvyšuje přesnost kalibrace. Pokud čítač vyhoví kalibraci podle ISO 210501-4, pak si můžete být jisti, že čidlo pracuje správně a koncentrace částic jsou naměřeny přesně.

Dokončení na další straně

Tab. 1: Kritické parametry testování dle ISO 20501-4

Parametr	Tolerance	Poznámka
kalibrační částice	$\pm 2,5 \%$	Monodisperzní kulové částice se známým středním průměrem kalibrované dle mezinárodních standardů. Nejistota střední hodnoty průměru musí být menší nebo rovna $\pm 2,5 \%$.
verifikace nastavení velikostí	$\pm 10 \%$	Chyba nejmenší detekovatelné velikosti částic a dalších velikostí definovaných výrobcem musí být menší nebo rovna $\pm 10 \%$ při ověření metodou popsanou ve standardu.
50 % účinnost detekce	$\pm 20 \%$	U kalibračních částic o velikosti blízké nejmenší detekované velikosti musí být účinnost detekce ($50 \pm 20 \%$).
100 % účinnost detekce	$\pm 10 \%$	U kalibračních částic v rozmezí 1,5x až 2x větších, než je prahová velikost, by účinnost detekce měla být ($100 \pm 10 \%$).
rozlišení velikostí částic	$\pm 15 \%$	Rozlišení velikostí částic by mělo být u kalibračních částic o velikosti specifikované výrobcem lepší nebo rovno 15 %.
frekvence falešné detekce	specifikováno výrobcem	Frekvence falešné detekce je naměřená koncentrace částic (částic / m ³) pro nejmenší detekovanou velikost částic při vzorkování čistého vzduchu. Data by měla být statisticky zpracována podle Poissonova rozdělení s horní konfidenční mezí 95 %.
maximální koncentrace částic	specifikováno výrobcem	Koincidenční ztráty při maximální koncentraci částic by měly být rovny nebo nižší než 10 %.
vzorkovací průtok	$\pm 5 \%$	Standardní nejistota volumetrického průtoku by měl být rovno nebo menší než $\pm 5 \%$.
dobu vzorkování	$\pm 1 \%$	Standardní nejistota doby vzorkování by měla být rovna nebo menší než $\pm 1 \%$ přednastavené hodnoty.
míra odezvy	$\pm 0,5 \%$	Míra odezvy podle metody uvedené ve standardu musí být rovna nebo nižší než $\pm 0,5 \%$.
kalibrační interval	≤ 1 rok	Doporučený interval mezi kalibracemi je 1 rok nebo méně.
protokol z testování	neuvedena	Protokol by měl obsahovat minimálně tyto informace: datum kalibrace; velikosti kalibračních částic; průtok; rozlišení velikostí (s příslušnou velikostí použitých částic); účinnost detekce (50 % a 100 %); frekvence falešné detekce; napětíový limit nebo kanál interního analyzátoru výšky pulzů (PHA).

Jaký přístup k integritě dat má FDA?

Velikost rizik pro integritu dat je přímo úměrná komplexnosti procesu a počítačových systémů, které s daty pracují. Data z čítačů částic hrají kritickou roli v životním cyklu výrobku. Volbou správného vybavení a služeb můžete tato rizika minimalizovat a využívat spolehlivá data z validovaného zdroje. Data z čítače částic musí být spolehlivá, přesná a ochráněná před možnými manipulacemi.

FDA před časem zmínila několik firem v souvislosti s nedostatečnou integritou dat v jejich procesech, způsobenou nedostatečnou sledovatelností dat (traceability) a nedostatečnými bezpečnostními opatřeními.

V dubnu 2016 FDA zveřejnila stručný instruktážní dokument "Data Integrity and Compliance with CGMP Guidance for Industry". Pod heslem „What is data integrity“ bylo uvedeno:

Pro potřeby tohoto návodu se pojem „Data integrity“ vztahuje k úplnosti, konzistenci a přesnosti dat. Úplná, konzistentní a přesná data jsou adresná, jasná, průběžně zaznamenávaná jako originál nebo věrná kopie a přesná (ALCOA).

Pro veřejnost byl zveřejněn akronym ALCOA, který byl sice používán již mnoho let, ale nyní byl uveden do širokého povědomí. Integrita dat také není ničím novým, byla požadována řadou farmaceutických a medicínských standardů. Nejedná se tedy o žádnou novinku, ale je dobré v souvislosti s integritou dat zmínit, co je dobré sledovat při investování do monitorovacího systému nebo přenosného čítače. Která data o vzorku nebo parametrech prostředí je potřeba používat při provádění kvalifikovaných rozhodnutí o stavu čistých prostorů, bezpečnosti výroby a výrobních dávkách vyrobených během životního cyklu výrobku.

Co „ALCOA“ skutečně znamená?

ALCOA je v zásadě soubor návodů, které mají pomoci při ověřování, zda jsou naměřená data:

- **Attributable (adresná):** Je jasné zdokumentováno (identifikace osoby + datum) kdy a kdo data zaznamenal a provedl příslušný úkon.
- **Legible (srozumitelná):** Po zaznamenání musí být možné data přečíst a interpretovat. Záznam musí být trvalý, nesmí být uvedeny nejasné znaky, pokud to je nutné, musí být řádně korigováno.
- **Contemporaneous (průběžně zaznamenávaná):** Data musí být zaznamenávána v okamžiku jejich vzniku, s minimální prodlevou od okamžiku děje, který na ně má vliv.

- **Original (originální):** Data musí být uchovávána v nezměněném stavu (pokud ne, tak s uvedením důvodu) nebo v certifikované kopii.

- **Accurate (přesná):** Data musí správně popisovat provedené akce nebo pozorování, data je potřeba prověřovat a jakékoliv úpravy musí být objasněny (pokud důvod není zřejmý).

Shrnutí

V čistých prostorech jsou v současné době čítače částic zásadní. Porozuměním principu činnosti čítačů a znalostí způsobů testování a uchovávání kritických parametrů lze minimalizovat problémy vztahující se k integritě dat z měření čistoty prostředí.

Znalost technologie čítačů částic na této úrovni umožňuje porozumět důležitosti řádné údržby čítače, aby data získaná čítačem částic byla spolehlivá a přesná. Je potřeba brát v úvahu řadu parametrů, které ovlivňují přesnost čítače částic. Lasery jsou citlivé na neopatrné zacházení a silné vibrace, které mohou ovlivnit optické nastavení. Dalším problémem je kontaminace čidla, ovšem čidla s implementovaným ověřováním kondice čidla jsou nejlepší možností, jak snížit riziko narušení integrity dat.

Pro optimální obsluhu čítačů je potřeba provádět řádné zaškolení pracovníků a vytvářet interní SOP (standardní operační postupy).

Důrazně doporučujeme provádět pravidelnou údržbu a kalibrace čítačů spolu s častějšími testy, kterými lze ověřit, že čidlo pracuje správně. Pro snížení rizika problémů s daty je velmi užitečné provádět testy s nulovými filtry a monitorovat kondici čidla. Každoroční kalibrace je dobrý způsob ověření, zda přístroj nevybočil z tolerancí, ovšem pokud jsou data z čítače pro výrobní proces kriticky důležitá, je vhodné uvažovat i o častějších kalibracích. Například řada uživatelů monitorovacích systémů kalibruje čidla častěji podle odesílání výrobních dávek. Pokud parametry čidla vyhoví požadavkům i před provedením kalibrace, pak uživatel získá větší jistotu o kvalitě výrobní dávky. Kalibrace dle ISO 21501-4 hraje klíčovou roli při zajištění opakovatelnosti a přesnosti. Validace čítače na místě použití zvyšuje jistotu, že čítač pracuje správně, na vyšší úrovni.

Z podkladů firmy Lighthouse Worldwide Solutions, Inc., přeložil Ing. Marek ČERNÍK, Uni-Export Instruments, s.r.o., www.uniexport.co.cz.



Uni-Export Instruments, s.r.o.



LIGHTHOUSE
WORLDWIDE SOLUTIONS

přenosné i stacionární čítače částic
monitorovací systémy



www.golighthouse.com

Šulysova 15, Praha 6, 169 00, tel.: 233 353 850, uniexport@uniexport.cz, www.uniexport.co.cz

Unikátní suché vývěvy nXDS



EDWARDS

CHROMSPEC

SPOL. S R.O.

Zastupuje: CHROMSPEC spol. s r.o.

252 10 Mníšek pod Brdy

Lhotecká 594

Tel.: 318 599 083

info@chromspec.cz

634 00 Brno

Plachty 2

Tel.: 547 246 683

www.chromspec.cz

Bezpečné skladování a nabíjení li-ion baterií

asecos®

Optimální protipožární ochrana a maximální bezpečnost

- Bezpečnostní skříňe zajišťující ochranu min. 90 minut
- Chrání před vnějším i vnitřním požárem vzniklým samovznícením uložených baterií
- Splňují normy EN14470-1 a EN1363
- Řada BATTERY-CHARGE umožňuje i nabíjení uložených baterií díky zabudovaným zásuvkám
- Pokročilý systém automatického výstražného hlášení a systém třístupňového poplachu

MERCI
laboratoř jak má být

MERCI, s.r.o.

Autorizovaný servisní a prodejní
partner asecos pro Českou republiku

www.merci.cz



KONTROLA SLOŽENÍ A ČISTOTY (NEJEN) MEDICINÁLNÍCH PLYNŮ

ŠEC K.

Nicolet CZ s.r.o., sec@nicoletcz.cz

Nesprávné množství inhalovaného kyslíku, ať už je příliš vysoké, či naopak nízké, může mít negativní účinky na lidské zdraví. Pokud vdechaný vzduch (nebo jiný, uměle vyrobený plyn určený k dýchání) není dobře namíchán, mohou se u jeho uživatelů velmi rychle objevit negativní fyziologické projevy od slabosti, nevolnosti a dušnosti až po závažné příznaky, jako je ztráta vědomí, srdeční arytmie atd. Taková situace může samozřejmě způsobit nenapravitelné poškození zdraví nebo i smrt. Uvnitř jakýchkoli plynových nádrží (stejně jako ve vzduchu) se mohou kromě požadovaného plynu vyskytnout také různé kontaminanty: vlhkost, oxidy uhlíku, oxidy dusíku, těkavé uhlovodíky, kondenzované oleje, prach, mikročástice a další. Některé z nich nemusí nutně způsobit přímé zdravotní komplikace, ale nepřetržitě vystavení vadné směsi plynů může poškodit zdraví. S ohledem na některé aplikace diskutovaných stlačených plynů může také dojít k poškození celkových zařízení (např. v nemocnicích), což opět zvyšuje riziko úrazu nebo zranění.

Ze všech těchto zásadních důvodů je v mnoha odvětvích vyžadována co nejpřesnější analýza a periodická kontrola (nejen) dýchatelného plynu (kyslíkové lahve pro potápěče, plyn pro piloty stíhacích letadel a pasažéry komerčních letů, lékařské aplikace, výroba chemikálií, čištění a úprava vody, obrábění kovů atd.). Nejvýznamnější oblastí použití, kde je čistota kyslíku naprosto zásadním parametrem, je zdravotnictví. Používá se vždy pouze tzv. medicínální kyslík v plynném či zkapalněném stavu (zřetelně označené lahve, kontejnery a cisterny).

Medicínální kyslík je z hlediska legislativy České republiky léčivý přípravek se všemi důsledky této definice (výroba, distribuce, rozvody kyslíku v nemocnicích, prodej atd.). Hlavní aplikace medicínálního kyslíku jsou podpora dýchání, kyslíková terapie, resuscitace, anestézie, léčba respiračních potíží, hyperbarické komory atd.). Další často používané medicínální plyny jsou oxid uhličitý, oxid dusný, SF₆, helium, směs Entonox a další).

Obr. 1: Nicolet Antaris IGS spektrometr



Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR) je ve spojení s tzv. dlouhocestnou plynovou celou efektivním řešením kontroly složení stlačených plynů v nádržích různých typů, ale i rychlým detektorem čistoty kyslíku a helia pro lékařské účely. Plynné vzorky se výrazně liší od vzorků v kondenzované fázi, přičemž hlavní odlišnost plyne z obvykle nízké hustoty plynů. Pro kondenzovanou fázi je nejčastějším postupem měření vzorků o tloušťce v desetinách milimetru až několika centimetru, zatímco pro plynné vzorky je pro dosažení stejných absorbancí nutné použít optickou dráhu v desítkách metrů. Pro plynné vzorky je typické, že ve spektrech jsou vedle vibračních dobře pozorovatelné i rotační přechody. Obrovskou výhodou plynných vzorků je, že jejich spektra jsou odolná vůči vlivu matric, spektra plynných směsí jsou jednoduchým součtem jednotlivých složek. Vlnočty spektrálních pásm se navíc vlivem okolí neposouvají. Obě tyto vlastnosti jsou důsledkem obvykle nízké hustoty plynů při jejich měření a z toho plynoucího neovlivňování molekuly plynu okolními molekulami. Pro FTIR analýzu plynů je důležité zachovávat při vzorkování dobře definovanou teplotu i tlak (obvykle konstantní), protože obě tyto veličiny ovlivňují hustotu plynů, a mají tak vliv na výslednou

pozorovanou koncentraci. Použitím vhodné optické dráhy lze pohodlně analyzovat a kvantifikovat plyny v extrémních rozmezích koncentrací: od ppt do 99,9999 %.

Pro koncentrace plynů v řádu procent je obvyklé použití kyvet s krátkou (short-path) optickou dráhou 5 a 10 cm. Občas je vhodné použít kyvety dlouhé 2 nebo 20 cm. Materiál těla těchto kyvet je volen dle aplikace a charakteru měřeného plynu. Plynové kyvety jsou pro většinu aplikací kovové či skleněné (obr. 2).

Obr. 2: Plynové cely s krátkou optickou dráhou (skleněné)



Obsahy plynů v rozsahu koncentrací ppb až ppm lze snadno stanovovat v dlouhocestných (long-path) kyvetách s optickou dráhou od 1 metru až po stovky metrů. Konstrukce dlouhocestných kyvet vždy využívá mnohonásobného odrazu infračerveného paprsku uvnitř kyvet. Např. pro dosažení optické dráhy 10 m se záření odráží celkem čtyřicetkrát v kyvetě dlouhé 50 cm. Optimální odraz záření zabezpečují vnitřní pozlacená zrcadla (obr. 3).

Obr. 3: FTIR Nicolet iS50 s dlouhocestnou 10 m kovovou celou



Pro průtočnou (on-line/at-line) analýzu je také vhodná minimalizace objemů kyvet. Desetimetrová kyveta má obvykle objem 2 l, dvoumetrová kyveta má pak objem pouze 200 ml. Obecně platí pravidlo, že čím delší je optická dráha kyvet, tím větší je její objem (viz tab.1). Tělo dlouhocestných kyvet je také obvykle kovové, občas skleněné. Kovové kyvety umožňují snadnější použití vysokých teplot, tlaků i vakua. Pro speciální aplikace jsou dodávány vysoce odolné anti-korozivní cely.

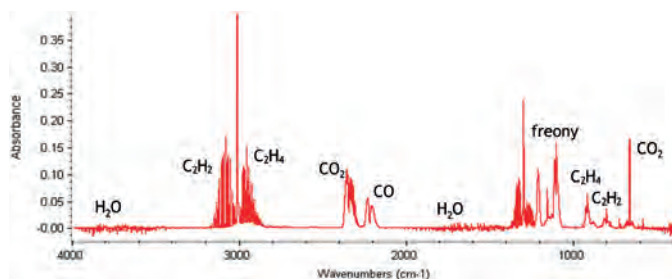
Tab. 1: Příklady nejčastějších FTIR plynových cel

Optická dráha plynové kyvety	Objem kyvety	Přibližná mez detekce
10 cm	100 ml	%
2 m	200 ml	ppm
3 m	200 ml	ppm
4,8 m	500 ml	ppm
6,4 m	750 ml	ppm
1,6–8 m (variabilní cela)	750 ml	ppm
10 m	2 l	ppb
12–48 m (variabilní cela)	8 l	ppb
20–200 m (variabilní cela)	50 l	ppb–ppt

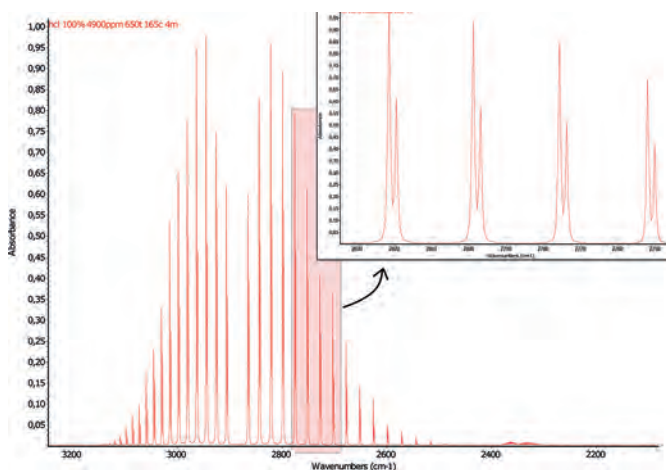
Obvykle dodávané dlouhocečné kyvety jsou vybaveny také tlakoměrem a teploměrem; přesnou teplotu a tlak lze v cele precizně kontrolovat a sledovat pomocí software. Vstupní a výstupní kyvetová okénka obou typů kyvet jsou volena podle chemické reaktivity sledovaných plynů. Časté použití má KBr, pro vlhké či reaktivní plyny BaF₂, ZnSe a např. čistý křemík. Plynové cely různých typů lze umisťovat do všech FTIR spektrometrů společnosti Nicolet CZ, pro speciální aplikace lze využít dedikované infračervené spektrometry Nicolet Antaris IGS, Nicolet iG50.

Výsledkem měření na FTIR spektrometrech je infračervené spektrum (obr. 4), ve kterém pozice pásů (vibrační a rotační molekul plynů) jednoznačně identifikuje druh plynu. Intenzita (plocha, či výška) těchto vibračních pak dle Lambert-Beerova zákona určuje koncentraci daného plynu ve směsi. Široké spektrální pásy kondenzovaných vzorků mají obvykle za následek hůře rozlišená spektra, která však postačují k rychlé analýze. Plynové vzorky je možné detailně studovat při mnohem lepším spektrálním rozlišení, pro celou řadu aplikací je dokonce vysoké rozlišení nezbytné.

Obr. 4: Spektrum ABO (kyslíková směs pro piloty) a identifikované pásy



U jednoduchých molekul je možné snadno studovat jemnou rotační strukturu vibračních pásů. Praktické využití má vysoké rozlišení tam, kde je nutné matematické odečtení nežádoucích složek (zejména vlhkost a oxid uhličitý). Hodnota spektrálního rozlišení (resolution) je zásadním

Obr. 5: FTIR spektrum plyné fáze HCl a detail na štěpení pásů vlivem výskytu dvou izotopů chloru: Cl³⁵ a Cl³⁷

parametrem daného infračerveného spektrometru, pro plynové aplikace doporučujeme minimálně 1 cm⁻¹, či lepší (nižší). Jedině s tímto vysokým rozlišením lze místo tzv. obalové křivky ve spektrech sledovat přesné rotačně-vibrační pásy plynů. Rozlišení kolem 0,5 cm⁻¹ také umožňuje spektrální odlišení různých izotopů plynů: ¹³C/¹²C, ¹⁷O/¹⁸O a Cl³⁵/Cl³⁷ (obr. 5).

Výhody FTIR metodiky analýzy složení a kontroly čistoty plynů:

- Měřicí možnosti: on-line/at-line, kontrola obsahu tlakových lahví, odběr vzorku atd.
- Citlivost metody je v obvykle obrovském koncentračním rozmezí: od 99,9 % procent do jednotek ppb jednotlivých složek, a to bez nutnosti separace složek směsí plynů
- Kvantitativní kalibrace jsou velmi stabilní, jejich periodická kontrola pomocí standardů slouží pouze k legislativním a GLP/GMP účelům
- FTIR spektroskopie identifikuje všechny typy plynů (kromě biatomických molekul)
- Software moderních infračervených spektrometrů splňuje všechny náležitosti z hlediska provozu ve farmacii a zdravotnictví (CFR 21 part 11, GMP annex 11, IQ/OQ/PQ/DQ procedury, data integrity, digitální podpis atd.)

Literatura

- [1] *Introduction to Gas Phase FTIR Spectroscopy*, Thermo Scientific 2020.
- [2] Webové stránky společnosti Nicolet CZ s.r.o.: <https://nicoletcz.cz/produkty/ic-spektroskopie/analiza-plynu/>.
- [3] HORÁK, PAPOUŠEK: *Infračervená spektra a struktura molekul*, Academia Praha, 1976.

RYCHLÉ A SPOLEHLIVÉ MONITOROVÁNÍ NÍZKÝCH HLADIN PPB NEČISTOT

Monitorovací systém MKS MultiGas™ TFS™ Monitor společnosti **MKS Instruments** je on-line, vicesložkový systém pro sledování stopových plynů. Využívá inovativní technologii TFS, která umožňuje měření vysoké selektivity a stability. Nízkého detekčního limitu (úroveň sub-ppm pro většinu plynů) je dosaženo použitím optiky s vysokou propustností spojenou s plynovou kyvetou s dlouhou dráhou a detektorem s vysokou citlivostí.

Monitor MultiGas TFS poskytuje alternativu k tradičním analyzátorům pro měření stopových

množství uhlovodíků, vlhkosti, CO, CO₂ a N₂O, což umožňuje nízkou cenou a přitom vysoce výkonnou analýzou. Analyzátor je neustále kalibrován, což snižuje potřebu nákladných referenčních směsí plynů. Kalibrační stabilita je zaručena použitím měření založeného na vlastnostech a pokročilém algoritmu spektrálního zpracování, který kompenzuje změny základní linie.

Vlastnosti a výhody systému MKS:

- jeden analyzátor měřící více sloučenin,
- vysoký analytický výkon – nízké detekční limity, vysoká stabilita, linearita v širokém rozsahu,
- kompletní systém připravený k integraci snižuje složitost a zajišťuje rychlou instalaci,
- trvalá kalibrace snižuje potřebu nákladných kalibračních plynů,

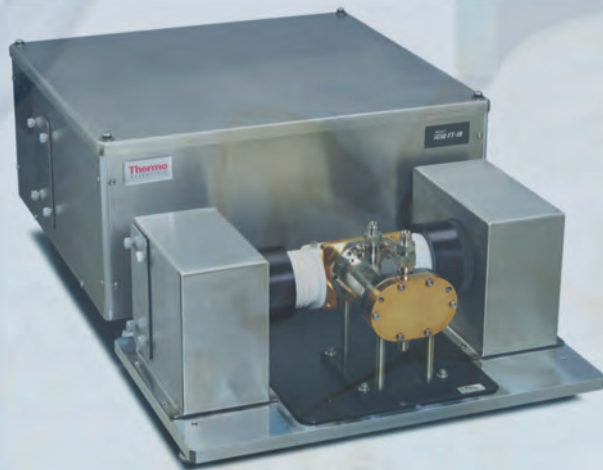
Obr.: Monitorovací systém MKS MultiGas™ TFS™



- nízké náklady na pořízení, snadná instalace a údržba,
- nepřetržité měření pro rychlou detekci změn ve složení odpadních vod,
- nahrazuje řešení s více analyzátorů a snižuje tak náklady a požadavky na infrastrukturu.

» www.mksinst.com/tf/multigas-tfs-monitors

FTIR analyzátor plynů Nicolet iG50



V odolném nerezovém těle modelu iG50 se skrývá srdce nejmodernějšího vědeckého FTIR spektrometru Nicolet iS50. Díky tomu je možné přesunout technologii FTIR spektroskopie z bezpečného prostředí laboratoře do drsného světa průmyslové výroby a měření emisí/imisí. Model iG50 lze využít k měření všech látkových skupenství. Vysoké rozlišení tohoto spektrometru navíc umožňuje spolehlivě odlišit jednotlivé ostré pásy plynů a díky velkému dynamickému rozsahu měřit obsah chemických látek v rozmezí několika ppt až po desítky procent.



- Přesná analýza medicánálních plynů a dalších plyných směsí
- Skvělý poměr signálu a šumu (S/N) umožňuje dosáhnouti ještě nižších detekčních limitů
- Vysoká rychlost skenování dovoluje sledování rychlých přechodových jevů, izotopové rozlišení ^{12}C , ^{13}C , ^{35}Cl , ^{37}Cl atd.
- Možnost současného používání dvou detektorů zvyšuje flexibilitu měření
- Výběr plynových cel s různou délkou dráhy paprsku intuitivní a jednoduché ovládání spektrometru
- Spektrometr iG50 je vhodný pro procesní analýzu kapalin a plynů, průběžné monitorování emisí, analýzu těkavých organických látek, at-line analýzu polymerů atd.



NICOLET CZ
MOLECULAR SPECTROSCOPY

PRAGOLAB DISCOVERY WEEK 2020

08-12 06 2020

ONLINE

Registrace na bezplatné webináře na:

www.pragolab.cz

www.pragolab.sk

Anorganická analýza

- 8/6/20 Nové ICP-OES iCAP PRO
9:00 L. Krajcarová, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 8/6/20 ICP-MS: překonávání interferencí s trojitým kvadrupólem –
9:45 teorie a aplikace
L. Krajcarová, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 8/6/20 Ultra-fast evaluation of inclusions with Spark OES – Principles
10:30 and latest developments for the Thermo Scientific ARL iSpark
Dr. J.-M. Böhlen & Dr. K. Li, Thermo Fisher Scientific (EN)

Optická mikroskopie pro Life Science

- 8/6/20 Nová konfokální platforma Leica STELLARIS
13:00 M. Kopecký, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 8/6/20 Získejte konfokální rozlišení na widefield mikroskopu Leica
13:45 THUNDER
D. Brezovský, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 8/6/20 Praktické živé ukázky systému Leica THUNDER
14:30 J. Karas, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)

Organická analýza

- 9/6/20 Simple to the Core – The new Thermo Scientific™ Vanquish™ Core
10:00 HPLC System
A. Manka, Thermo Fisher Scientific (EN)
- 9/6/20 Voda – čo všetko v sebe skrýva?
10:45 R. Repáš, Thermo Fisher Scientific (SK)
- 9/6/20 Automatizácia v predúprave vzoriek
13:00 M. Kondeková, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 9/6/20 Spotrebný materiál pre testovanie metabolitov liečiv
13:45 S. Lociová, PRAGOLAB s.r.o. (SK)

Pokročilé techniky MS

- 10/6/20 Pesticidy v potravinách – kontrola a monitoring využitím
9:30 plynovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie
M. Korman, Thermo Fisher Scientific (SK)
- 10/6/20 Hmotnostná spektrometria a jej úloha v metabolomike
10:15 M. Danková, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 10/6/20 LC/MS kvantitatívna analýza s iontovou mobilitou
13:00 J. Buček, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 10/6/20 Stable Isotope Ratio Mass spectrometry, the sampling devices
13:45 and application
D. Wanless, Thermo Fisher Scientific (EN)

Molekulová spektroskopia

- 11/6/20 Nový Summit FTIR spektrometer
9:00 M. Danková, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 11/6/20 UV-VIS spektrometrie a její současné aplikační využití
9:45 D. Petráš, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 11/6/20 Elektronový cirkulární dichroismus a možnosti jeho využití
10:30 P. Janderka, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)

Fyzikální vlastnosti

- 11/6/20 MiniLab, Process11, PolyLab – David nebo Goliáš, vítěz je na Vás!
13:00 A. Pleskačová, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)
- 11/6/20 HAAKE Mars iQ – nový reometr firmy Thermo Fisher Scientific
13:45 P. Volfová, PRAGOLAB s.r.o. (CZ)

Optická mikroskopie a příprava vzorků pro průmysl

- 12/6/20 Workflow technické čistoty s Leica LIBS
9:00 V. Škorík, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 12/6/20 Workflow pro metalografii s PRESI
9:45 V. Škorík, PRAGOLAB s.r.o. (SK)
- 12/6/20 Nová řada tvrdměrů PRESI a spotřební materiál
10:30 V. Škorík, PRAGOLAB s.r.o. (SK)

VYUŽITÍ FTIR SPEKTROMETRIE PRO ANALÝZU PLYNŮ – KONEC LIMITŮM

Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR) je významnou analytickou technikou, avšak má jejího uplatnění v oblasti analýzy plynů ještě zdaleka nedosáhla potenciálu, který tato technika má. Částečně je to důsledkem neinformovanosti ohledně značných výhod FTIR spektroskopie pro analýzu plynů a v druhé řadě tím, že analytici stále berou v potaz některé nevýhody a limity této techniky, které už nemusí platit. Zde je totiž nutné podívat se na vývoj v instrumentaci – v letošním roce německý výrobce Bruker Optics uvedl na trh nový FTIR analyzátor OMEGA 5, který odstraňuje většinu limitů FTIR spektrometrie a dokáže být jedinečným nástrojem pro plně automatizovanou a real-time identifikaci a kvantifikaci jednotlivých složek v plynných směsích. V následujícím článku si shrneme, jaké jsou výhody a nevýhody FTIR spektrometrie a jaké limity jsou díky spektrometru OMEGA 5 překonány.

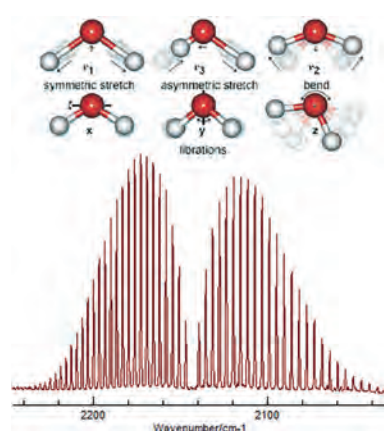
Proč FTIR spektroskopie?

FTIR spektroskopie dokáže analyzovat různorodé plynné směsi v širokých koncentračních rozsazích. Hlavní výhodou je využitelnost až pro desítky plynných složek současně. Stačí tedy mít jeden FTIR spektrometr pro sledování hned několika plynů ve směsi. FTIR spektroskopie je navíc vhodná jak pro plyny v koncentracích několika desítek procent, tak i v koncentracích pod úroveň ppm. Výhodou je také značná jednoduchost (možnost doručit přístroj předkalibrovaný pro dané plynné složky) a nenáročnost na provoz a čas. Provozní náklady mohou být skutečně minimální a rychlost měření může být i pod 1 sekundu. FTIR spektroskopie je tím pádem velmi vhodná i pro online analýzy.

Základy FTIR spektroskopie

FTIR (infračervená, IČ) spektrometrie patří mezi techniky molekulové vibrační spektrometrie – tzn., že je založená na interakci molekul s infračerveným zářením, kdy absorpcí tohoto záření dochází k dodání energie molekulám pro změnu jejich rotačně-vibračních stavů. Jinými slovy absorpci energie dojde k rozvibrování a rozrotování atomů v molekule. Vezmeme-li v potaz, že každá molekula je tvořená jinak hmotnými atomy a jinak pevnými vazbami, je absorpce energie pro každou vazbu v molekule specifická. Výstupem z FTIR měření je tedy infračervené spektrum (obr. 1), které ukazuje na vodorovné ose energii/vlnovou délku/vlnocet infračerveného záření a na svislé ose míru absorpce záření vzorkem. Každá IČ aktivní vazba má tedy charakteristické pásy ve spektru. Na základy pozice těchto pásů můžeme zjistit, jaké vazby (atomy, molekuly) se ve vzorku nacházejí a podle výšky těchto pásů můžeme stanovit koncentrace.

Obr. 1 – IČ spektrum CO_2 a znázornění charakteristických vibrací



Problémem a limitem této techniky je, že ne každá vazba je IČ aktivní. Molekula musí mít nerovnoměrně rozložený náboj (a měnit vibrací dipólový moment), aby došlo absorpcí energie a dostali jsme IČ spektrum. V případě homonukleárních plynů (O_2 , H_2 , N_2 aj.) bohužel platí, že nejsou IČ aktivní. Tyto plyny jsou tedy pomocí FTIR spektroskopie neměřitelné. Všechny ostatní plyny svá IČ spektra mají, a proto je možné veškeré heteronukleární plyny pomocí FTIR spektroskopie analyzovat. Vezmeme-li v úvahu k tomu skutečnost, že se vibrace všech IČ aktivních plynů současně promítají do spektra, je jasné, že z jednoho spektra můžeme analyzovat všechny plynné složky naráz. Není proto divu, že je FTIR spektroskopie jednou z nejrozmanitějších technik z hlediska potenciálního uplatnění.

FTIR analyzátor – nároky na hardware

FTIR spektrometry by měly být zařízení s kompaktními rozměry, robustností konstrukce a zároveň dostatečnou citlivostí, což přesně splňuje FTIR spektrometr OMEGA 5 (obr. 2). Jedná se o nástupce výzkumného/procesního spektrometru Matrix-MG dotaženého k co největší praktičnosti. Rozměrově je OMEGA kompaktní – je umístěna ve standardizované 19“ přístrojové skřini společně s regulátorem průtoku, plynovou celou a všemi elektronickými i optickými komponentami – z přístroje vede pouze napojení na řídicí jednotku (PC) a na přívod plynného vzorku. Plynná celá o délce optické dráhy 5 m umožňuje měření až do 191 °C nebo tlaku 15 bar, což představuje značnou flexibilitu.

Co se týká robustnosti FTIR analyzátorů, tak ta je potřebná hlavně při in-situ měřeních, transportu přístroje nebo v náročnějších průmyslových podmínkách. Vezmeme-li v úvahu, že se jedná o optické přístroje, může být jakákoliv vibrace nebo nestabilita prostředí překážkou pro měření. OMEGA 5 toto omezení řeší patentovanou konstrukcí vnitřní

optické soustavy, která obsahuje tzv. koutové odražeče neboli zlacená rohová zrcadla. Tyto odražeče kompenzují jakýkoliv odklon záření mimo optickou dráhu (např. vlivem ořezu), prostřednictvím odrazu uvnitř zlaceného zrcadla a vychýlení zpět na správnou optickou cestu (viz schéma na obr. 3). Je to osvědčená technologie používaná např. v astrofyzice, a využívána výrobcem Bruker Optics u většiny přístrojů. Výsledkem tedy je trvale seřizená optika necitlivá na vibrace a maximální stabilita signálu v náročnějším prostředí.

Obr. 2 – Automatizovaný FTIR analyzátor plynů OMEGA 5



Obr. 3 – Optická kompenzace odklonu záření pomocí koutového odražeče (vpravo; svazek pokračuje správným směrem) vs. standardní planární zrcadlo (vlevo; svazek je mimo optickou dráhu)



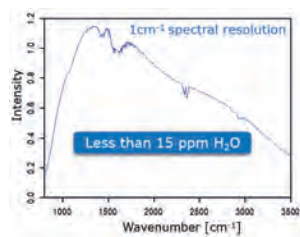
Provozní náklady

Důležitými otázkami jsou také čas analýzy a provozní náklady. Jsou totiž analytické techniky, které vyžadují nemalou investici času nebo financí do každého individuálního měření. V případě FTIR spektrometrie je čas analýzy minimální. Samotné měření a vyhodnocení může probíhat v reálném čase i rychlostí lepší než sken/s. Co se ale týká provozních nákladů, v případě systému vyžadujícího vyšší citlivost je žádoucí z optické soustavy odstraňovat IČ aktivní plyny, jako je CO_2 a H_2O ve vzduchu. To se realizuje profukem přístroje pomocí suchého vzduchu nebo dusíku. OMEGA tuto potřebu eliminuje patentovanou technologií vnitřního okruhu DryPath™, kdy přístroj dokáže bez pomoci externího média dostat CO_2 a H_2O na velmi nízkou koncentraci, a to vylepšuje detekční limity pro všechny plynné složky – viz jednonábové spektrum z OMEGA 5 na obr. 4.

Další náklady pak mohou vznikat v případě nutnosti použití citlivých detektorů s rychlou odezvou MCT (Mercury-Cadmium-Telluride), které je zpravidla nutné chladit kapalným dusíkem. Toto neplatí pro FTIR spektrometr OMEGA, který využívá MCT detektor chlazený termoelektricky, tedy bez nutnosti použití kapalného dusíku.

OMEGA tedy umožňuje svoje využití FTIR analyzátoru i tam, kde v místě instalace není zdroj kapalného dusíku nebo rozvod plyného dusíku a suchého vzduchu.

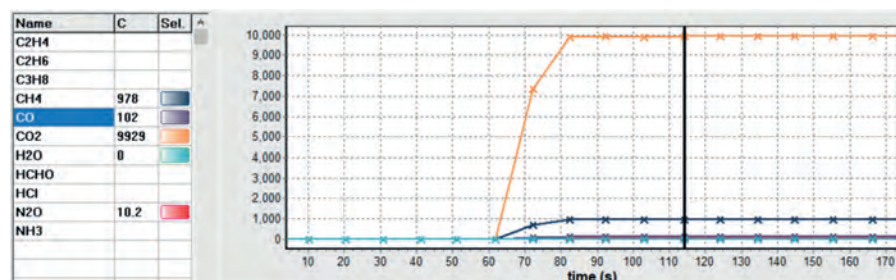
Obr. 4 – Jednakanálové spektrum OMEGY 5 s potlačením atmosférických vlivů pomocí technologie DryPath™



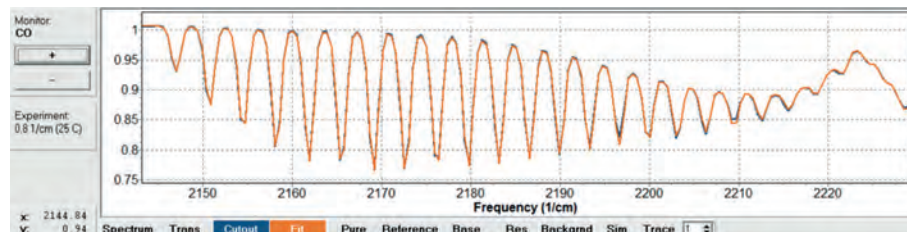
Vyhodnocení FTIR měření

Vyhodnocení naměřených FTIR spekter plynů má také svá specifika. V první řadě je třeba zmínit, že FTIR spektroskopie je technika neabsolutní, tzn. že pro zjištění neznámé koncentrace je potřeba nejprve proměřit plyn o známých koncentracích a vytvořit tak kalibrační křivku. V druhé řadě je nutno zmínit, že do IČ spektra se promítají všechny IČ aktivní plyny v optické dráze. To má sice jednu hlavní výhodu – je možné simultánně stanovit větší množství plynů z jednoho spektra, avšak také nevýhodu, jakou je znesnadněná interpretace. Pokud například naměříme spektrum velmi heterogenní směsi (které se v některých praktických příkladech nevymene) může dojít k překryvu pásů několika

Obr. 5 – Online měření koncentrací složek plyné směsi pomocí OPUS GA



Obr. 6 – Plně automatizované nelineární fitování FTIR spektra při stanovení koncentrace oxidu uhelnatého ve směsi (modrá – naměřené spektrum, oranžová – fit)



složek a výsledná identifikace spektra, neboli nalezení charakteristických pásů pro daný plyn, je tím znesnadněna. Stejně tak je to komplikace kvantifikaci plynů – charakteristické pásy se překrývají a obtížně se určuje, do jaké míry jde o příspěvek jedné plynové složky, nebo složek jiných. Pokud navíc máme některé složky v plyných směsích majoritní, mohou intenzitou svých pásů přehlušit minoritně zastoupené složky, které jsou mnohdy hlavním předmětem zájmu. V neposlední řadě je také

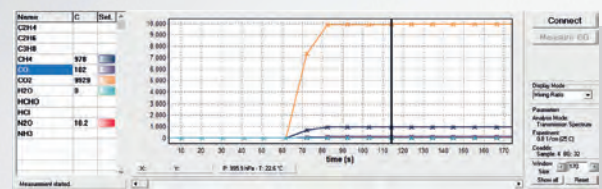
otázkou vliv teploty a tlaku na měřená spektra, protože s těmito veličinami se mění i látkové množství plynu v plyné cele a také poloha pásů ve spektru, a proto kalibrační křivky změřené za určitých podmínek neodpovídají měřením neznámé směsi za podmínek jiných. Je tedy evidentní, že vyhodnocení FTIR spekter má svá úskalí a dá se říct, že pro mnoho aplikací jsou právě tato úskalí problémem pro využití FTIR spektroskopie.

Dokončení na další straně

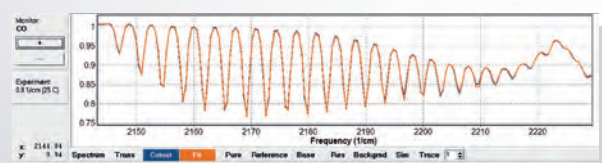
FTIR ANALYZÁTOR PLYNŮ OMEGA

DLOUHÁ ŽIVOTNOST | VÝKONNOST | ŠIROKÁ NABÍDKA PŘÍSLUŠENSTVÍ | JEDNODUCHÁ OBSLUHA

- Rychlé kontinuální měření v reálném čase
- Hotové kalibrace pro více než 400 plynů
- Příprava kalibrací na míru
- Kompaktní design a malé rozměry
- Nízké provozní náklady, žádný spotřební materiál



Online měření vícesložkových směsí



Přesný výpočet koncentrací ze spektra



měření spalín

průmyslové plyny

katalytické procesy



nečistoty
v technických plynech

bioplyny

výzkum



Nicméně, FTIR analyzátor OMEGA 5 si dokáže díky unikátnímu algoritmu vyhodnocování spekter poradit i s těmito omezeními. Pro vyhodnocení je používán software OPUS GA, založený na nelineárním fitování. Vše funguje tak, že přístroj měří spektra v reálném čase a software rovnou zobrazuje naměřené koncentrace jednotlivých komponent (viz obr. 5). Vyhodnocení spekter běží na pozadí a je založené na faktu, že součástí dodávky přístroje jsou i referenční spektra plynů o známé koncentraci. Software dokáže na základě dosazování a roznásobování jednoho referenčního spektra do spektra měřeného plynu velmi přesně dopočítat reálnou koncentraci dané plynné složky (viz obr. 6). Při těchto kalkulacích dokáže vzít v potaz také teplotu a tlak z čidel uvnitř plynové cely, a zrovna tak dokáže ze spektra odečíst i ostatní plyny, u kterých očekáváme, že překrývají signál sledovaného plynu. Tím jsou odstraněny značné překážky pro vyhodnocení IČ spekter. Na stanovení koncentrace plynu stačí jediné IČ spektrum a součástí softwarové výbavy je hned

400 spekter nejběžnějších plynů. Toto je velmi pokročilé softwarové řešení, které eliminuje potřebu tvorby kalibračních křivek, a žádný jiný software takto snadné řešení nenabízí.

Shrnutí

Přihlédneme-li k výše zmíněným skutečnostem, odstraňuje analyzátor plynů OMEGA 5 limity FTIR spektroskopie následujícími způsoby:

- má stabilní vnitřní optiku odolnou vůči mechanickým vlivům,
- nevyžaduje kapalný dusík pro chlazení MCT detektoru,
- nepotřebuje plynný dusík nebo suchý vzduch pro profuk optické soustavy,
- není třeba měřit sady referenčních spekter pro stanovení plynů,
- umožňuje bezkalibrační vyhodnocování, tj. bez tvorby kalibračních křivek.

Je tedy velmi praktickým řešením pro aplikace, kde je potřeba simultánně stanovit koncentrace více složek v plynných směsích,

což lze uplatnit např. při:

- online monitoringu,
- měření emisí a spalín,
- sledování průmyslových plynů v potrubí apod.,
- monitoringu obsahu nečistot v technických plynech,
- sledování katalytických procesů,
- analýze bioplynů,
- výzkumu a vývoji.

Důležitým faktem je, že OMEGA 5 může být již od výrobce přednastavena na konkrétní plynné směsi a dodána jako hotové řešení. Nebo naopak – pro výzkumné pracovníky je zase možné snadno vytvářet kalibrační metody pro různorodé plynné směsi bez nutnosti měření referenčních spekter.

Ing. Jan NEUMAN, Ph.D.,
Ing. David MATOUŠEK,
OPTIK INSTRUMENTS s.r.o.,
david.matousek@brukeroptics.cz,
www.optikinstruments.cz

TECHNICKÉ PLYNY

POHODLÍ NADE VŠE: LINDE SPECIFY – SESTAVTE SI SVŮJ KALIBRAČNÍ PLYN

Dotazy na směsi speciálních plynů lze nyní u společnosti Linde řešit lehčeji, časově efektivněji a přehledně díky aplikaci Linde SPECIFY.

Být zaměřený na standardní produktová řešení a současně poskytovat řešení upravená na míru zákazníkům se v minulosti zdálo téměř nemožné. V dnešní době však společnosti prostřednictvím digitalizace nabízejí taková řešení, která individuální potřeby zákazníků staví do středu svých standardních zákaznických řešení. Tyto příležitosti plně využívá i dodavatel technických plynů společnost Linde.

Linde spouští aplikaci SPECIFY 1.0 – online speciální konfigurátor plynných směsí, pomocí kterého mohou chemici, farmakologové a výzkumní pracovníci ověřit, zda je jimi preferovaná směs standardně výrobitelná a běžně doručitelná.

SPECIFY 1.0 – servis podle potřeb zákazníků

„Se SPECIFY 1.0 mohou zákazníci konfigurovat a požadovat téměř jakoukoli směs speciálních plynů, kterou si dokážete představit,“ říká Ivan Smolík, senior manažer speciálních plynů a chladiv CZ&SK. SPECIFY 1.0 nabízí řízený samoobslužný proces, který je navržen tak, aby výběr správné směsi speciálních plynů byl lehký, časově efektivní a přehledný – s výhodami pro zákazníky i Linde.

Obr.: Aplikace SPECIFY 1.0

Jakmile zákazník vybere požadovaný počet složek směsi, aplikace automaticky navrhne další nejběžnější složku. Uživatelé si také mohou vybrat ze seznamu více než 700 pevných směsí speciálních plynů a také ručně vybrat jak jednoduché plyny (např. oxid uhličitý), tak složité chemické látky (např. 1,3,5-trimethylbenzen). Aplikace nabízí i další možnosti. „Pokud si sestavujete sami svoji lichou nebo

neznámou směs, aplikace SPECIFY vám doporučí podobnou směs, která je již z technického hlediska dostupná,“ říká Ivan Smolík. „Přesto vám umožní trvat i na vaší předchozí individuální volbě.“

Poté, co zákazník dokončí svoji specifikaci, aplikace ho okamžitě informuje, zda může být jeho směs bezpečně vyrobena. Odborníci Linde souběžně provádějí závěrečný test vy-

robitelnosti a obratem kontaktují zákazníka s nabídkou. V případě manuálního vypořádání požávek by reakce a získání odpovědi na dotaz zákazníka mohlo trvat až dva týdny.

Podle Reginy Grassl, Senior Process Expert Special Gases ve společnosti Linde, mají klienti z farmaceutického průmyslu a oblastí výzkumu a ochrany životního prostředí, kteří používají metody analýzy, jako je plynová a kapalinová chromatografie, zvláštní potřebu vysoce specifických testovacích plynů. Proč? Aby mohli kalibrovat svoje měřicí přístroje. Čím přesnější a vhodnější je kalibrační plyn, tím méně času

bude analýza trvat. „Někteří z našich klientů čelí technologickým výzvám vyplývajícím z nových průmyslových standardů nebo zákonných požadavků“, říká Grassl. Například měřicí zařízení CO₂ a NOx pro automobilové aplikace. „Pomáháme našim zákazníkům v průběhu procesu certifikace a poskytujeme jim okamžitou odpověď na jejich otázky, a tak přispíváme k jejich úspěchu a pomáháme jim splnit všechny požadavky včas.“

Počáteční myšlenka na takový konfigurátor se zrodila v roce 2018. Za pouhé 3 měsíce se odborníkům ze specializovaných týmů

pro speciální plyny a digitalizaci podařilo vybudovat aplikaci a uvést ji na dva trhy: Česká republika a Německo. Zákazníci rychle přijali tuto samoobslužnou aplikaci a poskytli vynikající zpětnou vazbu. Cesta pro Linde byla jasná: nástroj byl připraven k další replikaci. V současné době zákazníci z více než 20 zemí v Evropě sestavují své směsi ze stovek chemických sloučenin a ověřují jejich technické parametry a objednávají je rychleji než kdykoli předtím.

Vyzkoušejte si aplikaci SPECIFY sami na specify.linde.com/cz.

PLYNOVÁ CHROMATOGRRAFIE

PLYNOVÉ CHROMATOGRAFY SHIMADZU

Inovativní řešení v oblasti plynové chromatografie vyvíjí společnost Shimadzu již od roku 1956, kdy byl na trh uveden první GC. Produktová řada Shimadzu zahrnuje širokou škálu přístrojů a příslušenství, které uživateli umožňují najít přístroj odpovídající aplikačním požadavkům. Kombinace technických znalostí a schopnost naslouchat potřebám zákazníků vedla k rozsáhlé řadě GC řešení při zpracování vzorků a zpracování dat.

Z velice úspěšného GC-2010 vychází nový **GC-2014**, který je primárně určen pro rutinní práci. Tento plynový chromatograf nabízí nejlepší výsledky pro rutinní analýzu s velice dobrým poměrem cena/výkon. Ať už pracujete s kapilárními nebo náplňovými kolonami, GC-2014 vám poskytne vynikající výkon. Řada GC-2014 je vybavena technologií AFC (advanced flow controller) zděděnou z již zmíněné série GC-2010. Přesná regulace průtoku pomocí AFC poskytuje vyšší úroveň opakovatelnosti retenčních časů a ploch píků, čímž je zajištěna lepší kvalita analýz.

Nejnovější přírůstek do Shimadzu portfolia v oblasti plynových chromatografů představuje **GC-2010 Pro**, který je zástupcem střední třídy. Velice rychlé zahřívání a chlazení pece zkracuje dobu analýzy a umožňuje vysokou propustnost vzorků. Na základě technologie **GC-2010 Plus** kombinuje tento GC snadný provoz s účinnou analýzou a vynikající citlivostí a přesností. U tohoto GC mohou být současně provozovány dvě analytické lajny až se třemi detektory s různými aplikacemi.

Nejvýkonnějším plynovým chromatografem společnosti Shimadzu je **Nexis GC-2030**, který otevírá zcela novou kapitolu dlouhé historie Shimadzu s plynovými chromatografy. Představuje některé nejlepší specifikace na trhu a zároveň nabízí zcela nové a kreativní způsoby použití plynového chromatografu. Kompletně přepracovaná pec, nástřiky, za-

vedení třetí generace AFC a přidání spousty dalších usnadňujících a bezpečnostních prvků dělá z Nexis GC-2030 dosud nejspolehlivější plynový chromatograf od Shimadzu. Tento GC je možné nakonfigurovat až se třemi analytickými lajnami, třemi nástřikovými porty a až čtyřmi detektory současně.

Nejnovější detektor **Nexis SCD-2030** (Sulfur chemiluminescence detector) je chemiluminis-

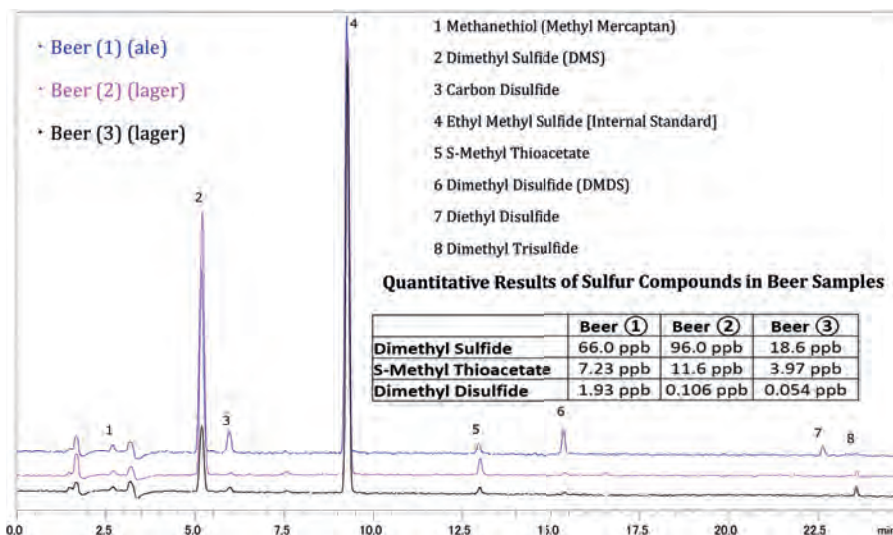
cenční detektor, který je perfektní volbou pro vysoce citlivá měření síry, například v průmyslu na ochranu katalyzátorů při zpracování uhlovodíků. Automatické funkce zjednodušují provoz a údržbu a zároveň zbavují operátory složitých manipulačních postupů.

Mgr. David LANG,
SHIMADZU Handels GmbH – organizační složka, david.lang@shimadzu.eu.com

Obr. 1: Detektor SCD-2030 s plynovým chromatografem Nexis GC-2030 a headspace HS-20



Obr. 2: Kvalitativní výsledky sloučenin síry ve vzorcích piva pomocí HS-GC-SCD



ANALÝZA RAFINÉRSKÝCH PLYNŮ POMOCÍ PLYNOVÉHO CHROMATOGRAFU GC AGILENT 8890

S ohledem na stanovení plynů je jednou z nejčastějších aplikací analýza rafinérských plynů. Její komplexnost klade vysoké nároky na konfiguraci využitého GC a tato aplikace tak slouží jako ideální příklad uplatnění rozsáhlých konfiguračních možností plynového chromatografu GC Agilent 8890.

Obr. 1: Tříkanálový plynový chromatograf Agilent 8890



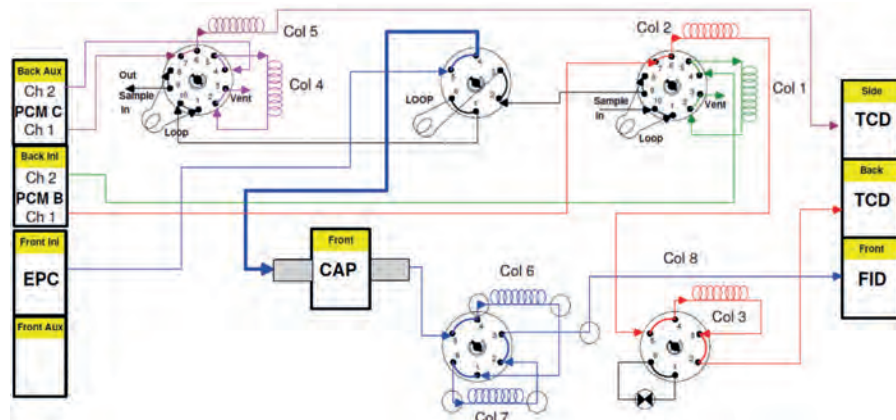
Rafinérský plyn je směsí dílčích složek vznikajících při procesu rafinace ropy. Skládá se z uhlovodíků, permanentních plynů, siřných sloučenin a dalších složek a je běžně využíván jako palivo, koncový produkt, či meziprodukt. Přesná a rychlá analýza jeho složek je nezbytností při optimalizaci rafinérských postupů a kontrole kvality koncových produktů.

Tříkanálový plynový chromatograf Agilent 8890 přináší elegantní řešení této komplexní separace. Lehké uhlovodíky jsou odděleny na kanálu s FID detektorem, permanentní plyny jsou analyzovány TCD detektorem s využitím helia jako nosného plynu a vodík v nízkých koncentracích je analyzován na třetím kanále, taktéž osazeném TCD detektorem, nicméně pro dosažení co možná nejvyšší citlivosti je jako nosný plyn použit argon nebo dusík. Tříkanálový systém využívá zapojení pěti ventilů a sedmi náplňových a kapilárních kolon (obr. 2), a to pro efektivní oddělení všech složek rafinérského plynu během jedné analýzy.

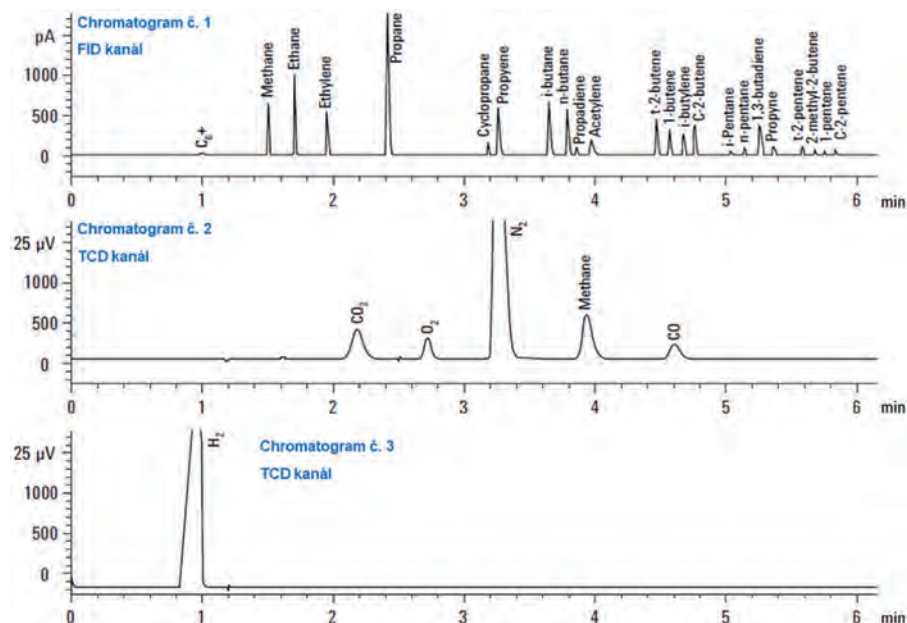
První chromatogram (obr. 3) znázorňuje analýzu uhlovodíků. Kolona HP PLOT Al_2O_3 umožňuje účinnou separaci uhlovodíků C_1 – C_5 . Vyšší uhlovodíky jsou detekovány jako suma C_6+ . Druhý chromatogram zobrazuje separaci permanentních plynů. Pro separaci permanentních plynů slouží kolona HayeSep a izolační ventil s molekulovým sítím. Třetí chromatogram popisuje analýzu nízkých hladin H_2 .

Změnou načasování přepínání ventilů lze změnit průběh separace a tím i analýzu vyšších uhlovodíků (obr. 4). Díky této flexibilitě lze pomocí RGA analyzátoru stanovovat široké spektrum nejen rafinérských směsí ale například i zemního plynu bez nutnosti měnit hardware či GC kolony.

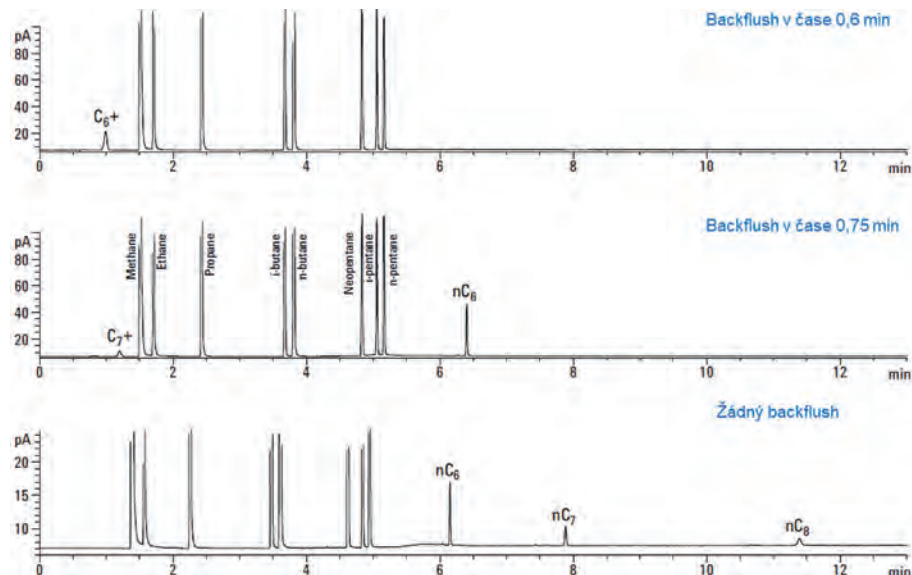
Obr. 2: Ventilový diagram RGA analyzátoru



Obr. 3: Chromatogram RGA analýzy



Obr. 4: Chromatogram analýzy uhlovodíků s odlišným přepínáním ventilů



RODINA CHYTRÝCH PLYNOVÝCH CHROMATOGRAFŮ AGILENT

Současné portfolio plynových chromatografů Agilent čítá čtyři přístroje. Patří do něj inovativní systém Agilent Intuvo, nejvýkonnější model Agilent 8890, Agilent 8860 určený především pro rutinní aplikace a také miniaturizovaný systém Agilent 990.

Agilent Intuvo 9000

V roce 2016 představila společnost Agilent inovativní, inteligentní a intuitivní plynový chromatograf Intuvo. Tento přístroj se vyznačuje zcela novou konstrukcí, která zjednodušuje obsluhu a údržbu, přináší zrychlení analýz a snižuje náklady na provoz. Plynový chromatograf využívá bezferulový mechanismus uchycení kolon, který vyžaduje pouze kompresní šrouby a momentový šroubovák. Kompletně tedy odpadá složitá manipulace s kapilárami a ferulemi. Další usnadnění údržby přináší i nové předkolony, které se také instalují bez využití ferulí a dalšího spotřebního materiálu. Pec tohoto plynového chromatografu byla významně zmenšena a umožňuje instalaci dvou 30metrových nebo jedné 60metrové kolony. Agilent Intuvo využívá planární GC kolony, které jsou zahřívány kontaktně, což přináší účinnější ohřev a významně kratší dobu analýz.

Obr. 1: Agilent Intuvo 9000



Agilent 8890

Plynový chromatograf Agilent 8890 staví na základech robustních, velmi oblíbených a stále používaných přístrojů HP/Agilent 6890 a také Agilent 7890. Pokročilé technologie zahrnující např. webové rozhraní, umělou inteligenci nebo diagnostické nástroje převzal tento systém od modelu Agilent Intuvo. Mezi tyto nástroje patří diagnostické testy spouštěné uživatelem, diagnostické testy spouštěné autonomně, nepřetržitě monitorování vnitřního systému (senzory, obvody a topná tělesa), monitorování chromatografických parametrů (retenční čas, plocha a výška píku, symetrie píku, poměr S/N), včasná údržba – sledování životnosti spotřebního materiálu a podrobné instrukce pro provádění údržby.

Obr. 2: Agilent 8890



Agilent 8860

Plynový chromatograf Agilent 8860 představuje nástupce modelu 7820A. Přestože patří do nižší modelové řady a vyžaduje nejvyšší pořizovací náklady, jeho výkon a funkce se výrazně neliší od přístrojů 8890 a Intuvo. Nechybí tedy diagnostické nástroje, možnost vzdáleného ovládání, poslední generace EPC modulů nebo webové rozhraní.

Přístroj lze osadit všemi dostupnými autosamplery Agilent, stejně jako je tomu u vyšší řady 8890 či Intuvo. Pro kapalný nástřik lze použít 16pozicový autosampler ALS 7693A rozšiřitelný o 150pozicový zásobník, nebo 50pozicovou variantu 7650A. Headspace extrakci lze automatizovat autosamplérem 7697A, jenž se vyznačuje kapacitou 12 nebo 111 vzorků. Různé techniky nástřiku vzorku lze zkombinovat pomocí robotického autosampléru Agilent PAL3. GC 8860 může využívat dva inlety a až tři detektory.

Obr. 3: Agilent 8860



Agilent 990

Nejmladším a nejmenším členem této rodiny chytrých plynových chromatografů je miniaturizovaný systém Agilent 990. Tento přístroj nachází uplatnění především při analýze zemního plynu, rafinérských plynů, bioplynu, permanentních plynů nebo ovzduší.

Konfigurace plynového chromatografu může využívat až 4 samostatné kanály. Nástřikový port neobsahuje žádné pohyblivé části, umožňuje zpětný proplach a jeho teplotu lze

nastavit až na 110 °C. Vzorky mohou být dávkovány manuálně stříkačkou, před inlet je možné předsadit vícepozicový selekční ventil, různé druhy filtrů, redukční ventil nebo zplyňovací zařízení, které umožní dávkovat vzorky zkapalněného zemního plynu či LPG. Vnitřní objem TCD detektoru je pouze 200 nL, což zabraňuje rozšiřování elučních zón analytů. Detekční limity se pohybují na hladině 0,5 ppm pro kapilární a 10 ppm pro mikronáplňové kolony.

GC Agilent 990 je dostupný nejen v běžné verzi pro standardní laboratorní použití, ale i v mobilní variantě s kufrem o rozměrech 26,9 x 40,6 x 53,8 cm. Kufř obsahuje vyměnitelné, dobíjecí baterie, které při běžných podmínkách zajistí provoz přibližně na 16 hodin. Součástí kufru jsou i opětovně naplnitelné tlakové lahve s provozními plyny.

Obr. 4: Agilent 990



Obr. 5: Převážný kufr pro Micro GC Agilent 990



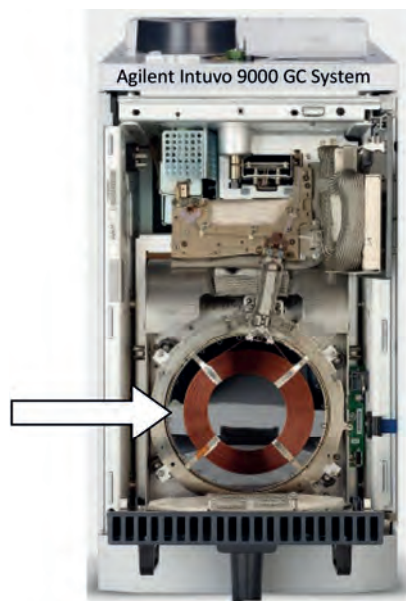
Pavel SVOBODA, Daniel SANDER,
HPST, s.r.o., info@hpst.cz

BUDOUCNOST PLYNOVÉ CHROMATOGRAFIE S NOVÝMI GC KOLONAMI SUPELCO® PRO SYSTÉM AGILENT INTUVO

Plynová chromatografie tvoří nedílnou součást moderní instrumentální analytiky a nachází využití jak v oblasti vývoje a výzkumu v akademických či farmaceutických laboratořích, tak pro rutinní kontrolu kvality v téměř všech segmentech průmyslu. Proto v oblasti plynové chromatografie stále probíhá další vývoj vedoucí k vyšší přesnosti, citlivosti a opakovatelnosti měření, ale také ke zvýšení efektivity analytických postupů, zjednodušení a zrychlení práce s dosažením požadovaných výsledků měření v co nejkratším čase. S tímto je také spojená vysoká flexibilita spočívající v širším výběru používaných materiálů a prostředků včetně alternativy používaných GC kolon, které tyto vysoké nároky splňují.

Plynové chromatografy nové platformy Agilent Intuvo, uvedené na trh firmou Agilent Technologies v roce 2016, jsou založené na zcela nové pokrokové technologii a představují i naprosto nové inovativní provedení GC kolon. Firma Merck, jakožto velmi dobře a dlouhodobě zavedený dodavatel produktů pro plynovou chromatografii, si je vědoma, jak je důležité mít v oblasti GC analýzy široký výběr kolon. Jsme tak prvním a jediným alternativním dodavatelem, který přichází s nabídkou nové produktové řady GC specificky určenou pro použití ve spojení s novým GC systémem Agilent Intuvo.

Obr. 1: Umístění nové kolony Supelco® verze Intuvo v GC systému Agilent Intuvo 9000



Nabízíme rozsáhlou řadu alternativních analytických kolon k použití se systémem GC Agilent Intuvo, a to počínaje naší široce používanou GC kolonou typu SLB®-5ms, přes unikátně selektivní kolony na bázi iontové kapaliny až po speciální kolony, jako jsou Astec ChiralDEX®.

Nové kolony v provedení Intuvo spojují několik zásadních výhod:

- instalace kolony ve stylu „Click & Run“ za méně než jednu minutu,
- spolehlivě těsnící připojení kolony bez použití ferulí,
- žádná údržba bez nutnosti zkrácení kolony,
- chromatogramy zůstávají stejné, což usnadňuje snadné převedení metod,
- výrazně vyšší rychlost analýzy díky rychlému ohřevu (250 °C/min) a chlazení kolony,
- ideální řešení ve spojení s vysoko-rychlostní nebo vysoko-průtočnou plynovou chromatografií.

Další významnou praktickou výhodou GC kolon Supelco® ve formátu Intuvo je, že chromatogram zůstává shodný ve srovnání s příslušnou kolonou ve standardním provedení, proto systém Intuvo umožňuje přímý převod metod z předchozích systémů GC, a navíc poskytuje mnohem rychlejší ohřev a chlazení, což analytikovi ušetří spoustu času před i po analýze. Na obrázcích 2 a 3 je dobře znázorněn rozdíl u GC kolon Supelco® před a po „Intuvizaci“.

Obr. 2: Standardní GC kolona Supelco®



Obr. 3: GC kolona Supelco® ve formátu Intuvo



Pokud tedy analytik hledá konkrétní aplikaci a nemůže ji najít pro danou kolonu ve verzi Intuvo, je možné použít aplikaci pro kolonu ve standardním formátu, protože bude tato aplikace identická k novému typu kolony Intuvo. Pro snadné vyhledávání aplikací je také k dispozici aplikační průvodce dostupný na našich webových stránkách SigmaAldrich.com.

S celou řadou nových GC kolon Supelco® vytvořených speciálně pro použití v GC systému Agilent Intuvo GC se minimalizují neplánované časové prostroje, časově náročné procedury včetně technických omezení pro uživatele. Praktický design nových kolon Intuvo umožňuje provést analýzu rychleji a snadněji, a navíc i s větší přesností, citlivostí a reprodukovatelností.

V provedení Intuvo aktuálně nabízíme 47 nových GC kolon. V tabulkách 1 a 2 jsou uvedeny příklady GC kolon jako přímá alternativa ke kolonám Agilent a příklady GC kolon, které jsou unikátní (nejsou dostupné od výrobce Agilent).

Pro snadnou instalaci kolony bez nutnosti její úpravy slouží i čtyři nové „Guard“ a „Jumper“ čipy dostupné ve verzi „split/splitless“ a „multimode“. Pokud se ochranný čip pravidelně vyměňuje, nehrozí žádná kontaminace kolony ze vzorku a odpadá tak i potřeba zkracování kolony. U některých ultračistých aplikací,

Dokončení na další straně

Tab. 1: GC kolony Supelco® dostupné jako přímá alternativa ke kolonám Agilent

Kat. číslo	Produkt	Rozměry
24079INT	SUPELCOWAX10 Intuvo	30 m × 0,25 mm df 0,25 µm
23323UINT	SPB-624 Intuvo	30 m × 0,32 mm df 1,80 µm
28469UINT	SLB-5MS Intuvo	15 m × 0,25 mm df 0,25 µm
28382UINT	EQUITY-1701 Intuvo	30 m × 0,32 mm df 0,25 µm

Tab. 2: Unikátní GC kolony Supelco®

Kat. číslo	Produkt	Rozměry
24304INT	BETA-DEX 120 Intuvo	30 m × 0,25 mm df 0,25 µm
28340UINT	SLB-PAHMS Intuvo	30 m × 0,25 mm df 0,25 µm
29711UINT	WATERCOL 1910 Intuvo	30 m × 0,25 mm df 0,20 µm
29833UINT	SLB-IL60i Intuvo	60 m × 0,25 mm df 0,20 µm

Obr. 4: „Guard/Jumper“ čipy



Tab. 3: Katalogová čísla „Guard/Jumper“ čipů

Kat. číslo	Produkt
28344INT	Guard chip, Intuvo, split/splitless inlet, 2/pk
28346INT	Jumper Chip, Intuvo, split/splitless inlet
28347INT	Guard chip, Intuvo, multimode inlet, 2/pk
28349INT	Jumper Chip, Intuvo, multimode inlet

kde není nutné použít ochranný čip, poskytují Intuvo „Jumper“ čipy krátký přímý průtok.

Nicméně pro většinu zákaznických aplikací je spíše využíván ochranný „Guard“ čip z důvodu zajištění delší životnosti analytické kolony jakožto praktická náhrada předkolony.

Společně s novými kolonami a čipy dodáváme i veškerý další spotřební materiál Supelco®, který je potřebný pro analýzu s využitím systému Agilent Intuvo či celkově spojený s aplikacemi v oblasti plynové chromatografie.

Ing. Jan HAVLÍČEK,

Merck spol. s r.o.,

jan.havlicek@merckgroup.com

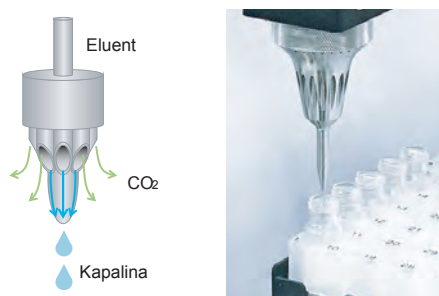
ANALYTICKÁ INSTRUMENTACE

NOVÝ PREPARATIVNÍ SFC SHIMADZU – JEDINEČNÝ VÝKON, BEZKONKURENČNÍ FLEXIBILITA

Shimadzu představuje nový preparativní superkritický fluidní chromatograf, model Nexera UC Prep, který vychází z předchozího analytického modelu Nexera UC. Shimadzu propojuje analytický systém s nejmodernějšími preparativními SFC technologiemi. Je tak možné řešit řadu problémů, které vznikají při preparativních úkonech, a díky vysoké účinnosti separace zvyšovat efektivitu práce v laboratořích. Nexera UC Prep dosahuje nejen vynikajícího stupně výtěžku při purifikaci, ale poskytuje také flexibilní konfigurace systému v kompaktním provedení, díky čemuž vyžaduje velmi malý prostor a umožňuje tak maximalizovat využití prostoru laboratoře.

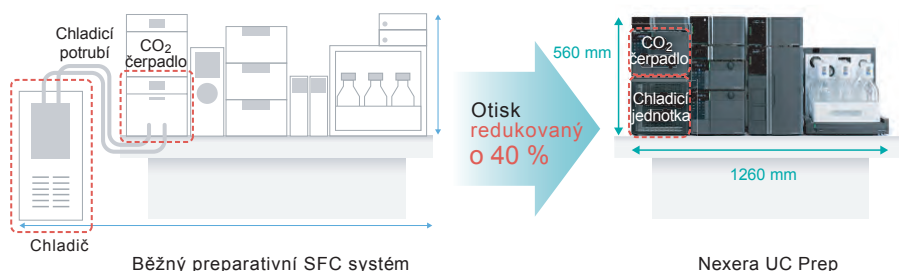
Použitá unikátní technologie separátoru LotusStream™, odděluje fázi kapalina-plyn, umožňuje vyšší rozsah výtěžnosti těkavých sloučenin, a to díky přesnému rozptylu eluátu během odpařování oxidu uhličitého. U konkurenčních separátorů je běžně zaznamenána ztráta až 22 % frakcionované látky. Separátor LotusStream™ zajistí účinnost frakcionace až 96,7 %, nedochází tedy ke zbytečným ztrátám.

Obr. 1: Separátor LotusStream™



Jednoduchá obsluha systému ideálně zapadá do preparativních pracovních postupů. Díky specializovanému softwaru s intuitivním preparativním nastavením umožňuje snadné ovládání všem uživatelům s různou úrovní zkušeností.

Obr. 2: Kompaktní bench-top design systém Nexera UC Prep



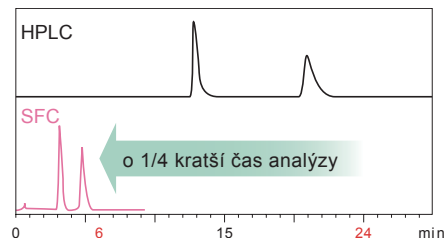
Kompaktní bench-top design (obr. 2), celkově šetřící prostor, obsahuje čerpadlo na oxid uhličitý, které nevyžaduje externí chladič (chladičový systém je u jiných systémů nezbytný pro čerpání CO₂ při vysokých průtocích). Jedna jednotka čerpadla navíc zvládne široký rozsah průtoků, čímž snižuje celkové náklady systému.

Přidáním SFC frakčního kolektoru k Nexera UC Prep lze vysokou variabilitou získat velký rozsah frakcí vzorku od malého (desítky miligramů) až po velké množství (jednotky gramů). Díky tomu je možné provádět veškerou práci na jednom systému, od vývoje metody po samotnou frakcionaci látek. Pouhý jeden systém Nexera UC Prep nabízí rozsah průtoků od 10 do 150 ml/min.

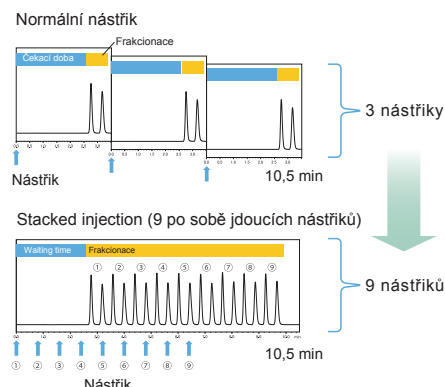
Díky nízké viskozitě a vysoké difuzivitě superkritického oxidu uhličitého je zpětný tlak kolony pro SFC nízký i při vysokých průtocích, což umožňuje rychlejší analýzu bez ztráty účinnosti kolony (obr. 3). Díky tomu jsou tedy kratší časy analýzy než u HPLC.

Funkce „stacked injection“ (obr. 4) eliminuje čekací dobu. Při použití standardních systémů ztrácíte čas čekáním na eluci píku. Ovšem u Shimadzu systému Nexera UC Prep díky funkci „stacked injection“ lze vzorky vstříkovat nepřetržitě bez čekání, což umožňuje rychlou analýzu a zpracování většího množství vzorků.

Obr. 3: Rychlejší analýza Nexera UC Prep bez ztráty účinnosti kolony



Obr. 4: Funkce „stacked injection“ eliminující čekací dobu na eluci píku



„Method scouting system“ je řešením pro rychlou a snadnou optimalizaci podmínek separace. Pro izolaci vzorku s vysokou čistotou musí být cílové látky adekvátně odděleny. K tomu je zapotřebí, aby uživatel zvolil vhod-

nou chromatografickou kolonu a našel ideální parametry analýzy. A právě s tím dokonale pomůže „Method Scouting System“, který se skládá z unikátního softwaru a hardwaru (ventil pro automatické přepínání mezi kolonami a další ventil pro výběr z několika mobilních fází – modifikátorů).

Výběr optimální konfigurace ze tří variant systému

„Stacked injection“ frakční systém

Tento systém je optimalizován pro frakcionaci velkých objemů zahrnujících opakovaný nástřik vzorků, které mohou obsahovat několik sloučenin. Jednotka FRS-40 zahrnuje funkčnost automatického dávkovače i sběrače frakcí v jednom, takže stejná jednotka může být použita pro opakované nástřiky vzorku a přípravu na úrovni gramů. Systém podporuje nástřiky objemů až 20 ml (objem si uživatel může zvolit) a sběr 10 frakcí. Kompatibilita je nastavena pro průtoky 10–150 ml/min a kolony s vnitřním průměrem kolon 10–30 mm.

Multi-frakční systém

Tento systém je vhodný pro preparativní účely zahrnující vzorky s mnoha detekovanými píky, jako jsou například nečistoty ve farmaceutických sloučeninách. Objemy nástřiku až 2 ml lze dávkovat pomocí autosamplery, který pojme až 162 vzorků (verze pro 2 ml vialky). U sběrače frakcí FRC-40 SF může uživatel vybírat ze 3 typů stojanů. Pomocí 10 ml zkumavek je možné provést až 540 frakcí. Systém je kompatibilní s průtoky 10–150 ml/min s vnitřním průměrem kolon 10–30 mm.

Analytický frakční systém

Je určen pro frakcionaci v analytickém měřítku, kde je vyžadován objem frakcí v řádu ml, aby bylo získáno až 20 mg materiálu (používá se například pro kontrolu syntézy). Připojením sběrače frakcí FRC-40 SF k systému Nexera UC mohou být použity analytické kolony s vnitřním průměrem 2,1–4,6 mm a s nastaveným průtokem až 5 ml/min – díky tomu lze sbírat i malé frakce.

Obr. 5: „Stacked injection“ frakční systém



Obr. 6: Multi-frakční systém



V případě zájmu o více informací neváhejte kontaktovat obchodní zástupce Shimadzu:

*Mgr. Ondřej Hillmich (Čechy),
ondrej.hillmich@shimadzu.eu.com,
Mgr. David Lang (Morava),
david.lang@shimadzu.eu.com*

PLYNOVÁ CHROMATOGRAFIE

NOVÁ METODA PRO STANOVENÍ MIKROPLASTŮ

Eurofins-IPROMA, referenční laboratoř v oblasti kontroly a analýzy životního prostředí, je součástí skupiny **EUROFINS SCIENTIFIC Group**, světového lídra v bioanalytickém testování, s více než 45 000 zaměstnanci v síti 800 laboratoří ve 47 zemích, nedávno podepsala dohodu o spolupráci s anglickou společností **Markes International**, která se specializuje na kvantifikaci stopových množství těkavých a polotěkavých sloučenin (VOC a SVOC) pomocí plynové chromatografie. Cílem dohody je usnadnit vývoj a validaci metodiky kvantifikace mikro a nanoplastů do velikosti 0,3 µm v laboratořích Eurofinu na zařízení od Markes International.

Zařízení, které funguje v centrálních laboratořích Eurofin/IPROMA, již zpracovalo některé vzorky a byly získány uspokojivé výsledky při kvantifikaci těchto kontaminantů při nízkých detekčních limitech.

Obr.: Markes TD100-xr™ – systém automatické termální desorpce (zcela vpravo) v laboratoři EUROFINS



Vývoj tohoto typu metodiky je zásadní pro kvantifikaci přítomnosti mikro a nanoplastů v různých přírodních prostředích, určení původu těchto kontaminantů a přijetí nezbytných opatření k je-

jih eliminaci. Světová zdravotnická organizace (WHO) nedávno podpořila výzkum v oblasti mikroplastů a drastické snížení znečištění způsobeného plasty v životním prostředí, přičemž si byla vědoma závažných účinků, které mohou mít na lidské zdraví.

» www.eurofins.com, www.markes.com

ELEKTRONICKÝ NOS HERACLES NEO

HERACLES NEO společnosti **Alpha MOS** kombinuje ultra rychlou plynovou chromatografii (FGC) s vlastnostmi elektronického nosu. Může tedy přesně určit chemické složení vzorku a současně vytvořit přesný čichový dojem. Jednou analýzou systém vytváří kompletní a spolehlivé profily a analýzy zápachu, přičemž lze detekovat také plyny bez zápachu. Například, pokud jste zjistili zápach nového produktu, může HERACLES NEO analyzovat a dokumentovat jeho přesné složení. V důsledku toho je potřeba méně senzorických panelů a kontrola kvality se stává přesnější.

Díky svým technickým vlastnostem je detektor HERACLES NEO nejlepším a nejflexibilnějším řešením svého druhu pro vzorkování, sběr a zpracování dat. Kromě vysoké citlivosti a přesnosti měření vám elektronický nos od francouzského výrobce Alpha MOS poskytuje rychlost a flexibilitu. Systém se skládá ze dvou paralelních krátkých kolon různé polarity, které spolupracují s plamenově ionizačními detektory (FID). Toto nastavení umožňuje průměrnou dobu analýzy 15–120 sekund (namísto obvyklých 45 minut nebo déle) a citlivost v rozmezí koncentrací ppb. Paralelní kolony současně produkují dva chromatogramy, což dále zvyšuje spolehlivost a přesnost.

Rozsáhlé softwarové vybavení s připojenou databází může identifikovat více než 99 000 slo-

žek a více než 1 900 senzorických atributů přímo z chromatogramu. Kromě toho jsou k dispozici funkce konvenční plynové chromatografie pro celé vyhodnocení dat, včetně faktorové analýzy (PCA) pro porovnání profilů zápachu, metody nejmenších čtverců (PLS) pro stanovení koncentrací a statistické metody kontroly kvality (SQC).

HERACLES NEO lze spojit s autosamplery pro automatizaci inkubace vzorku, vytvoření prostoru pro plyn a injektování vzorku. Autosamplery mohou být vybaveny celou řadou zařízení pro extrakci nebo koncentraci těkavých organických sloučenin před analýzou. K dispozici jsou následující systémy odběru vzorků:

- mikroextrakce na pevné fázi (SPME),
- dynamická extrakce na pevné fázi (SPDE),
- in-tube extrakce (ITEX),
- autosampler tepelné desorpce (TDAS),
- průtoková cela pro dynamickou online analýzu,
- měřící kyveta k posouzení šíření a trvanlivosti vůní.

HERACLES NEO je k dispozici ve třech různých konfiguracích, HERACLES NEO 100, 200 a 300. Konfigurace se liší hlavně s ohledem na příslušnost a softwarové komponenty. Elektronický nos je identický ve všech třech konfiguracích. HERACLES NEO 100 je základní konfigurace a je obzvláště vhodný pro rychlé, ručně prováděné testy, zatímco HERACLES NEO 200 je navržen pro kontrolu kvality, a proto je mimo jiné vybaven automatickým vzorkovačem a softwarovým rozšířením speciálně určeným pro zpracování statistických dat. Kromě toho může být systém nastaven tak, že systém signálního světla indikuje, zda je vzorek ve specifikovaném rozsahu kontroly kvality. Proto i nekalifikovaní pracovníci mohou provádět rychlé analýzy bez nutnosti další interpretace. HERACLES NEO 300 je špičková konfigurace, která nabízí maximum funkcí a softwarových možností pro zvláště vysoké nároky.

» www.alpha-mos.com/heracles-smell-analysis

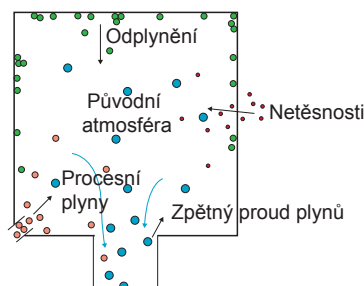
DOSAHOVÁNÍ ULTRAVYSOKÉHO VAKUA V SYSTÉMECH S TURBOMOLEKULÁRNÍMI VÝVĚVAMI

Edwards, exportsales@edwardsvacuum.com, www.edwardsvacuum.com

V ultravysokém vakuu (UHV), které je čerpané turbomolekulární vývěvou (TMP), je dosažené mezní vakuum limitované jak podmínkami na vstupu, tak na výstupu TMP. V tomto článku popíšeme proč a blíže se seznámíme s tím, jak pro účely UHV vybírat vhodnou primární vývěvu.

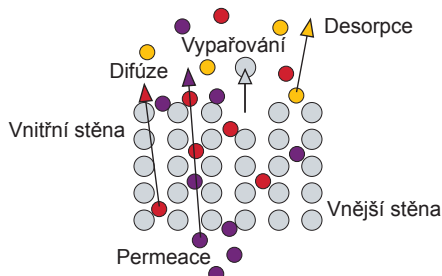
Zbytkové plyny ve vakuové komoře jsou důsledkem několika zdrojů. Jde o molekuly plynů původní atmosféry v komoře, dále jde o odplyňování ze stěn komory, proudění netěsnostmi do komory, v případě procesů jde o záměrné napouštění plynů a v neposlední řadě dochází při čerpání ke zpětnému proudění plynů, viz obr. 1.

Obr. 1: Zdroje plynů zbytkové atmosféry



Ve vysokém (HV), ultravysokém (UHV) a extrémně vysokém (XHV) vakuu je dominantní složkou zbytkové atmosféry odplynění ze stěn. To lze ještě dále rozdělit na desorpci z povrchu, difuzi z materiálu stěn a permeaci z okolní atmosféry, viz obr. 2.

Obr. 2: Odplynění ze stěn: desorpce, difúze, permeace



Při těchto tlacích můžeme za „procesní plyny“ považovat hlavně takové zdroje plynů, které vznikají v přímém důsledku probíhajících procesů. Jako příklad můžeme uvést elektronově, fotonově nebo iontově indukovanou desorpci plynů ze stěn urychlovačů nebo srážkových komor.

Pokud pro tuto chvíli budeme ignorovat odplynění a další zdroje plynů, mezní vakuum P_{tot} , které se při čerpání ustaví v komoře nad vstupem do TMP, bude:

$$P_{\text{tot}} = \sum P_{\text{Ti}} = \sum P_{\text{Tbi}} / C_{\text{Ri}}$$

kde P_{Ti} je parciální tlak i -té složky zbytkové atmosféry – tento je určen parciálním tlakem dané složky na výstupu TMP P_{Tbi} a kompresním poměrem TMP C_{Ri} pro danou složku.

Pro ilustraci uvažujme konkrétní uspořádání čerpacího systému, které obsahuje suchou primární vývěvu **nXDS** a sekundární turbomolekulární vývěvu **nEXT85H**. Pracovní vakuum na výstupu z TMP bude v řádu 10^{-2} mbar, měřený parciální tlak vodíku H_2 bude v řádu 10^{-5} mbar. Jinak budou převládat vodní páry H_2O , dusík N_2 a kyslík O_2 .

Přestože je parciální tlak H_2 na výstupu z TMP podstatně nižší než parciální tlaky vodní páry, kyslíku a dusíku, při započtení kompresních poměrů TMP se ukazuje, že dominantním plynem zbytkové atmosféry v komoře P_{tot} bude právě H_2 . Je to důsledek toho, že kompresní poměr pro H_2 je 5×10^5 zatímco kompresní poměr např. pro N_2 je $> 10^{11}$. Odtud lze odvodit, že parciální tlak H_2 bude v komoře $< 10^{-10}$ mbar.

Z výše popsaného příkladu je zřejmé, že pokud chceme s turbomolekulárními vývěvami čerpat v oboru UHV, je schopnost čerpat efektivně vodík při výběru primární vývěvy zásadní. Toto se týká i dalších lehkých plynů, pro které mají TMP obecně menší kompresní poměry než těžší plyny.

Další důležité aspekty při výběru primárních vývěv pro čerpání do UHV jsou:

- vývěva by měla být ideálně suchá, neboť vodík se může uvolňovat z minerálních olejů, kterými se plní olejové rotační vývěvy,
- vývěva by měla mít co nejnižší mezní vakuum, což zásadně pomáhá při čerpání vodíku, který je zpravidla dominantní ve zbytkové atmosféře v UHV systémech,
- pokud nyní vezmeme v úvahu i odplynění a další zdroje plynů, vystává zde další potíž. Jedná se o to, že i po odplynění stěn se nikdy zcela nezbavíme permeace. To může vést k postupnému zvyšování tlaku v důsledku nárůstu parciálního tlaku vodíku. Na výstupu z TMP se pak může zvýšit parciální tlak vodíku až k 10^{-2} mbar. Potom se obecně doporučuje použití průplachu.

Z výše uvedených obecných zákonitostí je zřejmé, že vývěvy **nXDS** lze považovat za ideálního kandidáta k dosažení nízkého mezního vakua při použití TMP. Zde jsou hlavní důvody:

- nXDS** je zcela suchá, hermeticky utěsněná vývěva. Neobsahuje tedy žádný olej nebo mazivo, z kterého by se uvolňoval H_2 .
- Vývěvy **nXDS10i** a **nXDS15i** mají mezní vakuum 7×10^{-3} mbar, nejnižší ve své třídě, a potažmo velmi nízký parciální tlak H_2 .
- V porovnání s jinými typy suchých vývěv, včetně konkurenčních, mají mimořádnou čerpací rychlost a kompresi pro H_2 .
- Příslušenství zahrnuje adaptér průplachu, který díky ideálnímu nastavení průtoku pomáhá dále zvyšovat čerpací rychlost pro H_2 , přičemž mezní vakuum zůstává nízké.
- Od uvedení na trh má Edwards přes 100 000 suchých šnekových vývěv instalovaných u svých zákazníků, což dokladuje jejich vhodnost včetně UHV aplikací.

Obr. 3: Vývěva Edwards **nXDS15i**



Shrnutí

Mezní vakuum turbomolekulárních vývěv je limitované odplyněním, permeací a procesními plyny. Specificky pro UHV limitují mezní vakuum kompresní poměry. V neposlední řadě je zásadní výběr správné primární vývěvy, která může do značné míry kompenzovat výše zmíněné limity díky omezení parciálního tlaku vodíku na výstupu z turbomolekulárních vývěv.

ENVIRONMENTS WHERE INNOVATION THRIVES

EDWARDS



REVOLUČNÍ VÝVĚVY EDWARDS NXRI MAJÍ AŽ O 60 % MENŠÍ SPOTŘEBU NEŽ KONKURENCE

Společnost **Edwards**, největší světový výrobce vývěv a vakuových technologií, která v letošním roce slaví 100 let od založení, nedávno představila nejnovější modelovou řadu vývěv nXR60i a nXR90i. Kromě kompaktnějšího designu přístrojů se díky revoluční konstrukci elektromotoru také podařilo snížit spotřebu elektrické energie až o 60 % oproti konkurenčním modelům, a to při zachování stejného sacího výkonu.

Přestože má Edwards pobočky ve více než 30 zemích světa, vývěvy nXRi se vyrábějí pouze v České republice. Nová modelová řada, jejíž vývoj v Lutíně trval 21 měsíců, přináší koncovým zákazníkům řadu benefitů. V první řadě jde o mimořádnou až 60% úsporu elektrické energie, která je daná zcela novým typem motoru. „Jedná se o unikátní motor vyvinutý přímo pro náš produkt naší společnosti, konkrétně závodem ve Velké Británii. Byl vyvinut za použití nejmodernějších technologií aktuálně dostupných pro elektrické motory,“ upozornil Petr Šmerek, Engineering manager společnosti Edwards. Nižší spotřeba zároveň znamená mnohem nižší vibrace a hluk či poloviční nároky na nutnost chlazení. Vývěvy budou mít rovněž nízké náklady na údržbu, například první servis budou potřebovat až po pěti letech.

Nový model přitom pro konstruktéry představoval řadu výzev. „V průběhu výzkumu a vývoje jsme museli konstrukčně vyřešit problémy, které

se týkaly velikosti, hlučnosti, spolehlivosti a celkového čerpacího výkonu vývěvy. Velkou výzvou byla také samotná výrobitelnost vývěv. Vývěvy totiž mají nejvyšší otáčky ve své třídě a zároveň velice přesnou geometrii,“ vysvětluje inženýr Šmerek s tím, že po počátečním období zavádění nových vývěv plánuje lutínský výrobní závod Edwards vyrábět několik tisíc kusů této platformy ročně.

Obr.: Vývěva Edwards nXR60i



„Vývěvy nXRi budou naší novou vlajkovou lodí v oblasti primárních vývěv pro oblast vědeckého vakua. Naleznou široké uplatnění například v elektronových mikroskopech, hmotnostní spektrometrii, RGA, oblasti ultravysokého vakua, výzkumu fyziky částic, sušení či čištění plazmou,“ vypočítává manager engineeringu některé možnosti použití. „A jelikož se jedná o suché vývěvy, budou vhodné pro všechny vakuové procesy citlivé na jakoukoli kontaminaci,“ uzavírá Šmerek.

» www.edwardsvacuum.com

TURBOMOLEKULÁRNÍ VÝVĚVY EDWARDS NEXT JSOU NYNÍ K DISPOZICI SE ZVÝŠENOU ČERPAČÍ RYCHLOSTÍ A VÝKONEM

Společnost Edwards uvádí na trh dvě nové varianty turbomolekulárních vývěv nEXT730 a nEXT930 s čerpacími rychlostmi 730 l/s a 925 l/s pro dusík. Tyto vývěvy jsou ideální pro zákazníky vyžadující zvýšený výkon, zkrácení doby cyklu a snížení provozních tlaků. Pro zvýšení flexibility instalace mohou vývěvy pracovat v jakékoli orientaci. Díky kompaktní konstrukci a integrované kontrolní jednotce nebyla instalace nikdy snazší.

Od prvního uvedení na trh v roce 2012 prokázaly vývěvy nEXT své přednosti v mnoha aplikacích v rozmezí čerpacích rychlostí 85–400 l/s. Zavedení větších variant nEXT730 a nEXT930 rozšíří výhody této řady na nové aplikace, jako např. povlakování, tepelné zpracování, pece, svařování elektronovým svazkem, iontové implantace a odplynování. Další aplikace využijí skutečnost, že vývěvy mají krytí IP54 jako standard.

Nové nEXT730 a nEXT930 jsou plně kompatibilní s kontrolními jednotkami Edwards TIC a TAG, mají stejné možnosti ovládání jako stávající řada nEXT. Jsou také plně kompatibilní s počítačovým softwarem Edwards Support pro možnosti monitorování, konfigurace a ovládání, což usnadňuje systematizaci do jakéhokoli nového nebo stávajícího vakuového systému.

» www.edwardsvacuum.com

PŘESNOST VS. OPAKOVATELNOST (NEJEN) HMOTNOSTNÍCH PRŮTOKOMĚRŮ

Pro vybrání správného průtokoměru, a to nejen hmotnostního, bývá pro většinu z nás nejdůležitějším ukazatelem přesnosti daného přístroje a vhodnost pro danou aplikaci. Pokládáme si otázku, jestli vzhledem k aplikaci, ke které má být určený, je přesnost daného průtokoměru dostatečná, ale zároveň nechceme zaplatit více, než je nezbytně nutné. Často se přitom stane, že je opomenuta opakovatelnost daného průtokoměru, která může být mnohdy důležitější než jeho absolutní přesnost.

Jaký je rozdíl mezi přesností a opakovatelností průtokoměru?

Přesnost průtokoměru

Přesnost udává, jak blízko je měření skutečné hodnotě. Tato hodnota je vyjádřena v procentech, např. $\pm 1\%$. To znamená, že každá odečtená hodnota je nanejvýš 1% od skutečné hodnoty průtoku. Obecně lze tedy říct, že čím nižší procenta, tím přesnější průtokoměr. Nicméně výrobci (nejen) hmotnostních průtokoměrů udávají procentuální přesnost z plného rozsahu (FS – Full Scale), z odečtu (Rd – Reading) nebo kombinovaně. Přesnost z plného rozsahu je historicky přenesena z mechanických měřidel, u nichž hodnoty měření byly závislé na fyzických znacích na číselníku. Dnes poskytují digitální měřidla mnohem přesnější odečty, takže špičková měřidla používají spíše hodnoty z odečtu než z rozsahu.

Co udává přesnost z plného rozsahu (FS – Full Scale)?

Definujeme ji jako blízkost ke skutečné hodnotě vyjádřené jako procento maximální hodnoty stupnice.

Pokud máme stupnici do 200 l/min s přesností $\pm 1\%$ FS, přesnost v litrech je $200 \times 0,01 = 2$. Měření tedy máme s přesností ± 2 l/min. Pokud bude stupnice do 100 l/min se stejnou přesností, bude výpočet $100 \times 0,01 = 1$. Budeme tedy měřit s přesností ± 1 l/min.

Co udává přesnost z odečtu (Rd – Reading)?

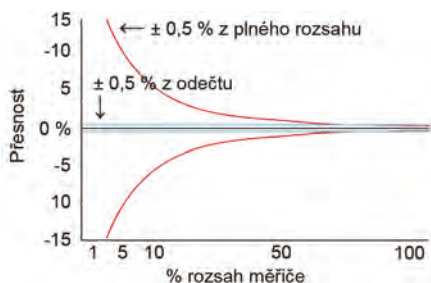
Definovat ji můžeme jako blízkost ke skutečné hodnotě vyjádřenou v procentech z odečítané hodnoty měření. Přesnost z odečtu je tedy vyjádření maximální odchylky od skutečné hodnoty procentem aktuálně měřené hodnoty bez ohledu na maximální hodnotu stupnice.

Pokud tedy máme stupnici do 200 l/min s přesností $\pm 1\%$ Rd, přesnost v litrech při průtoku 200 l/min vypočítáme $200 \times 0,01 = 2$, tedy ± 2 l/min. Pokud ovšem na stejném průtokoměru máme aktuální měřenou hodnotu 100 l/min, bude přesnost měření $100 \times 0,01 = 1$, tedy ± 1 l/min z aktuální odečítané hodnoty (viz obr. 1).

Příkladem kombinované přesnosti hmotnostního průtokoměru je Bronkhorst EL-FLOW

Prestige, u kterého výrobce uvádí přesnost $\pm 0,5\%$ Rd plus $0,1\%$ FS. Při rozsahu do 100 l/min je tedy přesnost součtem $0,1$ l/min plus $0,5\%$ aktuální odečítané hodnoty.

Obr. 1: Přesnost z plného rozsahu (FS – Full Scale) vs. přesnost z odečtu (Rd – Reading)



Obr. 2: Průtokoměr Bronkhorst EL-FLOW Prestige

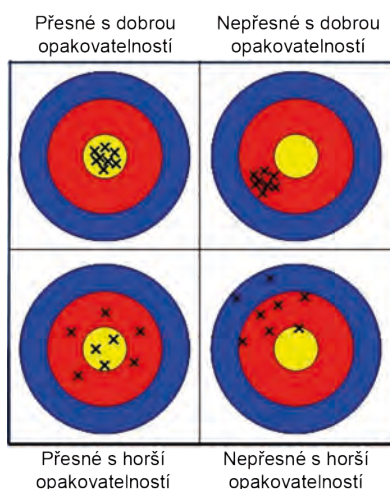


Opakovatelnost průtokoměru

Opakovatelnost udává stejný výsledek měření, který je dosažen za stejných podmínek. Jinými slovy průtokoměr s dobrou opakovatelností by měl měřit stále stejné hodnoty, pokud je provozován za stejných podmínek a to bez ohledu na to, jaká je jeho absolutní přesnost. Maximální odchylka při opakovaném měření za stejných podmínek je vyjádřena v procentech.

Vztah mezi přesností a opakovatelností lze vyjádřit obr. 3.

Obr. 3: Přesnost vs. opakovatelnost



Je vždy důležitá co nejvyšší přesnost měření?

Nikdo nechce nepřesné měřidlo, ale ne všechny aplikace vyžadují vysokou absolutní přesnost. Někdy stačí, pokud víme, že při nastavení průtoku na určitou hodnotu proces běží tak, jak má, a absolutní přesnost průtoku není naší největší prioritou. Jelikož přesnější rovná se finančně nákladnější, je dobré zamyslet se nad tím, jestli by průtokoměr s nižší přesností, ale dobrou opakovatelností, nebyl dobrou volbou, která by mohla ušetřit značné finanční prostředky. Příkladem hmotnostního průtokoměru, který sice nemá špičkovou přesnost, ale má velmi dobrou opakovatelnost, je např. Bronkhorst MASS-STREAM (obráz. 4).

Obr. 4: Bronkhorst MASS-STREAM

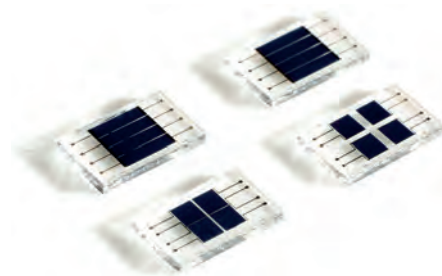


Martin NIEDERLE, D-Ex Instruments s.r.o.,
mniederle@dex.cz

MINIATURIZACE SYSTÉMŮ MĚŘENÍ CO₂ PRO MOBILNÍ MONITOROVÁNÍ KVALITY VZDUCHU A KAPNOGRAFII

Společnost **TrinamiX GmbH**, přední výrobce technologií 3D a infračerveného (IR) zobrazování, vyvinula olovnat-selenidové (PbSe) IR detektory, které mohou být účinně integrovány do náročných aplikací pro měření oxidu uhličitého (CO₂). Patří mezi ně lékařská analýza dechového plynu (kapnografie) a mobilní monitorování kvality vzduchu. Díky rychlé odezvě a citlivé detekci umožňují miniaturizované detektory extrémně přesná měření CO₂.

Obr.: PbSe IR senzory detektorů TrinamiX pro měření CO₂



Detektory CO₂ klimatizačních a ventilačních systémů sledující kvalitu vnitřního vzduchu používají obvykle pyroelektrické nebo termočláňkové (radiační) senzory. Tyto detektory však nemohou být integrovány do spotřebních zařízení pro své relativně velké rozměry a vysokou spotřebu energie.

Díky použití detektorů TrinamiX PbSe mohou být systémy pro měření koncentrace CO₂ až 8krát menší než v současnosti dostupné systémy, aniž by byla ohrožena jejich přesnost i při snížení spotřeby energie. Chytré telefony a nositelná zařízení tak mohou být nyní vybaveny monitorováním CO₂ v reálném čase a mohou sledovat kvalitu ovzduší doma, v kanceláři nebo na cestách.

PbSe detektory mohou rychle detekovat i malé kolísání koncentrace CO₂ pomocí nedisperzní infračervené (NDIR) spektroskopie. Detektory TrinamiX PbSe mají vysokou citlivost detekce a jsou integrovány do velikosti čipu s unikátním zapouzdřením. To umožňuje, aby mohly být systémy měření navrženy výrazně menší, rychlejší a spolehlivější.

» www.trinamixsensing.com

SCHVÁLENÍ FDA PRO TESTOVÁNÍ TĚSNOSTI FARMACEUTICKÉHO BALENÍ

Společnost **Pfeiffer Vacuum** nedávno oznámila, že její proces testování těsnosti systémem ATC vyhovuje standardu FDA F3287 pro testování těsnosti. Tím se zkracuje proces schvalování FDA (americký úřad pro léky a potraviny) u farmaceutických výrobků, které vyžadují testování těsnosti.

Když farmaceutická společnost uvede na trh nový produkt nebo změní stávající produkt, je vyžadován souhlas FDA. Společnosti obvykle musejí předložit rozsáhlou dokumentaci. Avšak s přidáním ATC do standardu FDA nemusí společnosti předkládat doklady týkající se testu těsnosti, zkušební postupu, vniknutí vody a testování obalů. Výrobci mohou jednoduše prohlásit, že jejich produkt je testován na únik v souladu s FDA F3287 pomocí zařízení ATC, čímž se drží standardu. Je to obrovská výhoda pro společnosti na farmaceutickém trhu, které využívají technologii ATC, protože šetří čas a náklady.

Obr.: Přístroj pro testování těsnosti systémem ATC ME2



Normy USP 1207 a ASTM (F-3287-17) uznávají technologii ATC pracující na principu toku vzácného plynu (héliu). Testování probíhá ve vakuu, aby se dosáhlo vyšší citlivosti. Podle společnosti je tato patentovaná technologie zvláště vhodná pro farmaceutické obaly.

Touto metodou lze detekovat jak větší defekty, tak i defekty cca 1 µm. Tato technologie je také vhodná pro laboratorní aplikace i pro použití ve výrobním prostředí umožňujícím kontrolu stability

a 100% automatizované testování (také v inline strojích). Laboratoře FDA v USA a významné farmaceutické společnosti používají tyto nástroje již více než 10 let.

» www.pfeiffer-vacuum.com

SIGNAL GROUP UVÁDÍ NA TRH POKROČILÝ ANALYZÁTOR KYSLÍKU

Kyslík je parametr, který mohou nyní stanovit nové pokročilé řady kontinuálních analyzátorů plynu řady 4 společnosti **Signal Group Ltd.**

AURORA je parametrický analyzátor kyslíku pro přesné měření obsahu kyslíku ve spalovacích procesech, inertní atmosféře, lékařských a bezpečnostních aplikacích, výfukových plynech spalovacích motorů a v mnoha dalších procesech. Analyzátor AURORA je dodáván se softwarem pro vzdálený přístup a ovládáním přes internet a s volitelným barevným displejem s dotykovou obrazovkou. AURORA nabízí dlouhodobou spolehlivost a poskytuje vynikající výkon – rozlišení 0,1 % a linearitu 0,1 %.

Obr.: AURORA – parametrický analyzátor kyslíku



Vzdálený přístup k analyzátorům řady 4 znamená, že uživatelé mohou obsluhovat řadu klíčových funkcí z pohodlí své kanceláře. To zahrnuje nastavení a konfiguraci analyzátoru, vzdálené prohlížení údajů, shromažďování zaznamenaných dat a vzdálené odstraňování problémů.

» www.signal-group.com

NOVÉ GENERÁTORY AUTOKLÁVŮ ŘADY H

Společnost **Systec GmbH** představí na Analytice 2020 (nový termín konání: 19.–22.10.2020) novou vylepšenou generaci autoklávů řady Systec H přicházejících v novém designu, s plně přepracovaným interiérem a zcela novým ovládacím dotykovou obrazovkou. Kombinace nových funkcí zaručuje vyšší přesnost práce, snadnější údržbu zařízení a až o 25 % rychlejší procesy v autoklávu.

Nové autoklávy jsou navíc standardně dodávány s ethernetovým portem a volitelným hardwarem Wi-Fi pro optimalizaci procesů aktualizace, vzdálené údržby a dálkového ovládání zařízení prostřednictvím počítačové sítě. Integrovaný port USB umožňuje automatizovaný export dokumentačních dat ve formátu CSV nebo PDF. Rozšířená interní paměť také umožňuje uložení až 10 let starých dat, což eliminuje potřebu samostatně vedené dokumentace a programů archivace. Funkce integrované dokumentace je také zajímavá z regulačního hlediska, protože nová generace systémů řady Systec H tak automaticky splňuje klíčový požadavek nařízení FDA (americký úřad pro potraviny a léky) předpisu

21 CFR část 11. Dodatečné vlastnosti řady také slouží ke splnění regulačních požadavků pro farmaceutický průmysl, jako jsou automaticky distribuované podpisy zabezpečené proti generování souborů PDF a CSV a sledování všech akcí, úprav a upozornění pomocí AuditTrail.

Obr.: Autoklávy řady Systec H



Rám a kryty skříně jsou vyrobeny z korozivzdorné nerezové oceli (AISI 304/1.4301), a proto se snadno čistí. Tlaková nádoba je vyrobena z farmaceutické nerezové oceli (AISI 316L/1.4404) a je standardně navržena pro tlak 4 bary/140 °C, rozsah teploty a tlaku lze rozšířit na 5 barů/150 °C. Volitelně je k dispozici až 5 dalších flexibilních teplotních snímačů PT-100. Každý senzor může být individuálně nakonfigurován tak, aby byl použit pouze pro účely dokumentace nebo pro dokumentování a řízení procesu sterilizace. Kromě toho umožňuje definovat až 100 uživatelů a skupin, které mohou používat stejný seznam programů nebo jediný seznam programů s jednotlivými programy a nastaveními.

Řada Systec H se skládá z horizontálních laboratorních autoklávů s čelním plněním v 16 velikostech s objemem komory od 65 do 1580 litrů a praktických průchozích autoklávů řady Systec H od 90 do 1580 litrů. Tyto inovativní laboratorní autoklávy mají dvoje dveře, díky čemuž jsou ideální pro plynutěsnou instalaci do příček. Díky vysoce účinné a vysoce kvalitní izolaci vyrobené z polymelaminové pěny nehrozí riziko segregace částic, a proto je možné autoklávy Systec bez problémů používat v podmínkách čistých prostor.

» www.systec-lab.de

TORX™ – NOVÁ WEBOVÁ PLATFORMA PRO CHEMIKY

Torx Software oznámil spuštění nové webové platformy pro chemiky zabývající se farmaceutickým výzkumem. Torx umožňuje chemikům spolupracovat, sdílet nápady, spravovat zdroje a sledovat pokrok v pracovních postupech díky programu Design-Make-Test-Analyze (DMTA).

Návrh, kontrola, stanovení priorit, přidělování zdrojů a plánování syntézy molekul jsou samostatné součásti složitého procesu, které mohou vést k problémům s produktivitou a zpomalit proces objevování léků. Torx v rámci pracovních postupů nasazuje v lékařské chemii specializované aplikace, aby urychlil proces end-to-end a vytvořil týmové vstřícný přístup zaměřený na produktivitu práce. Torx může zkrátit čas na kvalitní výběr vhodných chemikálií tím, že bude prostřednictvím cyklů DMTA pracovat rychleji a efektivněji.

» www.torx-software.com

NOVÁ TECHNOLOGIE DETEKCE PLYNŮ – PŘENOSNÉ DETEKTORY BLACKLINE SAFETY G7C

Bezpečnost při práci by měla být vždy prioritou, proto mají přenosné detektory plynů své nezastupitelné místo všude tam, kde by k úniku nebo hromadění nebezpečných plynů mohlo docházet. Jedná se především o prevenci výbuchu hořlavých plynů, otravy toxickými plyny a nedostatku kyslíku v ovzduší. Pryč jsou dny tradičních detektorů, které při úniku plynů fungovaly pouze jako hlásiče nadlimitních koncentrací plynů a na nebezpečí upozornily pouze osobu nosící detektor, popřípadě lidi v nejbližším okolí a v dosahu zvukového alarmu.

Pro všechny z nás je dnes absolutní samozřejmostí být neustále „online“ a mít možnost se kdykoliv spojit s přáteli, rodinou nebo kolegy z práce. Tento nezastavitelný trend se postupem času začal promítat i do detekce plynů. Konstrukteři těchto mobilních zařízení po celém světě byli postaveni před nelehkou úlohou spočívající v bezdrátovém propojení a možnosti komunikace mezi uživatelem detektoru a monitorujícím bezpečnostním pracovníkem. Za předpokladu, že dojde k bezpečnostnímu incidentu (zvýšená koncentrace plynů, nedostatek O_2 , pád uživatele, nehybnost po delší časový úsek), tak je absolutní nutností dokázat pracovníka přesně lokalizovat a spojit se s ním, což až do dnešních dnů nebylo technicky možné. Sloučit tyto dva aspekty se zdálo po dlouhou dobu jako neřešitelný rébus. Celá řada firem již v současnosti nabízí různé formy tzv. bezdrátové detekce plynů. Někteří výrobci ke spojení s detektorem využívají technologii Bluetooth, která má však omezený dosah a nevyhnete se nutnosti nákupu dalšího přídavného zařízení v podobě mobilního telefonu s certifikací ATEX.

V následujícím textu vám představíme G7c – první detektor s přímým připojením k mobilní 3G síti na světě. Tento nový detektor disponuje vestavěnou kartou SIM, GPS modulem nebo tzv. SOS zámkem. Zcela revoluční je také modulární řešení detektoru, kdy se přístroj skládá ze dvou základních částí – základny a výměnných kartridží. G7c je podobně jako většina moderních mobilních telefonů osazen třífosým akcelerometrem a gyroskopem, což mu umožňuje detekovat možný pád nebo nehybnost po delší časový úsek. S novým detektorem G7c získáte unikátní systém Blackline, který vám umožní v reálném čase sledovat provoz detektoru a komunikovat s jeho uživatelem. Bezpečnost pracovníka je tedy automaticky sledována a přístroj dokáže přivolat pomoc i ve chvíli, kdy toho pracovník není schopen.

Modulární systém

Blackline Safety nabízí hned 4 varianty výměnných kartridží. Jedná se o kartridž Standard, která není osazená plynovými

Obr. 1: Rodina detektorů G7c



senzory a funguje jako monitorovací zařízení pro pracovníky v odloučených lokalitách. Dalšími variantami jsou difúzní kartridže s jedním nebo až čtyřmi senzory. Poslední možností je kartridž s pumpou osazená čtyřmi senzory. Výhodou u této kartridže je možnost přepínání mezi difúzním režimem a režimem s pumpou. V menu detektoru pouze stačí manuálně vstoupit do jednoho z módů, který aktivuje pumpu, a poté stejně jednoduše mód pumpy opustit a přejít zpět do difúzního režimu. Všechny plynové kartridže jsou předem zkalibrovány a můžete je bez omezení zaměňovat a detekovat různé plyny.

Obr. 2: Kartridže detektorů G7c



Průlomová je i samotná nabídka senzorů plynů. Za zmínku stojí především nový senzor LEL amerického výrobce Nevada Nano. Tento senzor jako vůbec první senzor výbušných plynů dokáže přesně určit 12 hořlavých/výbušných plynů včetně vodíku či metanu. Atraktivní je pro zákazníka i jeho více než pětiletá životnost. V nedávné minulosti před-

stavil Blackline Safety i nový senzor PID, který je schopný detekovat plyny v rozmezí 0–10 000 ppb, ale v nabídce zůstává i standardní senzor jenž detekuje v hodnotách ppm (parts per million neboli 1 miliontina z celku).

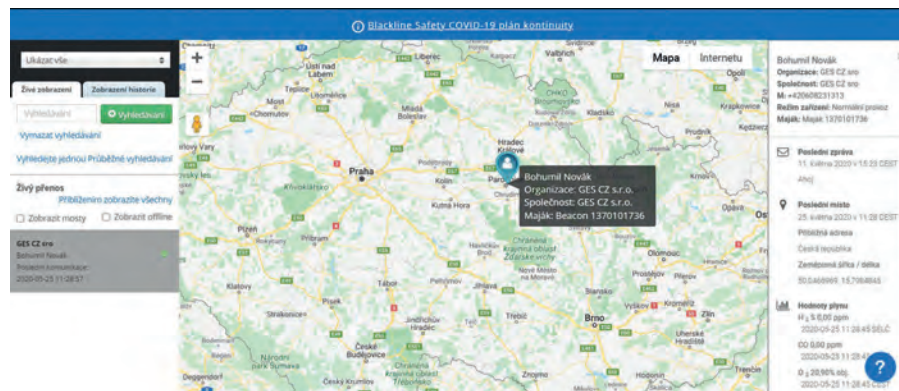
Servisní plány

Zákazník hned při objednání přístroje může volit mezi celou řadou servisních plánů (SP) neboli úrovní poskytovaných služeb. Jedno však mají všechny SP společné, a to je doživotní záruka na všechny senzory a pumpu v rámci zvoleného SP. Můžete volit mezi SP s možností zaslání textových zpráv, hlasového hovoru nebo SP s funkcí PTT (Push-to-talk). PTT umožňuje posílat hlasové zprávy mezi detektory v rámci jedné organizace. Tyto zprávy jsou přenášeny pomocí mobilní sítě, nikoliv přes rádiové vlny jako u klasických vysílaček, takže uživatelé nejsou omezeni jejich dosahem. Můžete mezi sebou tedy komunikovat po celém světě.

Portál Blackline Live

Cloudový portál Blackline Live (BL) je srdcem celého systému Blackline Safety. Ať už si doma vychutnáte šálek lahodné kávy, nebo potřebujete během výkonu pracovní činnosti detektor nakonfigurovat tak, jak je v dané situaci zapotřebí a bez nutnosti pracného stahování aplikace, do tohoto portálu se můžete přihlásit z jakéhokoliv zařízení s připojením k internetu. A to na více zařízeních současně. G7c je kompletně bezdrátově nastavitelný podle vašich aktuálních potřeb nebo interních předpisů ve vaší organizaci. Není tedy nutné shromažďovat všechny detektory v organizaci a následně provádět změny manuálně. To v praxi znamená úsporu jak finanční, tak především časovou. Provoz a polohu detektoru v rámci BL sledujete na živé mapě Google maps. Bezpečnost a ochrana dat je pro Blackline Safety spolu s ochranou zdraví uživatele detektoru absolutní prioritou. Proto spolupracuje s globálními lídry ve svých oborech – Cloudovým portálem Blackline Live (Amazon web services®) a Google maps (Google®).

Obr. 3: GPS lokalizace detektoru G7c



Lokalizace ve vnitřních prostorách

V průmyslových areálech nebo uvnitř velkých budov je předpoklad, že družicový satelitní signál GPS je dostupný buď v omezeném množství nebo vůbec. I v těchto ztížených podmínkách ovšem můžete detektor G7c úspěšně a přesně lokalizovat. Slouží k tomu tzv. lokalizační maják. Jedná se o bezdrátový přenašeč signálu GPS s dosahem až 36 m. Po zapnutí dokáže Lokalizační maják spolehlivě fungovat až 5 let bez nutnosti nabíjení.

Dokovací stanice

Dokovací stanice Blackline Safety je velmi jednoduchým řešením ke kalibracím, provádění testů funkčnosti (bump testů) a nabíjení detektorů G7c. Stanice je ihned po rozbalení připravena k fungování a nevyžaduje složité počáteční instalace či připojování k internetu nebo počítači. Je možno k ní připojit až 4 kalibrační láhve a podporuje jak jednoplynové tak víceplynové kartridže. Provádění kalibrací a testů funkčnosti je extrémně jednoduché díky instrukcím na intuitivním displeji detektoru G7c, jehož pomocí dokovací stanici ovládáte. Veškerá vygenerovaná data z kalibrací a testů funkčnosti jsou do cloudového portálu Blackline Live přenášena přímo z detektoru a bezdrátově. V rámci cloudového portálu Blackline Live se data automaticky ukládají a lze s nimi dále nakládat a vyhodnocovat je.

Dokovací stanice může také sloužit k dobíjení detektorů G7c. Ke kompletní konfiguraci dokovací stanice a vstupů plynů se používá opět webový, cloudový portál Blackline Live. V neposlední řadě je nutno zmínit velmi příznivou cenu dokovací stanice, která je podstatně nižší oproti konkurenčním stanicím.

G7 EXO

Je první mobilní, bezdrátový detektor s 3G/4G připojením, který slouží k vymezování potenciálně nebezpečných oblastí. G7 EXO se automaticky připojuje ke cloudovému portálu Blackline Live a přenáší veškeré informace k monitorujícímu personálu v reálném čase. Zóny detekce se vytvářejí automaticky ihned po zapnutí a lze nakonfigurovat ručně přes obrazovku EXO nebo v portálu Blackline Live. Samozřejmostí je hlasitý zvukový alarm zabudovaný přímo v přístroji upozorňující na zvýšenou koncentraci plynu. G7 EXO disponuje zdaleka nejdelší výdrží baterie na trhu. Bez nutnosti nabíjení funguje v normálním provozu více než 100 dní. G7 EXO plně automatizuje dlouhodobé sledování hranic vymezené oblasti a sleduje bezpečnost pracovníků, kteří se pohybují v dané oblasti.

Společnost Blackline Safety vyvinula nový detektor tak, aby splňoval veškeré požadavky pracovněprávních a bezpečnostních předpisů, umožnil pokrytí všech rizik při provádění činností v potenciálně nebezpečném prostředí

a chránil bezpečnost vašich pracovníků. S detektory Blackline Safety tak už žádné volání o pomoc nezůstane bez odpovědi.

Dodavatelem detektorů Blackline Safety je GES CZ s.r.o. působící v oboru profesionální detekce plynů již od roku 1998. Více než dvě dekády se zabývá obchodní činností v oblasti detekce nebezpečných plynů a s tím související ochranou zdraví při práci. Její zkušený tým odborníků provádí také servisní práce a kalibrace všech dodávaných přístrojů. Sortiment firmy GES CZ tvoří především přenosné detektory plynů, ale nově i exkluzivní přístroje pro plošné monitorování potenciálně nebezpečných oblastí. Od 1.1.2020 firma rozšířila své portfolio detekčních zařízení a stala se výhradním zástupcem společnosti Blackline safety pro Českou a Slovenskou republiku.

Blackline Safety sídlí v kanadské Calgary je globálním lídrem v oblasti bezdrátové detekce plynů. Inovativní detektory plynů Blackline safety v současnosti využívají nadnárodní společnosti v Severní Americe i Evropě. Konektivita, inteligence a všestrannost. To jsou charakteristické znaky všech produktů z dílny Blackline Safety.

Štěpán STROUHAL,
GES CZ s.r.o.,
ges13@gasmonitors.cz



Plynové
alarmy



Detekce
pádu



Detekce
nehynosti



Obou-
směrné
textové
zprávy



Obou-
směrný
hlasový
hovor



SOS
poplach



Kontrolní
přihlášení



Vestavěný
GPS modul



Lokalizace
ve vnitřních
prostorách

GES CZ s.r.o.

Oficiální distributor pro ČR a SR

www.ges-bls.cz

Kanceláře, sklad, dílna:
Husova 1697, 530 03 Pardubice
Tel.: +420 466 655 488
Mobil: +420 603 820 488 | +420 608 231 313
E-mail: ges13@gasmonitors.cz

BRONKHORST

měření a regulace průtoku plynů a kapalin



D-Ex Instruments, s.r.o.
Optátova 37, 637 00 Brno
T 541 423 218, F 541 221 580
E info@dex.cz, I www.dex.cz

D-Ex Instruments, s.r.o.
Pražská 11, 811 04 Bratislava
T 02/5729 7421, F 02/5729 7424
E info@dex.sk, I www.dex.sk



Bronkhorst®

INTERTEC

Smokerlyzer

*dychový monitor oxidu
uhelnatého*



- na prevenciu proti otravám osôb pri úniku CO do prostredia
- na zistenie príčiny otravy osôb pri priemyselných haváriách
- na určenie miery otravy v dôsledku nadýchania sa CO pri požiaroch
- na detekciu osôb porušujúcich zákaz fajčenia na pracovisku



ZAŘAĎTE SE DO RYCHLÉHO PRUHU – NAHRAĎTE TITRACI REFRAKTOMETRIÍ

Anton Paar Czech Republic, info.cz@anton-paar.com, www.anton-paar.com

Refraktometry Abbemat lze použít pro rychlé a vysoce přesné měření koncentrace binárních chemických roztoků. Ve srovnání s titrací vyžaduje refraktometr Abbemat menší objem vzorku, je spolehlivější a nevyžaduje žádnou údržbu, kontrolu, spotřební materiál ani přípravu vzorku.

1 Úvod

Přibližně 20 % prodeje refraktometrů firmy Anton Paar směřuje k výrobě chemických látek. Zájem o kontrolu produktů se však neomezuje pouze na společnosti v chemickém průmyslu. Kvalita a koncentrace přebíraného zboží musí být před dalším zpracováním kontrolována prakticky v každém průmyslovém odvětví.

U mnoha procesů, u nichž je zapotřebí měření koncentrace, je metodou volby titrační analýza. Ve srovnání s refraktometrií se však jedná o časově náročný a pracný proces. Refraktometry Abbemat jsou schopny měřit koncentraci binárních roztoků při použití menších objemů vzorku. Jejich použití je také šetrnější k životnímu prostředí a méně nebezpečné pro uživatele a jejich bezprostřední okolí.

2 Titrace

Titrační analýza (nebo také titrace, odměrná analýza či volumetrická analýza) je kvantitativní analytická metoda používající standardní roztok, který reaguje se vzorkem a indikuje bod přechodu při definovaném poměru.

Za posledních 200 let bylo vyvinuto více než tisíc titračních metod.

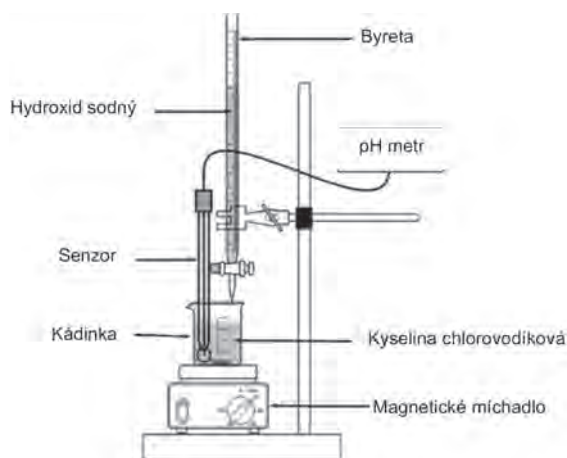
Přímá titrace je osvědčená forma titrační analýzy, která se používá např. pro stanovení množství kyselin nebo zásad pomocí acidobazické titrace. Vzorek se přímo titruje s odpovídajícím titračním roztokem. Množství titračního roztoku, který se spotřebuje do dosažení bodu ekvivalence nebo konečného bodu titrace, odpovídá množství měřeného roztoku.

Indikátorem může být:

- barevná změna (fenolftalein),
- změna elektrické vodivosti,
- změna hodnoty pH.

2.1 Zařízení pro manuální titraci

Obr. 1: Příklad manuální titrace se změnou hodnoty pH (původní ilustrace upravená podle [1])



K manuální titraci je zapotřebí:

- titrační baňka nebo kádinka,
- byreta se stojanem,
- vzorek (v roztoku),
- pH metr,

– indikátor,

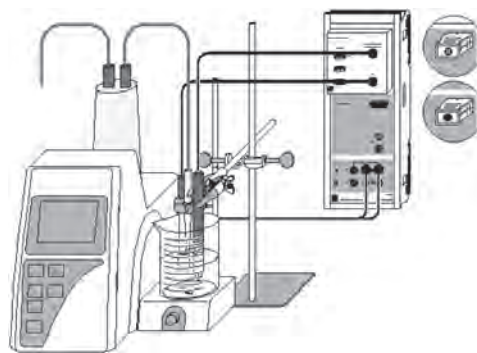
– magnetické míchadlo.

2.2 Zařízení pro automatickou titraci

Automatický titrační systém je all-in-one řešení, které sestává z následujících komponent:

- titrační jednotka (s připojením pomocí hadicového systému),
- jedna nebo dvě skladovací nádoby pro roztok vzorku a titrační činidlo,
- počítač.

Obr. 2: Příklad automatické titrace (2)



3 Abbemat vs. titrace

Každá chemická látka se vyznačuje charakteristickým indexem lomu, který lze stanovit pomocí refraktometru Abbemat.

Refraktometry Abbemat by měly být upřednostňovány před titrací z následujících důvodů:

- není nutný výpočet titrace,
- není zapotřebí příprava vzorku (tab. 1),
- velmi malý objem vzorku,
- přesný výsledek během několika sekund (tab. 1),
- vysoce spolehlivé výsledky,
- pořizovací cena se významně neliší (tab. 1),
- prakticky žádné další provozní náklady,
- nevzniká nákladný odpad,
- nejsou zapotřebí žádné spotřební materiály.

Tab. 1: Srovnání refraktometru Abbemat s titrací

	Abbemat	Titrace
Doba měření [s]	4–10	30–120
Příprava vzorku	Ne	Ano
Spotřební materiál	Žádný	Ano
Náklady na zařízení a spotřební materiál [Kč]	150.000–300.000	50.000–300.000
Průměrná životnost	cca 10 let	cca 5 let pro pumpu cca 10 let pro pH elektrodu (méně pro konduktometrické elektrody)

Dokončení na další straně

Refraktometr Abbemat je velmi rychlý a snadno použitelný přístroj pro stanovení koncentrace binárního roztoku, který umožňuje okamžité zobrazení výsledku v požadovaných jednotkách:

- g/100 g,
- %vol,
- %mas,
- ml/100 ml,
- mol/l.

Titrační systém vyžaduje vysokou míru kontroly a údržby. V případě potřísnění musí uživatel čistit povrch krytu nebo konstrukce od chemických látek a dále musí provádět následující úkony:

- kontrolovat únik v dávkovacím systému,
- kontrolovat, zda je píst nepropustný,
- kontrolovat těsnost ventilů,
- kontrolovat, zda stříkačka s titračním činidlem není ucpaná,
- čistit jednotlivě všechny části dávkovacího systému,
- kontrolovat, zda v dávkovacím systému nejsou přítomny vzduchové bubliny,
- provádět základní čištění a kontrolovat objem podle mezinárodní normy ISO 8655,
- kontrolovat správnou funkci elektrod, zejména elektrod vyrobených ze skla, protože může dojít k jejich snadnému zlomení.

Na rozdíl od titračního systému lze vzorkovou jamku nebo mikroprůtočnou celu Abbemat snadno vyčistit deionizovanou vodou a okamžitě použít pro jakoukoli jinou koncentraci nebo roztok.

4 Použití

Existuje mnoho základních chemických látek, které jsou zapotřebí v mnoha výrobních procesech téměř ve všech průmyslových odvětvích. Následující příklady ukazují, kde lze použít refraktometr Abbemat.

4.1 Kyselina chlorovodíková (HCl)

Kyselina chlorovodíková je ve vysokých koncentracích extrémně leptavá a toxická. Kyselina chlorovodíková je jednou ze základních průmyslových surovin [3] a používá se k následujícím účelům:

Chemický průmysl:

- při procesu výroby polyvinylchloridu (PVC) [3],
- při transesterifikaci jedlých nebo nejedlých olejů [4],
- při přípravě dichloropropanolu (DCP), který se používá při výrobě barev, laků a fotografických materiálů [5],
- při výrobě P-fenylendiaminu, který je zapotřebí pro nanočástice, displeje z tekutých krystalů, inkousty, gumu, barviva na vlasy [6],
- při výrobě bisfenolu A, který se dále používá k výrobě epoxidových pryskyřic, polykarbonátových pryskyřic, kyseliny askorbové [7],
- koncentrovaná HCl je zapotřebí při výrobě ethanolu z lignocelulózy [8].

Metalurgický průmysl:

- Kyselina chlorovodíková se používá k moření [9], zejména k přípravě:
- uhlíkové oceli (10% až 20% HCl),
- mědi a měděných slitin (5% až 20% HCl),
- nerezové oceli (5% až 15% HCl).

HCl se dále používá při dezoxidaci oceli (1% až 5% HCl) a k neutralizaci alkalických zbytků (3% až 8% HCl).

Zpracování potravin:

Hlavní použití kyseliny chlorovodíkové je v nápojovém průmyslu. Používá se během procesu výroby kukuřičných sirupů [10], včetně kukuřičného sirupu s vysokým obsahem fruktózy (HFCS):

- k odstranění nečistot v iontoměničových pryskyřicích (3M HCl),
- ke kyselé modifikaci kukuřičného škrobu (0,0 M až 2,5 M HCl),
- k úpravě pH meziproduktů, konečných produktů a odpadní vody.

Farmaceutický průmysl:

Mezi dvě hlavní aplikace ve farmaceutickém průmyslu patří:

- použití kyseliny chlorovodíkové k demineralizaci vody ve farmaceutickém průmyslu,
- více než 50 % léčivých přípravků existuje ve formě solí, nejčastěji (15,5 %) jako hydrochloridy. Při výrobě farmaceutických hydrochloridových solí se koncentrace HCl pohybují mezi 5 % a 38 %.

4.2 Hydroxid sodný (NaOH)

Hydroxid sodný je silná zásada (báze). Používá se ve formě vloček, granulí nebo jako vodný roztok. NaOH se používá v mnoha průmyslových odvětvích:

- Buničina a papír: pro bělicí procesy a pro oddělení ligninu od celulózových vláken [11].
- Chemické zpracování: pro navazující produkty, např. rozpouštědla, plasty, textilie, lepidla, herbicidy, barviva, inkousty, léčiva [12].
- Textilie: při výrobě polyviskózních vláken, zpracování bavlny a barviv, syntetických vláken [13].
- Mýdlo a saponáty: při saponifikaci (přeměna tuků, loje a rostlinných olejů na mýdlo) a při výrobě aniontových povrchově aktivních látek [14].
- Těžba a zpracování ropy: jako přísada do vrtného bahna, ke zvýšení alkality v bentonitových bahenních systémech, k neutralizaci kyselého plynu [15].
- Potraviny a nápoje: úprava vody, zpracování potravin, čištění nápojových lahví [16].

4.3 Kyselina sírová (H₂SO₄)

Kyselina sírová je silná anorganická kyselina, která je vysoce rozpustná ve vodě. Jedná se o důležitou chemickou látku, která se používá při výrobním procesu stovek sloučenin.

Kyselina sírová je zapotřebí pro výrobu fosfátů, které slouží jako surovina pro [17]:

- hnojiva,
- čisticí prostředky,
- mycí prostředky,
- přípravky na změkčování vody,
- potravinové doplňky,
- emulgátory pro krmiva a potraviny, jako jsou sýry, sušené mléko, maso a škrob,
- inhibitory koroze,

Kyselina sírová se dále používá při výrobě

- mořících roztoků pro úpravu kovů [18],
- viskózy, acetátu celulózy, viskózních a měďnatých vláken (cupro tkaniny) [19],
- kyseliny fluorovodíkové (HF) [20],
- buničiny a papíru [21].

Pro všechny výše uvedené aplikace a pro mnoho dalších jsou refraktometry Abbemat připraveny s již integrovanými metodami.

5 Doporučené konfigurace

Refraktometry Abbemat (obr. 3) lze použít pro kteroukoli z výše uvedených aplikací, s výjimkou refraktometru Abbemat 3000, který není vybaven regulací teploty.

Poznámka: Použití přístroje Abbemat 500/550/650 ke stanovení indexu lomu vzorků zvyšuje přesnost finální metody.

Nedoporučuje se měřit silné kyseliny nebo zásady pomocí přístroje Abbemat 3100 nebo Abbemat 3200, protože nemohou být propojeny s mikroprůtočnou celou PFA, která zvyšuje bezpečnost manipulace pro pracovníky i pro dané zařízení.

Poznámka: Nečistoty ve vodě nebo zásobním roztoku ovlivňují výsledek stanovení koncentrace.

Obr. 3: Refraktometry Abbemat od firmy Anton Paar



Vždy zohledněte odolnost materiálu. V případě měření korozivních roztoků se doporučuje použít:

- jamku na vzorky z materiálu Hastelloy B3 (2.4600),
- mikroprůtočnou celu z perfluoroalkoxyalkanu (PFA) a O-kroužek Chemraz 505 (FFKM) (obr. 4).

Obr. 4: Pro stanovení kyseliny chlorovodíkové se doporučuje použít PFA mikroprůtočnou celu a O-kroužek Chemraz 505



6 Shrnutí

Refraktometr Abbemat vykazuje mnoho výhod ve srovnání s titrací pro stanovení koncentrace a kvality binárních chemických roztoků:

- není zapotřebí příprava vzorku,
- velmi malý objem vzorku,
- přesný výsledek během několika sekund,
- velmi spolehlivé zařízení,
- prakticky žádné další provozní náklady,
- nevzniká nákladný odpad,
- nejsou zapotřebí žádné spotřební materiály,
- minimální nároky na kontrolu a údržbu.

7 Literatura

- [1] Muskid. Titration von Salzsäure (HCl) mit Natronlauge (NaOH). [Publ.] Wikipedia. [picture]. 7. May 2014. <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Titration-NaOH-HCl.svg>.
- [2] LD Didactic. Automatic titration of NH_3 with NaH_2PO_4 (piston burette). [Online] [cit. from: 02. April 2019.] <https://www.ld-didactic.de/software/524221en/Content/ExperimentExamples/ChemistryAnalyticalChemistry/TitrationAutomatic1.htm>.

- [3] The essential chemical industry - online. Hydrogen Chloride. [Online] 17. February 2017. [cit. from: 6. September 2018.] <http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/hydrogen-chloride.html>.
- [4] M.J., Haas. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. *Fuel Processing Technologies*. 2005, Vol. 86, pp. 1087–1096.
- [5] Rahman, Herliati and Yunus, Robiah and Rashid, Umer and Zainal Abidin, Zurina and Ahamad, Intan Salwani. Synthesis of 1,3-Dichloropropanol from Glycerol Using Muriatic Acid as Chlorinating Agent. *Asian Journal of Chemistry*. 2014, Vol. 26, 10, pp. 2907–2912.
- [6] Chemical Book. p-Phenylenediamine. [Online] [Zitat vom: 03. December 2018.] https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9852680.htm.
- [7] Altuwair, Ibrahim. Production of Bisphenol A (BPA) By Green Technology. [Hrsg.] Juniper Publishers. *Engineering Technology Open Access Journal*. April 2018, Vol. 1, 2.
- [8] Karimi, Keikhosro und Taherzadeh, Mohammed J. Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials: A Review. *BioResources*. 2007, Vol. 2, 3, pp. 472–499.
- [9] Rituper, Ralf. *Schriftenreihe Galvanotechnik und Oberflächenbehandlung. Beizen von Metallen*. D-7968 SAULGAU/WÜRTT : Eugen G. Leuze Verlag, 1993.
- [10] *Hydrochloric Acid - Handbook*. Wichita : OxyChem (Occidental Chemical Corporation), 2013.
- [11] Finglas, Luiz Trugo and Paul M. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. [Publ.] Benjamin Caballero. 2. s.l. : Elsevier Science Ltd., 2003. p. 6000. ISBN: 978-0-12-227055-0.
- [12] Eggeman, Tim. Sodium Hydroxide. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 2011.
- [13] Zavadskii, A. E. Effect of the structure of textile materials on modification of cotton fibres in treatment with sodium hydroxide solutions. *Fibre Chemistry*. September 2007, Vol. 39, 5, pp. 392–396. <https://doi.org/10.1007/s10692-007-0085-9>.
- [14] New World Encyclopedia. Soaps and Detergents. [Online] 14. October 2015. [cit. from: 01. April 2019.] http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Soaps_and_Detergents.
- [15] Continental Chemical USA. Sodium Hydroxide in the Oil and Gas Industry. [Online] 2019. [cit. from: 01. April 2019.] <http://continentalchemicalusa.com/oil-gas-exploration-production/sodium-hydroxide/sodium-hydroxide-oil-gas-industry/>.
- [16] Kylee R. Goode, Konstantia Asteriadou, Phillip T. Robbins, and Peter J. Fryer. Fouling and Cleaning Studies in the Food and Beverage Industry Classified by Cleaning Type. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 12, 2013, pp. 121–143.
- [17] FIPR. Florida Industrial and Phosphate Research Institute. History of Phosphate Fertilizer Production. [Online] 2019. [cit. from: 2019. April 02.] <http://www.fipr.state.fl.us/about-us/phosphate-primer/history-of-phosphate-fertilizer-production/>.
- [18] Jarosz-Krzemińska, E., Helios-Rybicka, E. and Gawlicki, M. Utilization of neutralized spent sulfuric acid pickle liquor from metal treatment in cement production. *International Journal of Environmental Science and Technology*. September 2012, Vol. 12, 9, pp. 2901–2908.
- [19] Sharma, D N, et al., et al. Preparation of Cuprammonium Biodegradable Rayon Fibers from Different Papers with Schweitzer's Solution. *Journal of Current Pharma Research*. 2014, Vol. 5, 1, pp. 1382–1385.
- [20] EUROFLUOR. HF production. [Online] 2019. [Zitat vom: 02. April 2019.] <https://www.eurofluor.org/hf-production/>.
- [21] University of York. The Essential Chemical Industry - Online. Titanium dioxide. [Online] 26. January 2017. [cit. from: 02. April 2019.] <http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/titanium-dioxide.html>.

NEJLEPŠÍ TIPY PRO OPTIMALIZACI TOPNÉHO SYSTÉMU Z HLEDISKA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A ÚSPORY NÁKLADŮ

BUCHANAN E.S.

BriskHeat Corporation

Ohřev potrubního systému je nezbytný pro řízení určitých procesů, zabránění kondenzace nebo snížení viskozity protékajících kapalin v systému. Elektrické vytápění je jednou z nejlepších možností pro ohřev potrubí a rozhodující je správný návrh systému. Použití méně účinného systému je ekonomicky nevýhodné. Klíč k energeticky účinným topným systémům zahrnuje výběr vhodného izolačního materiálu, výběr ohřivačů potrubí a potrubních komponent a správnou instalační techniku. Tento článek se zabývá důležitostí správného návrhu systému a zaměřuje se na zvláštní potřeby nepravidelně tvarovaných součástí, jako jsou ventily, čerpadla, průtokoměry, příruby a filtry.

Výběr izolačního materiálu

Výběr izolačního materiálu je klíčovým faktorem pro dosažení vysoké energetické účinnosti. Účinnost systému je ovlivněna použitými materiály a jejich tloušťkou. Dalšími důležitými aspekty jsou požadovaná teplota aplikace, prostředí instalace a životnost izolace. Nejpopulárnějšími materiály jsou skelná tkanina, napěněné silikonové a elastomerní pěny s uzavřenými póry. Skelná vlákna a silikonové pěny mohou být použity v topných pláštích typu „všechno v jednom“ nebo jako izolace samostatných ohřivacích těles.

Topné pláště jsou topná tělesa zabudovaná v izolaci, která může být chráněna z vnějšku textilní tkaninou. Textilní potah chrání izolaci před UV zářením, neúmyslným poškozením nebo opotřebením izolace z okolí.

Skelná tkanina

Izolační plášť ze skelných vláken je vyroben vrstvením skelné tkaniny mezi dva kusy textilie (tkaniny) vybrané speciálně pro danou aplikaci. Venkovní aplikace vyžadují tkaniny odolné proti vlhkosti, aby se zabránilo pohlcování vody a jiných tekutin a tím snížení energetické účinnosti. Plášť může také chránit izolaci před oděrem nebo neúmyslným roztržením. Skelná vlákna mají nízkou tepelnou vodivost a jsou vhodná jak pro vysokoteplotní aplikace, tak i pro nižší teploty.

Pěnový silikon

Silikonová pěna může být vyráběna různými způsoby, které ovlivňují celkovou účinnost, avšak aplikační teploty jsou obvykle nižší než 232 °C a silikonová izolace často postrádá odolnost proti opotřebení. Pro zvýšení trvanlivosti může být umístěna na vnější straně izolace ochranná vrstva silikonu. Náklady na silikonovou izolaci jsou často vyšší než na izolaci ze skelných tkanin.

Elastomerní pěny s uzavřenými buňkami

Elastomerní pěna je levnější než silikonová pěna, ale má mnohem nižší teplotní odolnost, do 104 °C. Trubicová pěna je flexibilní i při nižších teplotách a používá se v aplikacích jak průmyslových, tak i v obytných domech. Tento materiál je vhodný pro ochranu před mrazem, izolaci potrubí horké vody a ochranu proti kondenzaci.

Tloušťka izolace

Po určení, jaké typy materiálů mohou být pro aplikaci vhodné, je nutno stanovit tloušťku izolace na základě požadované aplikace. Čím silnější je vrstva materiálu, tím menší jsou tepelné ztráty ve srovnání s tenčí vrstvou ze stejného materiálu. Izolace jsou k dispozici o různých hustotách, které ovlivňují tepelnou vodivost materiálu. Zvažte požadavky na vnější teplotu. Pokud teplota vnějšího povrchu přesáhne 60 °C, mohou být požadovány dodatečné tepelné kryty pro zajištění bezpečného pracovního prostředí. Zvažte náklady na ochranu silnější izolací, ale také zvažte, jaké fyzické překážky mohou bránit přístupu k potrubí a jeho údržbě. Dobře konstruované izolace plněné vlákny mají délku života delší než 10 let.

Energetická účinnost

Pro lepší pochopení toho, jak může izolace ovlivnit energetickou účinnost v potrubním systému, jsou pro srovnání použity dva materiály. Vzhledem k teplotním omezením není elastomerní pěna s uzavřenými buňkami zahrnuta do tohoto srovnání. Izolace ze skelných vláken má hustotu 146 kg/m³ a je dimenzována až na 648 °C. Izolace ze silikonové pěny s uzavřenými buňkami má hustotu 464 kg/m³ a je použitelná až do 260 °C. Hodnoty tepelné vodivosti jsou uvedeny níže.

Tab. 1: Hodnoty tepelné vodivosti

Tepelná vodivost	Skelná tkanina	Pěnový silikon
k [W/m ² /K]	0,057	0,089

Spotřeba energie byla vypočtena na základě udržování vnější teploty potrubí 149 °C v prostředí mající teplotu okolí 25 °C a přirozenou konvekci 25 W/m²/K. V tomto případě bude použití izolačního pláště vyrobeného z rohože ze skelných vláken tloušťky 12,7 mm energeticky účinnější o 31 % než použití izolace vyrobené ze silikonové pěny. Pro srovnání stejné potrubí bez izolace pro udržení teploty 149 °C potřebuje více než 1 007 wattů na metr – viz tab. 2.

Tab. 2: Spotřeba energie vynaložená na udržování teploty procesního potrubí s vnějším průměrem 10,2 cm

Tloušťka izolace [mm]	Skelná tkanina (ST) [W/m ²]	Pěnový silikon (PS) [W/m ²]	Úspora ST / PS [%]
25,4	103,5	155,6	33,5
12,7	174,3	252,4	31,0
6,35	286,5	391,7	26,8

Převeďte to na náklady vynaložené na udržování teploty procesního potrubí. Pokud společnost v Německu spotřebuje 80 000 kWh za měsíc a platí 4,86 centů za kilowatthodinu, tak je to v průběhu roku 46 656 €. Pokud je potrubí v současné době izolováno silikonovou pěnou a ta se vymění za izolaci ze skelné tkaniny, dojde ke snížení ceny za energii o 14 463 € ročně.

Ohřivače potrubí a komponentů

Elektrické ohřivače mohou být integrovány do samotného izolačního pláště nebo mohou být samostatnými prvky umístěnými mezi objektem, který má být zahříván, a izolačním materiálem. Topné pláště, flexibilní topné pásy, kabely pro sledování teploty a topné kabely s minerální izolací jsou potenciálními možnostmi pro ohřev jednotlivých součástí. Vyberte topná tělesa s požadovaným příkonem a pokrytím na základě tepelných ztrát pro izolaci, která má být použita. Mohou to být nákladově efektivní řešení vyráběná ve velkém a snadno dostupná pro ohřívání jednoduchých tvarů, kde jsou tyto ohřivače schopny zajistit dobré pokrytí povrchu podle potřeby pro ohřev a udržování teploty. Před rozhodnutím o této možnosti také zvažte požadavky na instalaci a údržbu.

Ventily, čerpadla, průtokoměry, příruby a filtry představují problematická místa. Vzhledem ke složitým tvarům a proměnným hmotnostem je obzvláště důležité řádně zahřívát a izolovat co největší plochu povrchu. Pokud 4" šoupátkem znázorněném na obrázku 1 protéká horký plyn, ventil rychle ztrácí teplo díky hmotnosti tělesa šoupátka, které působí jako chladič. Exponované povrchy šoupátka představují více prostoru pro odvádění tepla a přímý kontakt s ohřivačem je obtížnější. Bez dostatečného přísunu tepla by mohlo docházet ke kondenzaci plynů, vypadávání částic ze suspenze nebo ucpávání viskóznějšími materiály, což by snížilo průchodnost šoupátka. Nejefektivnější a energeticky nejúčinnější možností pro vytápění a izolaci těchto součástí je izolovaný topný plášť.

Obr. 1: 4" přírubové uzavírací šoupátko



Obrázek 2 ukazuje šoupátko s vlastním topným pláštěm a integrovaným ovladačem. Plášť byl na obrázku 3 sundán, aby na tkanině byly vidět švy. Teplotní senzor je přišitý na vnější stranu textilie, kde bude v přímém kontaktu s tělem šoupátka. Výpočty tepelných ztrát se používají ke stanovení požadavku na maximální příkon pro ohřev nebo udržování teploty kapaliny procházející šoupátkem. Na základě elektrického napětí a celkové povrchové plochy 393,5 cm² se stanoví druh slitiny a délka odporového vodiče. Stíněný odporový vodič je přišit na izolaci ze skelných vláken, která byla vyříznuta do takového tvaru, aby pokrývala celý povrch. Bílá nit znatelná na vnitřní tkanině na obrázku 4 ukazuje místa, kde byla izolace s odporovým vodičem připevněna k tkanině.

Obr. 2: Textilní topný plášť s regulátorem, který zajišťuje optimální tepelnou a energetickou účinnost



Správné instalační techniky

Správná instalace ohřivačů a izolace může být klíčová nejen pro energetickou účinnost, ale také pro kvalitu materiálu protékajícího systémem. Bez ohledu na to, zda se jedná o topný plyn, topný olej, páru, med nebo jinou tekutinu, jsou specifikovány požadavky na tekutiny opouštějící systém. Instalace topných těles a izolace je rozhodující pro splnění těchto požadavků. Při použití topné pásky nebo šňůry je stejně důležité jako výběr správného příkonu také upevnění kolem topné součásti, včetně rovnoměrných rozestupů, těsného ovinutí, aby se udržel přímý kontakt, nepřevrhnutí a zajištění objektu. Izolace by měla bezpečně

přiléhat k vytápěnému objektu a neměla by vytvářet žádné mezery, kudy může docházet ke ztrátě tepla. Izolace by neměla být používána jako upevňovací prostředek k zajištění ohřivače na svém místě. Při instalaci je nutno počítat s případnou údržbou a zajištěním přístupu k zařízení, což v některých případech nemusí umožnit nejlepší trvalé řešení, i když se zahřívají jednoduché tvary. Také si všimněte, že některé topné pásy mají specifické teplotní rozsahy, které mohou omezit jejich schopnost opakovaného použití.

Obr. 3: Horká strana topného pláště



Textilní topné pláště jsou navrženy pro snadné sejmutí a opětovné použití. Na rozdíl od použití topné pásky nebo topného kabelu bude umístění topných vodičů stejné při každém odstranění a opětovné instalaci pláště. Každý topný plášť je navržen tak, aby odpovídal rozměrům komponenty, a musí být těsný, aby bylo zajištěno, že senzor a topné dráty jsou v kontaktu s ohřívanou komponentou. Dodavatelé topných plášťů často nabízejí možnosti různých upevňovacích systémů, z nichž některé se snadněji používají než jiné. Systém „háček-tkanice“ je nejoblíbenější, dalšími možnostmi jsou systémy „D kroužek-pásek“ nebo se používají patentky, přezky a průchodky.

Obr. 4: Přichycení čidla na ohřivači



Závěr

Spotřeba energie je velkou nákladovou položkou pro všechny společnosti, nejen pro výrobce. Výrobci používající potrubí pro dopravu plynů nebo kapalin však mohou svou spotřebu energie snížit pečlivým návrhem systému. Využití zde uvedených tipů pomůže snížit spotřebu energie zvýšením účinnosti systému, nejenže ušetří peníze, ale je důležité i pro životní prostředí. Izolace a výběr topných těles a správná instalace jsou klíčovými faktory při návrhu systému a vyžadují pečlivé zvážení. Nepravidelně tvarované součásti, jako jsou ventily, čerpadla, průtokoměry, příruby a filtry, vyžadují zvláštní pozornost vzhledem k ohřívané hmotě a velkým povrchovým plochám. Nejvhodnější je kontaktovat aplikační podporu kvalifikované topenářské společnosti.

PRÍPRAVA VERBENOLU A VERBENÓNU AKO HLAVNÝCH PRODUKTOV PRE PRÍPRAVU FEROMÓNOV LYKOŽRÚTA SMREKOVÉHO

KIZLINK J.

Ružová dolina 22, SK-821 09 Bratislava (SR)

Lykožrút smrekový, ľudovo zvaný kôrovec alebo aj lykokaz ako *Ips typographus* sa javí ako nebezpečný hmyz ničiaci naše ihličnanové lesy v značnom rozsahu. Dlhú dobu proti nemu viedol boj skôr lokálne než plošne a to ako v ČR, tak aj SR. Pritom značné množstvo tohto škodca sa prenieslo aj cez hranice susedských štátov, ako sú Poľsko, Rakúsko a Nemecko. Zlý stav lesov, príčiny rozmnoženia tohto škodca a slabé výsledky tohto boja proti nemu zhrnújú články v občianskych, resp. aj „bulvárnych“ časopisoch [1–7], ktoré poukazujú na jeho premnoženie vplyvom nevhodnej skladby jednotlivých druhov stromov v lesoch, rozvozu dreviny nezbavenej kôry a tiež večného sporu medzi lesníkmi a ekológmi ohľadom otázky – stromy vyrúbať, alebo ich ponechať tak svojmu osudu a príroda si už pomôže aj sama. Pritom celkové ekonomické škody na lesoch sa v ČR za roky 2018 až 2020 odhadujú až na 33 miliárd korún. Jedna cesta k riešeniu tejto problematiky je používanie feromónových prípravkov v spojení s vhodnými lapačmi tohto škodlivého hmyzu, čím by ku slovu prišli hlavne chemici [7]. Zatiaľ sa do ČR feromóny dovážajú, prevážne od koncernu BASF v Ludwigshafenu (D), zatiaľ čo v SR sa už dlhší čas vyrábajú v podniku **Fytofarm s.r.o.** v areáli SAV-ÚMB v Bratislave. V roku 1996 boli zaregistrované výrobky radu **ECOLURE** a to **IT-ECOLURE** (pre lykožrúta smrekového), **PC-ECOLURE** (pre lykožrúta lesklého), **PCIT-ECOLURE** (pre obidva druhy) a v roku 1998 ešte aj ďalšie ako **XL-ECOLURE** (pre drevokaza čiarovaného) a v roku 2001 ešte **ID-ECOLURE** (pre lykožrúta severského).

V roku 2004 sa veľhorami Vysoké Tatry prehnala víchrica Alžbeta, ktorá spustošila veľkú časť tamojších lesov. Odhadom padlo asi 300 tisíc kubíkov dreva a následky víchrice sa odstraňovali viac ako dva roky. Po nej prišla kalamita vo forme napadnutia lykožrútom smrekovým. Ten sa rozmnožuje exponenciálnym radom a pretože sa popadané stromy nepodarilo včas a vcelku odstrániť, tak sa tento lykožrút veľmi rozmnožil, že prakticky sa nedalo už prakticky nič robiť [8]. Uvádza sa, že z jedného stromu vyletí až okolo 100 tisíc chrobákov na ďalšie stromy a tak sa ním celý les prakticky zamorí [7]. Negatívne sa po kalamite prejavil aj spor dvoch rozdielnych táborov a to lesníkov a majiteľov lesov – navrhovali, aby sa všetko drevo vyťažilo, ale ochránari zase, aby sa všetko ponechalo svojmu osudu [7,8].

V posledných rokoch prebehla aj v ČR najhoršia lykožrútová kalamita od doby Márie Terézie, z čoho sú obviňované zodpovedné organizácie, vrátane podniku Lesy ČR a Ministerstva pre ŽP [8]. Vytýka sa im celková nečinnosť. Stovky postihnutých stromov nebolo včas vyrúbaných a odvezených z lesa von a škodca mohol vyletieť a napadnúť tak ďalšie dreviny [1]. Problémom je tu taktiež fakt, že v chránených lesných oblastiach je výrub drevín zo zákona zakázaný. Preto je zatiaľ vhodný spôsobom boja s týmto škodcom chemická cesta a to hlavne jeho odchytom do lapačov pomocou feromónových atraktantov, čo platí aj pre mnohé iné druhy škodcov [9–12].

České lesy okrem toho čaká aj radikálna premena. Doposiaľ dominantné smrekové lesy nemajú vzhľadom ku globálnym klimatickým zmenám zvlášť v nižších polohách budúcnosť a ich miesto patrí listnáčom a ďalším drevinám. Lesníci budú teda sadiť dvakrát tak viac listnáčov v porovnaní so smrekmi. Ideálny podiel smrekov v našich lesoch by mal byť tak asi 30 % [5].

Obr. 1: Lykožrút smrekový (*Ips typographus*) Foto: Landesforstpräsidium Sachsen



Oxidácia

Základnou surovinou pre feromóny lesných škodcov je **l-/a-pinén**, **oxidácia** ktorého prebiehala v sklenenom oxidátore za použitia katalyzátora aj iniciátora pri počiatočnej teplote asi 90 °C (rozpustenie katalyzátora) a potom asi po 10 minútach pri teplote 60 ± 2 °C s prietokom kyslíka 20 l.h⁻¹ s celkovou dobou oxidácie 6 hodín. Reakčná zmes sa prefiltrovala a pred vákuovou destiláciou sa ešte odperoxidovala a to buď tepelne, zahriatím na teplotu asi 110 °C počas 30 minút, alebo chemicky s použitím prísad ako oxid ceričitý, síran železnatý atď. Ako katalyzátory sa osvedčili hlavne zlúčeniny kobaltu, ako je acetylacetonát kobaltnatý, dipirydylidibromkobaltový komplex [13–16], ale vhodné sú i kobaltnaté soli mastných kyselín ako palmitovej, stearovej alebo aj olejovej, tzv. „kobaltové mydlá“, výhodou ktorých je hlavne ich dobrá rozpustnosť v pinéne. Ako iniciátory oxidácie sa nám osvedčili prísady látok ako sú azobisisobutyronitril (AIBN) alebo aj kuménhydroperoxid (KHP) a dibenzoylperoxid (DBP) a taktiež aj prísada uhličitanu vápenatého na viazanie kyslých produktov oxidácie. Pre lepšiu rozpustnosť katalyzátora bolo vhodné pridávať do reakčnej zmesi prísadu asi 30 % cyklohexanónu alebo 20 % kyseliny octovej, počítané na množstvo pinénu. Najlepšie výsledky sa získali s použitím dipirydinkobaltidibromového komplexu, s prísadou AIBN a cyklohexanónu, kedy sa dosiahla konverzia až do 80 % a selektivita na verbenol a verbenón až do 0,35. Okrem týchto žiadaných dvoch látok obsahuje reakčná zmes aj iné látky (myrtenol, myrtenal, pinokarveol atď.), ktoré po izolácii sú vhodné pre farmaceutický a kozmetický priemysel. Zosumarizovanie výsledkov je v prácach [17–19].

Neprijetným stupňom je tu obvyklá ale aj účinná **reoxidácia trans-verbenolu** chromsírovou zmesou, ktorá síce dáva totálnu reoxidáciu a vysoké výťažky, ale problémom je tu potom odstraňovanie odpadu vo forme brečky s obsahom chrómových a chromitých látok. Odstránenie tohto toxického kyselinového odpadu je dosť zložitá a obvykle sa to robí **enkapsuláciou** odpadu a jeho uložením do úložiska odpadov [24].

My sme použili metódu **reoxidácie trans-verbenolu** na verbenón pomocou peroxidov, hydroperoxidov alebo aj i kyselinou peroxyoctovou (Persteril) za prítomnosti solí kobaltu (octan, benzoan) v zmesi s bromidom sodným ako katalyzátormi s dobrými výsledkami, pričom tu neodpadajú také obtiažne odpady ako s použitím oxidu chrómového v kyseline sírovej [25–28]. Odkúšali sme taktiež aj **reoxidáciu** molekulárnym kyslíkom vo vodnom alebo aj vodnodioxánovom prostredí s použitím paládiových katalyzátorov s dobrými výsledkami [29,30]. Možnosť je tu aj použitie katalyzátorov na báze platiny [31].

Redukciu verbenónu na **S/cis-verbenolu** je možné vykonať vhodnými hydridmi, ako sú natriumborhydrid alebo litiumaluminiumhydrid,

lepšie však synhydridom, čo je bis(2-metoxetyoxy)-aluminiumhydrid v heptáne a toluéne pri teplote 35 °C počas 3 hodín [32].

Obr. 2: Vzorec řady terpenů



α -pinen /80-56-8/, 2,6,6-trimetyl-bicyklo/3,1,1/-hept-2-en, MH 136,2 t.v. 155 °C, X = H.

β -pinen /127-91-3/, 6,6-dimetyl-2-metylidén-bicyklo-/3,1,1/-heptán, MH. 136,2 t.v. 166 °C, X = H.

verbenón /18309-32-5/, 4,6,6-trimetyl-bicyklo/3,1,1/-hept-3-én-2-ón, MH 150,2 t.v. 255,5 °C, X = O.

trans-verbenol /473-67-6/, 4,6,6-trimetyl-bicyklo-/3,1,1/-hept-3-én-2-ol, MH 152,2 t.v. 250 °C t.t. 14 °C, X = OH.

/S/cis-verbenolu /18881-04-4/, 4,6,6-trimetyl-bicyklo-/3,1,1/-hept-3-én-2-ol, MH 152,2 t.t. 70 °C, X = OH.

Získaný produkt /S/cis-verbenolu je základom zmesi odparníkov (dispensorov) pre vábenie lykožrúta smrekového. Pre prípravu výparníkov sa ako hlavná látka používa /S/cis-verbenolu a prísady ako but-2-én-1,4-diol alebo but-2-ín-1,4-diol obvykle so xylénom ako rozpúšťadlom, čo používala ešte bývalá firma **Chemika o.p. Bratislava** vo svojom prípravku **ETOKAP IT** [19,20,33]. Firma **Fytofarm, s.r.o.** používa atraktanty obsahujúce /S/cis-verbenolu, potom 2-metyl-3-butenol, prírodné živice, xylén a/alebo 2,6-diterc-butyl-p-krezol (AO-4) v zmesi s xylénom a 2-metyl-3-butenolom. Z tejto zmesi sa 2 g s obsahom min. 50 mg účinnej látky umiestni do výparníka (dispensora) a použije na odchyt škodlivého hmyzu [33,34]. Iný atraktant pre lykožrúta smrekového, obsahuje zase 3-metylen-1,6-nonadién-5-ol a 2-metyl-3-butín-2-ol a /S/cis-verbenolu a tiež 2-metyl-3-butín-2-ol, ako aj 3-metylen-1,6-nonadién-5-ol [35]. Ďalší atraktant pre lykožrúta smrekového obsahuje /S/cis-verbenolu a aktívne prísady ako 2-metyl-3-butín-2-ol a propargylalkohol [36]. Niektoré zahraničné atraktanty obsahujú ako prísady ešte aj ipsenol alebo aj ipsdienol [8]. V roku 2001 sa v lesoch SR celoplošne použilo viac ako 33 tisíc feromónových lapačov s odparníkmi typu **Etokap IT** firmy **Chemika o.p. Bratislava**, ktoré sa menili dva razy do roka s dobrými výsledkami. Akciu organizoval Lesnícky výskumný ústav vo Zvolene, menovite Dušan Brutovský [21,22]. Pre potreby ČR aj SR by postačilo vyrobiť asi 30 kg /S/cis-verbenolu [8].

Možnosť boja proti tomuto hmyzu je aj pomocou entopatogénnej huby *Beauveria bassiana*, ktorá sa naniesie na telá lykožrútov a tie sa vypustia do lesa. Lykožrúty túto hubu potom hromadne rozširujú v ich populácii a tá sa následne postupne zdecimuje [7,37].

Záver

Výskumom zloženia feromónov jednotlivých druhov hmyzu sa zaoberá už dlhú dobu **Entomologický ústav AV ČR**, ktorý je svojou pracou v tomto odbore známy po celom svete. Výskum v tejto oblasti sa zameriava aj na iné druhy feromónov pre škodlivý hmyz [12]. V boji proti tomuto lesnému škodcovi využijeme rady odborníkov, ktorými sú u nás pracovníci firmy **Fytofarm, s.r.o.** [32,34–36], ako aj prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc. z Drevárskej fakulty TU Zvolen a Ing. Peter Zach, CSc. z Ústavu ekológie lesa SAV Zvolen.

Pod'akovanie: Práce boli vytvorené v rámci štátnej výskumnej úlohy IV-1-3/02 s názvom Nové katalytické systémy pre praktické aplikácie a to na pracoviskách Fakulty chemických a potravinárskych technológií (FChPT) STU v Bratislave a niektoré práce boli dodatočne urobené na Fakulte chemickej VUT v Brne. Zároveň ďakujem firmám Merck AG Darmstadt (D) a Fluka AG Buchs (CH) za ich materiálnu pomoc pri našej práci.

Literatúra

- [1] Huler J.: Kúrovci – miláči evolúcie, *Vesmír* 82 (12) 692–696 (2003)
- [2] Kerles M.: Konec smrků v Česku, *Týden* 25 (18) 24–25 (2018)
- [3] Kerles M.: Kúrovec: Vláda zvažuje stav nouze, *Týden* 25 (22) 20–21 (2018)

Obr. 3: Lapač s feromónovým lapačem. Foto: Milan Zubrik, Národné lesnícké centrum – Lesnícky výskumný ústav, Zvolen, Slovensko



- [4] Baroch P.: Miliardové škody na kúrovci: Kdo za to může? *Týden* 25 (23) 28–29 (2018)
- [5] Baroch P.: Konec smrků v Česku, nahradí je listnáče, *Týden* 26 (11) 30–31 (2019)
- [6] Jušková K.: Kúrovcový byznys po Česku, *Týden* 26 (33) 30–33 (2019)
- [7] Himič D.: Zožerie nám lesy? *Téma* (SR) 17.01.2020, 49–56
- [8] Abeille K.: Ako nám Alžbeta sfúkla lesy, príloha HN (SR) 29.11.2019
- [9] Hummel H.E., Miller T.A., *Techniques of Pheromone Research*, Axel Springer, New York 1984
- [10] Morgan E.D., Mandava N.B.: *Handbook of natural Pesticide-Pheromones*, CRC Press, Boca Raton (FL) 1985
- [11] Frehse H.: *Pesticide Chemistry*, Verlag Chemie, Weinheim 1991
- [12] Kizlink J.: *Technologie chemických látek a jejich použití*, VUTI-UM, Brno 2011
- [13] Hanotier J.: Mechanism of the liquid phase homogeneous oxidation of alkylaromatic hydrocarbons by cobalt salts, *J. Mol. Catal.* 12 (2) 133–147 (1981)
- [14] Cvengrošová Z., Hronec M., Kizlink J., Pasternáková T., Holotík Š., Ilavský J.: Study of p-xylene reaction with Co-Br-pyridine catalyst, Part I, reaction in acetic acid, *J. Mol. Catal.* 37 (2–3) 349–356 (1986)
- [15] Cvengrošová Z., Hronec M., Kizlink J., Malík L., Ilavský J.: Study of p-xylene reaction with Co-Br-pyridine catalyst, Part II, reaction in aqueous system, *J. Mol. Catal.* 40 (2) 235–242 (1987)
- [16] Kizlink J., Hronec M., Cvengrošová Z., Haruštiak M., Ilavský J.: Příprava verbenolu a verbenónu oxidací α -pinénu I., *Chem. prům.* 39/64 (11) 576–580 (1989)
- [17] Kizlink J., Haruštiak M., Cvengrošová Z.: Příprava verbenolu a verbenónu oxidací α -pinénu II., *Chem. prům.* 40/65 (7) 361–363 (1990)
- [18] Kizlink J.: Příprava verbenolu a verbenónu oxidací α -pinénu III., *Chemagazín* 14 (2) 12–13 (2004)
- [19] Kizlink J., Hronec M., Cvengrošová Z., Kuruc L., Kríž M., Obložinský A., Ilavský J.: CS AO 258.634 (1989), CA 111, 115.992 (1989)

Dokončení na další str.

- [20] Kizlink J., Hronec M., Cvenegrošová Z., Haruštiak M., Obložinský A., Hutník J., Ilavský J.: CS AO 268.571 (1989), CA 112, 98.862 (1990)
- [21] Kizlink J., Brutovský D.: Preparation of the verbenone and cis-verbenol as pheromones against the spruce bark borers, 2-nd Meeting on Chemistry & Life, Brno University of Technology, 10.–11.09.2002, Brno (CZ), Source: *Chem. listy* 96 (S), s272–273 (2002)
- [22] Kizlink J., Brutovský D.: Příprava verbenonu a cis- verbenolu ako feromónov proti lykožrútom smrekovým, 55. Zjazd chemických spoločností, 8.–12.09.2003, Košice (SK), Source: *Chem. listy* 97 (8) 775–776 (2003)
- [23] Kizlink J.: Preparation of verbenone from trans-verbenol by the oxidation of molecular oxygen, 3-rd Meeting on Chemistry & Life, Brno University of Technology, 20.–22.09.2005, Brno (CZ), Source: *Chem. listy* 99 (S) s101–103 (2005)
- [24] Vrkoč J.: CS AO 215.485 (1985), CA 106, 5.267 (1987)
- [25] Haines A.H., *Methods of Oxidation of Organic Compounds*, Academic Press, New York 1988
- [26] Morimoto T., Hirano M., Wachi M., Murakami T.: Oxidation of alcohols to carbonyl compounds with peracetic acid catalyzed by cobalt (III) acetate, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. II* 1984 (12) 1949–1951
- [27] Morimoto I., Hirano M., Ashiya H., Egashira H., Zhang X.: Oxidation of aliphatic secondary and benzylic alcohols to carbonyl compounds by peracetic acid in the presence of sodium bromide in acetic acid, *Bull. Chem. Soc. Japan* 60 (11) 4143–4144 (1987)
- [28] Morimoto I., Hirano M., Aikawa Y., Zhang X.: Ready oxidation of alcohols to carbonyl compounds by sodium bromite in methylene dichloride in the presence of aluminium oxide, *J. Chem. Soc., Perkin Trans I* 1988 (6) 2423–2424
- [29] Hronec M., Cvenegrošová Z., Kizlink J.: Competitive oxidation of alcohols in aqueous-phase using Pd/C catalyst, *J. Mol. Catal.* 83 (1–2) 75–82 (1993)
- [30] Tsuji J.: *Palladium Reagents and Catalysis*, John Wiley and Sohns, New York 1995
- [31] Frassoldati A., Pinel C., Besson M.: Promoting effect of water for aliphatic primary and secondary alcohol oxidation over platinum catalysts in dioxane/aqueous solution media, 9-th Congress on Catalysis Applied to Fine Chemicals, September 13.–16.2010 Zaragoza (E), Source: *Catal. Today* 173 (1) 81–88 (2011)
- [32] Kuruc L., Varkonda Š., Križ M., Konečný V., Farkašová A., Vrkoč J., Kalvoda L., Kristín A., Handlovský A.: CS AO 239.411 (1987), CA 110, 115138 (1989)
- [33] Cardé R.T., Minks A.K.: *Insect Pheromone Research*, Chapman & Hall, New York 1997
- [34] Varkonda Š., Kuruc L., Konečný V., Križ M., Kristín A.: CS AO 242.257 (1987), CA 109, 68847 (1988)
- [35] Varkonda Š., Lebedeva E.V., Caskis B., Ščerbakova G.D., Ozols G., Bicevskis M., Kuruc L., Konečný V., Vrkoč J.: CS AO 261.809 (1989), CA 112, 193.816 (1990)
- [36] Varkonda Š., Lebedeva E.V., Caskis B., Ščerbakova G.D., Ozols G., Bicevskis M., Kuruc L., Konečný V., Vrkoč J.: CS AO 261.810 (1989), CA 112, 153.749 (1990).
- [37] Turner W.B., Aldridge D.C.: *Fungal Metabolites*, Academic Press, London 1997

Abstract

PREPARATION OF THE VERBENOL AND VERBENONE AS THE MAIN PRODUCTS FOR PHEROMONES FOR THE SPRUCE BARK BEETLE

Summary: In this work the several methods for the oxidation of alpha-pinene with oxygen in the presence of various catalysts were studied. Also the re-oxidation of the trans-verbenol for verbenone and followed reduction for the /S/cis-verbenol were presented. The /S/cis-verbenol in the mixtures with some alkylene-diols and aromatic compounds forms the dispensers for the spruce bark beetles is the very suitable way for their liquidation.

Keywords: pheromones, spruce bark beetle, pheromone, verbenol, verbenone



Společnost Yugo Alloys s.r.o. nabízí k pronájmu

- **podzemní úložiště hořlavin:
10 nádrží o velikosti 50 m³**
- technologie na stáčení
a distribuci hořlavin
- krytou zabezpečenou plochu
- skladovací prostory v areálu



hlídaný areál
Bystrá 761
Praha-Horní
Počernice



603 471 999
261 216 844



info@yugo.cz



www.yugo.cz

21. Škola hmotnostní spektrometrie

13. – 18. září 2020
Hotel Srní,
Šumava



REGISTRACE OTEVŘENA!

- Krátké kurzy (2D-LC/MS, statistické vyhodnocování dat, interpretace EI spekter, lipidomická analýza, proteomická analýza)
- Odborný program zaměřen na praktické aspekty hmotnostní spektrometrie
- Společenské večery a výlety



#21skolaMS

Více informací na:

<http://skolams2020.spektroskopie.cz/>

MAGNETICKÉ NANOČÁSTICE PRO TESTOVÁNÍ COVID-19 MÍŘÍ DO PRAXE

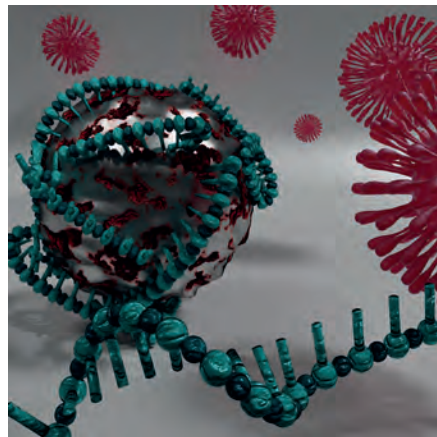
Miniaturní částice s magnetickým jádrem a tenkou křemennou slupkou na povrchu pro izolaci virové RNA, které vyvinuli vědci z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého (RCPTM), míří do praxe. Komerční společnosti již nakoupily první várky magnetických kuliček pro diagnostické účely. Nanočástice jsou důležitou součástí nové technologie testování na Covid-19 vytvořené v Ústavu organické chemie a biochemie (ÚOCHB) Akademie věd ČR, která zásadně pomohla v době vrcholící koronavirové pandemie.

Vývoj testovacího protokolu byl reakcí na nedostatek komerčních testovacích sad v době koronavirové krize. Na požadavky kolegů z ÚOCHB rychle zareagovali vědci z RCPTM. Díky dlouholeté zkušenosti ve výzkumu nanomateriálů pro biomedicínské aplikace připravili v řádu dnů nový typ magnetických nanokuliček o velikosti několika desítek nanometrů s vhodně upraveným povrchem pro izolaci nukleových kyselin.

„Oxid křemičitý, který obaluje magnetické nanočástice, má velkou schopnost vázat nukleové kyseliny. Díky obrovskému povrchu nanočástic se na ně efektivně zachytí velké množství virové RNA. Navázané molekuly RNA lze snadno izolovat pomocí externího magnetu pro účely diagnostiky metodou PCR,“ popsal fungování nanokuliček Radek Zbořil z RCPTM.

Nanočástice dokáže olomoucký tým vyrobit ve velkém. „V jednom cyklu jsme schopni připravit více než 100 gramů částic, které jsou použitelné pro zhruba 100 000 testů na Covid-19. Jedná se o technologicky nenáročnou syntézu. Kapacitu tak dokážeme i řádově navýšit,“ objasnil Ivo Medfík, který se na vývoji nanočástic podílel.

Obr.: Nanočástice s magnetickým jádrem a tenkou křemennou slupkou na povrchu pro izolaci virové RNA, které vyvinuli vědci z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů jako součást nové technologie testování na Covid-19 vytvořené v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR



Podle Pavla Šáchy z ÚOCHB byla právě izolace virové RNA úzkým hrdlem celého procesu přípravy nové technologie. „V době koronavirové krize nebyly dostupné zahraniční RNA izolační kity, proto jsme hledali v českých institucích vhodné magnetické částice schopné vázat virovou RNA. Nanočástice z RCPTM se ukázaly být nejlepší: mají rychlou odezvu na magnetické pole, velkou kapacitu pro vazbu RNA a je možné je připravovat ve velkém množství,“ uvedl Šácha, který řídil vývoj nového testovacího protokolu.

Technologii se podařilo úspěšně ověřit ve Státním zdravotním ústavu v Praze, v nemocnicích v Motole a Na Bulovce, v brněnském CEITECu, pražském BIOCEVU a olomouckém Ústavu molekulární a translační medicíny. Národní referenční laboratoř

pro chřipku a nechřipkovou virovou respirační onemocnění ze Státního zdravotního ústavu otestovala ÚOCHB-RCPTM RNA izolační kity a porovnávala je se soupravami předních světových dodavatelů určenými pro izolaci nukleových kyselin – Roche a ThermoFisher Scientific. „ÚOCHB-RCPTM RNA izolační kit vykazoval zcela stejnou účinnost při izolaci ribonukleových kyselin. V rámci validace doporučeného postupu byly všechny kroky a všechny reagenty jednotlivě ověřeny se sérií ředění inaktivovaného SARS-CoV-2,“ uvedla Helena Jiřincová ze SZÚ v Praze.

„Výsledky potvrdily, že naše magnetické částice jsou z hlediska účinnosti izolace virové RNA srovnatelné s komerčními materiály. S ohledem na produkční kapacitu a nižší výrobní náklady jsou proto plně připraveny na transfer do praxe. Celý vývoj nových izolačních souprav pro diagnostiku Covid-19 je podle mého ukázkovým příkladem spolupráce akademických pracovišť. Současně je demonstrací jejich schopnosti převést výsledky z laboratoře do praxe v rekordně krátké době,“ uvedl Zbořil.

V tuzemsku vyvinuté sady budou moci pomáhat s diagnostikou při případných dalších vlnách onemocnění, a to nejen v České republice. „Věříme, že pokud najdeme výrobce, existuje potenciál dodávat soupravy pro izolaci RNA i do dalších zemí,“ uzavírá Pavel Šácha. ÚOCHB vede jednání s několika výrobci o poskytnutí licence na know-how a výrobu izolačních souprav, do jejich ukončení výrobu pro český a slovenský trh zajišťuje dceřiná společnost ústavu IOCB TECH. Univerzita Palackého zabezpečuje výrobu a dodávky magnetických kuliček pro izolaci virové RNA.

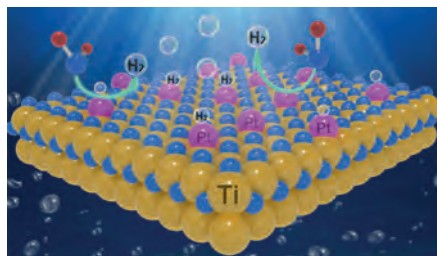
Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů, www.rcptm.com

CHEMICKY UKOTVENÉ ATOMY PLATINY VÝRAZNĚ ZVYŠUJÍ ÚČINNOST TiO_2 PŘI FOTOKATALYTICKÉ PRODUKCI VODÍKU

Vědci ze skupiny Fotoelektrochemie Regionálního centra pokročilých technologií (RCPTM) pod vedením profesora Patrika Schmukiho vyvinuli novou technologii umožňující ukotvení jednotlivých atomů platiny na povrch TiO_2 .

Oxid titaničitý je jeden z nejstudovanějších fotokatalyzátorů, který se využívá jako fotoanoda v procesu produkce vodíku pomocí přímého solárního štěpení vody. Platina pak reprezentuje nejčastěji používaný kokatalyzátor přispívající ke zvýšení účinnosti přeměny sluneční energie na vodík. Používá se především ve formě nanočástic různých velikostí a tvarů. Nedávný prudký rozvoj v oblasti syntézy a vlastností katalyzátorů na úrovni jednotlivých atomů (tzv. single atom catalysis)

Obr.: Chemicky ukotvené atomy platiny na povrchu TiO_2



inspiroval vědce k vývoji unikátní technologie založené na částečné redukci TiO_2 ve vodíkové atmosféře za současné tvorby Ti^{3+} a povrchových defektů. Tyto defekty fungují jako chemické pas-ti pro ukotvení individuálních atomů platiny po jednoduché impregnaci roztokem Pt^{4+} . Metoda dovolu-je elegantně kontrolovat hustotu povrchových defektů a tedy i míru pokrytí vrstev TiO_2 jednotlivými atomy platiny. Takto navázané atomy zvyšují fotokatalytickou účinnost oxidu titaničitého až 150krát ve srovnání s obvykle používa-

nými systémy, v nichž je platina ve formě nanočástic nanesena na povrch TiO_2 .

Práce publikovaná v časopise *Advanced Materials* navazuje na systematický výzkum RCPTM v oblasti oxidů kovů pro fotokatalytické aplikace včetně přímého solárního štěpení vody (Kment S. et al. *Chem. Soc. Rev.* 46, 3716–3769, 2017; Spanu D. et al. *ACS Catal.* 8, 5298–5305, 2018; Naldoni A. et al. *ACS Catal.* 9, 345–364, 2019) a v oblasti využití kovů na úrovni jednotlivých atomů v organické katalýze, elektrokatalýze a fotokatalýze (Bakandritsos A. et al. *Adv. Mater.* 31, 1900323, 2019; Gawande M. B. et al. *ACS Catal.* 10, 2231–2259, 2020).

Odkaz na publikaci: Hejazi S., Mohajernia S., Osuagwu B., Zoppellaro G., Andryskova P., Tomaneč O., Kment S., Zbořil R., Schmuki P.: On the Controlled Loading of Single Platinum Atoms as a Co-Catalyst on TiO_2 Anatase for Optimized Photocatalytic H_2 Generation, *Advanced Materials* 2020, in press, DOI: 10.1002/adma.201908505.

» Newsletter RCPTM, www.rcptm.com

STUDUJEME CÍLENÉ DORUČOVÁNÍ LÉČIV

Chtěl se věnovat výzkumu antibiotik, ale nakonec se kvůli osobnímu příběhu rozhodl pro studium cíleného doručování léčiv. „Můj bratr je horolezec a z výstupu v Nepálu si přivezl mykózu, se kterou se dlouhodobě trápil. Trvalo téměř rok, než mu stanovili diagnózu a následná léčba byla velmi komplikovaná, zdoluhavá a měla řadu vedlejších účinků. A tak chci pomoci cíleného doručování léčiv nalézt nové způsoby léčby takových onemocnění,“ vysvětluje svoji motivaci Ondřej Baszczyński, vedoucí první výzkumné skupiny podpořené start-up grantem Nadace Experientia.

Vaše výzkumná skupina nese název Medicinální chemie a doručování léčiv. Co si pod tím můžeme představit?

Většina současných léčiv působí systematicky. Léčivo je podle farmakokinetických vlastností (osud léčiva v organismu od jeho podání až po vyloučení), často nerovnoměrně, distribuováno v celém těle. To může být určitá výhoda třeba při virových onemocněních, ale pokud máme onemocnění pouze v určitém místě, například lokalizovaný zánět nebo nádor, je výhodné, aby léčivo působilo pouze v daném místě. Tím můžeme použít nižší dávkování, a tedy minimalizovat vedlejší účinky.

Čemu konkrétně se věnujete?

V naší laboratoři se věnujeme cílenému doručování antifungálních (antimykotických) léčiv, které se používají pro léčbu onemocnění způsobených houbami, plísněmi a kvasinkami. Naše zkoumaná léčiva mají tři části; rozpoznávací skupinu, spojku a léčivo. Rozpoznávací skupina je založena například na amfotericinu B, nystatinu nebo caspofunginu a rozpozná a zacílí mykózu (onemocnění, které je způsobené houbami, plísněmi nebo kvasinkami). K rozpoznávací skupině je pomocí spojky (linkeru) připojeno léčivo. Když dojde ke specifické aktivaci (rozpadu) spojky, dojde k uvolnění léčiva pouze v daném místě. Tímto způsobem dosáhneme pouze lokálního účinku. S výzkumem začínáme postupně, aktuálně se věnujeme studiu self-immolativních fosfátových spojek, které se po aktivaci seberozpadnou (self-immolation) a velmi rychle uvolní léčivo. Toto rychlé vyloučení je důležité, aby nedocházelo k odmytí daného léčiva z místa účinku.

Jak budete toto léčivo aktivovat? Jak dojde k rozpadu spojky?

Zaměřujeme se především na enzymovou aktivaci na základě substrátové specifity. Například doručení na bázi amfotericinu rozpoznává ergosterol v buněčné membráně hub, což je pro některé fungální infekce specifické, protože membrány lidských buněk obsahují cholesterol. Po rozpoznání cíle se spojka působením některých enzymů, jako například esteráz či proteáz, rozpadne a léčivo se uvolní na místě účinku. Věříme, že kombinací amfotericinu, který je sám o sobě antimykotikum

Ob.: Ing. Ondřej Baszczyński, Ph.D. – držitel start-up grantu NEX



a rozvolňuje buněčnou membránu hub, s dalším léčivem dojde synergickému účinku.

Takže vy pro rozpoznání a zacílení využíváte látky, které jsou zároveň léčiva?

Ano, amfotericin nebo například nystatin jsou samy o sobě antifungální léčiva. A my k tomu pomocí spojky přidáme ještě další léčivo. To by mohlo ve výsledku snížit koncentrace daných látek používaných k léčbě a léčba by mohla být účinná i pro multirezistentní mykózy, které jsou velkým problémem.

Jaká je konkurence v tomto odvětví?

Pokud vím, tak cílenému doručování antifungálních léčiv se věnujeme jako jediní. Ale obecně cílené doručování léčiv zkoumá mnoho laboratoří, které se zaměřují především na protinádorová léčiva.

Proč jste se rozhodl studovat zrovna toto téma?

Tématu self-immolativních spojek jsem se začal věnovat už na ÚOCHB s dr. Gabrielem Birkušem a dr. Zlatkem Janebou před několika lety. Tento projekt ale časem ztratil na intenzitě kvůli rozdílným představám. Já jsem se pak rozhodl pokračovat, i když jinak – zvolil jsem fyzikálně-chemický přístup. Myslím, že klíčem je pochopit mechanismus self-immolativního procesu. Proto studujeme fotoaktivovatelné spojky, které měříme pomocí NMR, což nám poskytuje detailní informace ohledně jejich chování. Jako jediní v ČR používáme přístup, kdy přímo v NMR kyvetě tyto spojky ozáříme UV světlem a pomocí 31P fosforových spekter pozorujeme, co se se spojkou po aktivaci děje. To nám pomůže pochopit celý proces a navrhnout co nejlepší spojky pro medicínské využití.

A jak jste se dostal k výzkumu antifungálních látek?

To je zajímavý osobní příběh. Můj bratr, který je horolezec jako já, si z výstupu v Nepálu přivezl mykózu, se kterou se dlouhodobě trápil.

Trvalo téměř rok, než mu stanovili diagnózu. Nikdo si s ním nevěděl rady. Nakonec mu diagnózu stanovil náhodou při vyšetření srdce kardiolog, který byl z Indie a řekl: „*Lee, Madura foot, to jsem viděl doma v Indii.*“ Léčba takových onemocnění je velmi komplikovaná, zdoluhavá a má řadu vedlejších účinků. Velkým problémem jsou také rezistence. Takže mám k tomuto tématu i osobní motivaci a věřím, že se nám podaří najít nové způsoby léčby.

A k tomu vám pomáhá i start-up grant Nadace Experientia?

Ano, start-up grant Nadace Experientia mi umožnil získat pozici na Karlově univerzitě a založit vlastní výzkumnou skupinu. Mohl jsem se tak vědecky osamostatnit a plně se věnovat tomu, co mě baví.

Vlastní výzkumnou skupinu máte od ledna 2019. Jak hodnotíte první rok?

Sám jsem netušil, co vše to obnáší. První tři měsíce jsme jen vybavovali a zařizovali laboratoř. Nejhorší byl pro mě ze začátku time-management. Povinností je totiž hodně. Kromě samotného výzkumu a vedení studentů mě zaměstnává i výuka, příprava na ni i výjezdy na konference. K tomu se přidávají přednášky, státnice, oponentury a především obrovské množství administrativy. Teď už ale naštěstí vše běží, ve skupině mám dva bakaláře, jednu Erasmus studentku a jednoho postdoktoranda. Stále jsme ale otevření novým nadšeným studentům.

Zbývá vám čas na vědu? Máte čas na vlastní bádání?

Snažím se, práce v laboratoři mě baví ze všeho nejvíce. Baví mě realizovat něco, co ještě nikdo nikdy neudělal a ve skupině stejně nadšených lidí posouvat hranice lidského poznání. Hráť si. Takže čas si najdu, ale často je to na úkor osobního života. A proto se snažím alespoň jeden den v týdnu nepracovat.

Doktorát jste dělal ve skupině prof. Holého, jak na tuto dobu vzpomínáte?

S panem profesorem Holým jsem se setkal až na konci jeho kariéry. Už měl nějaké zdravotní problémy, ale i tak byl velká osobnost a budil respekt. Pamatuji si, jak jsem dělal první chromatografii, byl jsem nervózní a všechno mi padalo. On mi stál za zády a jen se potutelně usmíval. Ale brzy se ukázalo, že chemii dělám rád a něco umím. Dal mi vlastní projekt a to bylo skvělé. Bohužel ale umřel rok před tím, než jsem doktorát dodělal. Během doktorátu jsem potkal i druhou klíčovou osobu mé vědecké kariéry, Petra Jansu, který je teď senior researcher v Gilead Sciences. V té době také dělal doktorát pod vedením prof. Holého. Je to jeden z nejlepších chemiků, které jsem potkal. V té době mi byl velkou motivací.

Poté jste jako postdoktorand pokračoval ve skupině prof. Pottera na University of Bath. Co vám to dalo?

Dalo mi to hodně jak z profesního, tak osobního života. Rodinu, mám dvě děti, jsem totiž nechal v Čechách. Byl jsem na 15 měsíců pryč, což dalo zabrat rodinnému životu a vztahům. Ve výsledku nás to ale stmelilo. Profesně mě to hodně posunulo. Profesor Potter je eso v medicíně chemii, pracuje na buněčné signalizaci a dělá špičkový výzkum, tzv. state of art chemii. Během mého pobytu se z University of Bath přestěhoval na Oxford. V týmu už měl pouze postdoktorandy a seniorní vědce, takže jsem byl mezi skutečnými odborníky, kteří se fosfátové chemii věnují celý život. Pořád jsme v kontaktu a máme skvělé vztahy.

Nechtěl jste tam zůstat? Nebo byl váš další plán návrat a založení vlastní výzkumné skupiny v Česku?

Vůbec ne. Profesor Potter mi dokonce nabídl prodloužení pobytu na Oxfordu, ale to už bylo rozhodnutí, zda Oxford, nebo rodina. A já jsem si vybral rodinu. Vrátil jsem se do Prahy do skupiny Zlatka Janeby. A za to jsem moc vděčný, dal mi určitou volnost, podporoval mě

a umožnil mi posunout se dál. Ale nebylo to jednoduché období. Psal jsem několik grantů a ani jeden nevyšel. Dokonce jsem byl i ve stavu, kdy jsem chtěl vědu zabalit. Ale „za pět minut dvanáct“ jsem získal start-up grant od Nadace Experientia a zároveň se otevřela pozice na Univerzitě Karlově, takže se to ideálně sešlo.

Co vás přivedlo k organické chemii? Chtěl jste být vědcem-chemikem od mala?

Chemie mě bavila už od základní školy, měli jsme skvělého učitele. Na první hodině udělal pokus – na sítku nad kahanem nasypal směs síry se zinkem a ono to udělá takový malý atomový hříb, pak udělal ještě nějaké sopky a pár podobných efektních experimentů a to už jsem tušil, že chemie bude ten pravý obor. Pokračoval jsem na střední chemickou do Ostravy a poté na vysokou na VŠCHT v Praze.

Co milujete na vědecké práci?

Nejvíce miluji svobodu. Člověk si může „dělat co chce“. Což ale není zadarmo. Mám rád, když se v týmu sejde parta stejně nadšených lidí, společně tvoříme zvláštní energii, která vzniká třeba na koncertě, když je kapela sehraná. Věda je jako detektivka, hledáme a zkoušíme. Každý neúspěch je vodítko, série informací, jak se dostat ke kýženému výsledku.

Co byste doporučil mladým vědcům, kteří zvažují vědeckou dráhu?

Vybrat si dobrého vedoucího a téma, které je bude bavit. A také vytrvat a nebrat si neúspěchy osobně. Jak říkal můj bývalý školitel na VŠCHT: „Organická chemie je boj s kontinuálním neúspěchem. Člověk se musí naučit improvizovat.“ Pro úspěch ve vědě je potřeba i určitá porce štěstí – být ve správný čas na správném místě.

Co vás baví mimo vědu? Jak trávíte volný čas?

Mám bezvadnou rodinu, která mou práci respektuje. Takže můj volný čas patří především

jí a sportovnímu lezení, které je neodmyslitelnou součástí mého života. Nejraději trávíme čas venku na skalách nebo v horách. Každému bych doporučil mít dobré zázemí a nějakou tu fyzickou aktivitu. Je to nejlepší způsob relaxace, který umožní vypnout od každodenních povinností.

Ing. Ondřej Baszczyński, Ph.D.

Jako první získal start-up grant Nadace Experientia pro založení vlastní výzkumné skupiny na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Od Nadace Experientia tak ročně dostává podporu 2 miliony korun a od Univerzity Karlovy dalších 0,7 milionu po dobu tří let. Zabývá se medicíně chemií a cíleným doručováním léčiv. Vystudoval organickou chemii na VŠCHT v Praze. Doktorát dělal v týmu prof. Antonína Holého na ÚOCHB AV ČR. Více jak rok strávil ve skupině prof. Pottera na University of Bath.

Nadace Experientia

Za vznikem Nadace Experientia stojí manželé Hana a Dalimil Dvořákové, kteří se seznámili ještě na studiích, zcela symbolicky v chemické laboratoři. Zatímco Hana Dvořáková následně spolupracovala s profesorem Antonínem Holým na vývoji antivirových látek, Dalimil Dvořák se stal profesorem na VŠCHT. Nadaci Experientia, která podporuje mladé vědce z oboru organické, bioorganické a medicíně chemie, založili společně v roce 2013. Dosud podpořili 13 mladých stipendistek a stipendistů na odborných stážích v zahraničí. V roce 2019 udělili první ze start-up grantů, kterým chtějí mladé vědce a vědkyně motivovat k založení vlastní výzkumné skupiny v ČR. Vlastní finanční prostředky z licenčních poplatků za antivirové látky vyvinuté na ÚOCHB věnují zcela samozřejmě zpět do vědy s vysvětlením, že odtud přece peníze pocházejí.

Pavla HUBÁLKOVÁ, Nadace Experientia,
pavla.hubalkova@experientia.cz

BIOING

Vzorkování stlačených plynů

- Aktivní vzorkovač Pinocchio Super II
- Snadno přenositelný systém bez pohonu pro monitorování mikrobiální kontaminace stlačených plynů / vzduchu
- Nastavitelný tlak na vstupu, nastavitelná rychlost průtoku plynu 100 - 180 litrů/minutu
- Z nerezové oceli a hliníku
- Rychloupínací spojky



www.bioing.cz

eshop.bioing.cz

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ SE ROZŠÍŘÍ O FARMACEUTICKOU FAKULTU

Rovných deset fakult má mít od začátku července druhá největší vysoká škola v Česku. Ke stávajícím devíti přibude na Masarykově univerzitě (MU) nově Farmaceutická fakulta MU, která byla dosud součástí Veterinární a farmaceutické univerzity Brno (VFU). Rektori obou vysokých škol dnes dopoledne podepsali potřebné smlouvy, aby výuka farmacie pod Masarykovou univerzitou mohla i nadále probíhat ve stávajících prostorách VFU, které si MU pronajme. Rozšíření o farmaceutickou fakultu v pondělí schválil i Akademický senát MU.

V novodobé historii českého vysokého školství je to vůbec poprvé, kdy k podobnému přesunu fakulty z jedné univerzity na druhou dojde.

„Na straně obou univerzit tak byly učiněny všechny kroky k tomu, aby se vzdělávání a věda v oblasti farmacie více propojily s lékařskými a přírodovědnými obory pěstovanými na Masarykově univerzitě. Úzké propojení těchto disciplín je důležité pro rozvoj personalizované medicíny, která povede ke zlepšení zdraví a kvality života naší společnosti, jež bude v blízké budoucnosti čelit velkým výzvám v souvislosti se změnou věkové struktury obyvatelstva nebo s dalšími možnými epidemiemi, jako je aktuální COVID-19,“ řekl rektor Masarykovy univerzity Martin Bareš, který o přesunu farmacie začal jednat s rektorem VFU Aloísem Nečasem v září loňského roku bezprostředně po svém nástupu do funkce.

„Fakulta nás všechny posune dopředu. Je to velký krok pro celý region,“ uvedl rektor Bareš s tím, že jde o krok, který je velkou investicí do budoucnosti. „Pro studenty a zaměstnance se teď s trochu nadsázkou změně jen cedule na domech, ale postupně se bude měnit celá řada věcí včetně přípravy nových studijních programů, které zareagují na současné trendy, jako je klinická farmakologie nebo farmakoekonomika. Budou se měnit i možnosti výjezdů do zahraničí pro studenty, vzniknou nové mezioborové výzkumné týmy a spousta dalších věcí,“ dodal Bareš.

Protože platná legislativa s možností přesunu fakulty z jedné univerzity na druhou nepočítá, Akademický senát VFU stávající Farmaceutickou fakultu VFU k 30. červnu zrušil, a následně Akademický senát MU novou Farmaceutickou fakultu MU k 1. červenci zřídil. Masarykova univerzita už také předložila Národnímu akreditačnímu úřadu žádost o akreditaci dvou magisterských studijních programů farmacie, jednoho v českém a jednoho v anglickém jazyce, a také osmi doktorských studijních programů. Podle uzavřených dohod se VFU poté, co MU se svou žádostí u Národního akreditačního úřadu uspěje, svých akreditací k farmaceutickým oborům vzdá.

„Velmi si vážím přístupu rektorů obou vysokých škol, kteří vnímají potřeby úzké součinnosti farmacie, medicíny a dalších vědních oborů na Masarykově univerzitě, a to jak v oblasti vzdělávání, tak ve vědě. Vychází tak vstříc společenskému zájmu uskutečňovat v rámci České republiky farmaceutické vzdělávání v co možná nejvyšší kvalitě,“ řekla děkanka Farmaceutické fakulty VFU Radka Opatřilová.

Do budoucna se pak počítá s tím, že by se fakulta stala součástí areálu Univerzitního kampusu Bohunice, což podpoří synergií s Přírodou

vědeckou a Lékařskou fakultou MU, výzkumným institutem CEITEC a Fakultní nemocnicí Brno. Univerzity se v dnes podepsaných smlouvách také dohodly, že MU odkoupí od VFU přístrojové vybavení, které je nezbytné pro vědeckou a výzkumnou činnost.

Zcela minimálně pocítí změnu uchazeči o studium farmacie a poslze i studenti prvních ročníků. Aktuální přijímací řízení se odehraje ještě na Farmaceutické fakultě VFU. Uchazeči, kteří budou přijati, budou mít možnost nastoupit na Farmaceutickou fakultu MU. Na stávající studenty fakulty bude MU pohlížet, jako by ke změně jejich studia nedošlo, a tato změna tak nebude mít negativní vliv na jejich ubytovací a další stipendia ani na případný vznik povinnosti hradit poplatky za prodlouženou dobu studia.

Pro současné studenty a zaměstnance MU bude rozšíření školy o další fakultu znamenat především příležitost víc spolupracovat s novými kolegy a spolužáky v oboru farmacie. S ohledem na historický kontext, kdy byla farmaceutická fakulta součástí Masarykovy univerzity už v letech 1952 až 1960, bude v pořadí vzniku fakult uváděna jako šestá.

» www.muni.cz/farmacie

VŠCHT PRAHA ÚSPĚŠNĚ REALIZOVALA KLÍČOVOU REGENERAČNÍ LINKU PRO VUAB PHARMA

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze (VŠCHT) má ve své vědecké DNA zakódován nejen základní výzkum, ale také výzkum aplikovaný. Posledním příspěvkem k této větvi tvůrčí činnosti je návrh linky na regeneraci bezvodého metanolu pro společnost VUAB Pharma, tradičního českého výrobce v oblasti farmacie. Nové zařízení úspěšně prošlo zkušebním provozem v roce 2019 a nyní již funguje na plný výkon. Autorem laboratorního výzkumu a návrhu linky je výzkumná skupina doktora Jiřího Trejbalu z Ústavu organické technologie, která má za sebou návrhy mnoha rektifikačních kolon v České republice i zahraničí.

VUAB Pharma je významným producentem a exportérem nystatinu, který se využívá při léčbě kvasinkových infekcí. Při jeho výrobě se používá jako rozpouštědlo metanol. Během výrobního procesu odpadá vodný roztok metanolu, jenž je znečištěn dalšími látkami. Regenerace metanolu z odpadního roztoku do původní formy je přitom klíčovou částí technologie, bez níž nelze nystatin efektivně vyrábět.

Nové zařízení navržené Jiřím Trejbalem nahradilo téměř 50 let starou kolonu, kterou bylo, vzhledem k její konstrukci, obtížné čistit. „V poslední době na ní navíc docházelo k častým havarijním stavům, což mělo negativní efekt na výrobu nystatinu. Nové zařízení má vyšší kapacitu a zároveň výrazně nižší spotřebu tepla,“ vysvětluje doktor Trejbal.

Vývoj konceptu nového způsobu regenerace bezvodého metanolu trval asi půl roku a zahrnoval důkladnou analýzu vstupního proudu odpadního metanolu, laboratorní rektifikace s reálnou směsí, matematické modelování regenerace a samotný design nové linky.

„Největším problémem, který jsme museli vyřešit, byla skutečnost, že nástřik odpadního metanolu obsahuje pevnou fázi a při samotné destilaci další pevná fáze vzniká. To vede k zaná-

Obr.: 3D návrh kolony linky (vlevo) a realizace linky na regeneraci bezvodého methanolu



šení zařízení. Proto jsme museli linku navrhnout tak, aby bylo možné kritické části snadno čistit,“ říká doktor Trejbal. „Čištění lze nyní zvládnout v řádu jednotek hodin, zatímco u starého systému to byly dny,“ doplňuje s odkazem na pozitivní finanční dopady nového řešení.

Dalším problémem byl omezený prostor v místě realizace, proto je část zařízení umístěna mimo interiéry výrobní haly, druhá část zůstala uvnitř. Výrobu a montáž linky zajistila společnost Pento.

Ústav organické technologie VŠCHT dlouhodobě spolupracuje s VUAB Pharma, sídlícím v Rostkách u Prahy. V roce 2015 například společně uvedly do provozu linku na regeneraci acetonu. Projekt regenerace bezvodého metanolu byl podpořen Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR v rámci operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost.

» www.vscht.cz

UNIVERZITA JOHANNESE GUTENBERGA V MOHUČI SPOLUPRACUJE S MASARYKOVOU UNIVERZITOU NA VÝZKUMU RNA

Univerzita Johannese Gutenberga v Mohuči (JGU) a Masarykova univerzita v Brně (MU), druhá největší univerzita v České republice, ohlásily plány na úzkou spolupráci v oblasti výzkumu ribonukleových kyselin (RNA). Tříletý výzkumný projekt bude zahájen v lednu 2021 a získá od EU celkem 1 milion eur. Do programu se rovněž zapojí Institut molekulární biologie (IMB), který se nachází v areálu JGU, Evropská laboratoř molekulární biologie (EMBL) v Heidelbergu a univerzita v Edinburgu. Cílem projektu je podpořit vznikající výzkumné instituce v zemích EU13, které vstoupily do Evropské unie po roce 2004. Způsobilé instituce jsou spojeny s nejméně dvěma předními mezinárodními institucemi v příslušné oblasti výzkumu. V tomto případě bude Středoevropský technologický institut (CEITEC) na Masarykově univerzitě podporován při vytváření špičkového klastru pro výzkum RNA. Jedním z klíčových prvků projektu je, aby mladí vědci z Masarykovy univerzity navštívili JGU, aby tam dokončili část svého vzdělávání v rámci doktorského studia nebo pracovali po doktorátu. Koordinátoři projektu v různých institucích se navzá-

jem znají, protože pracují po celá desetiletí ve stejné oblasti. Spolupráce tohoto druhu podporuje velké množství pokračujících akademických a dokonce i osobních vztahů, které se v dlouhodobém horizontu ukazují jako velmi plodné.

» https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/tenders/twinning_en

NOVÝM PARTNEREM NADAČNÍHO FONDU NEURON SE STÁVÁ ÚOCHB

Nadační fond Neuron, který již přes deset let oceňuje špičkové české vědce, navázal partnerství s předním vědeckým pracovištěm v zemi. Ústav organické chemie a biochemie AV ČR (ÚOCHB) se rozhodl rozvíjet odkaz svého slavného ředitele Antonína Holého a prostřednictvím Neuronu podpořit excelentní českou vědu napříč vědeckými obory. Náplní partnerství je zejména další oceňování excelentních vědců prestižními vědeckými Cenami Neuron, podpora mladých vědců a jejich motivace k tomu navrátit se se svým výzkumem z ciziny zpět do Česka.

„Partnerství s jedním z našich nejlepších pracovišť v České republice je pro Neuron velmi cenné. Zároveň je to přirozený krok, protože obě organizace si uvědomují, jak důležitá je dlouhodobá a koncepční podpora excelentní vědy a vědců. Neuron oceňuje Cenami Neuron špičkové vědce v sedmi vědeckých disciplínách již přes deset let – za tu dobu ocenil 85 vědců a vyplatil na prémie 66 mil. Kč. Velmi si vážím toho, že filozofie Cen Neuron a celého fondu rezonovala s úmyslem ÚOCHB podporovat českou vědu napříč vědními obory,“ říká Monika Vondráková, spolumakladatelka a předsedkyně Správní rady Nadačního fondu Neuron.

„ÚOCHB má díky Antonínu Holému a financím, které plynou z jeho patentů a licencí, výjimečnou pozici mezi ostatními vědeckými institucemi. Dlouhodobě jsme cítili, že je naší povinností distribuovat jeho odkaz nejen do podpory chemického výzkumu, ale do české vědy jako takové,“ vysvětluje Zdeněk Hostomský, ředitel Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. „Neuron má vypracovaný a dekadou prověřený způsob, jak oceňovat excelentní české vědce z té nejširší vědecké obce, a my s ním souzníme.“

K symbolickému propojení obou institucí došlo již před třemi lety, kdy Nadační fond Neuron finančně podpořil vznik divadelní hry Elegance molekuly. Ta mapuje příběh chemika světového významu – Antonína Holého, který dlouhá léta působil právě na ÚOCHB a stojí mimo jiné za objevem léku proti AIDS a hepatitidě typu B.

Dceřiná společnost ústavu IOCB Tech přispěje v příštích třech letech na činnost Neuronu částkou 15 milionů korun.

„Jsem moc rád, že můžeme spolupracovat na podpoře vědců v České republice. Jak ukazují poslední měsíce, základní věda je tím nejdůležitějším hybatelem a její podpora je naším přispěvkem do rozvoje společnosti,“ říká ředitel společnosti IOCB Tech Martin Fusek.

» www.uochb.cz, www.nfneuron.cz

NOVÝ ZPŮSOB, JAK DĚLIT IZOMERY XYLENU

Průmyslový proces, který v současné době spotřebovává obrovské množství energie v petro-

chemických závodech po celém světě, by mohl být nahrazen alternativním procesem tak účinným, že nevyžaduje žádný ohřev nebo zvýšený tlak. Niveen Khashab z Centra pokročilých membrán a porézních materiálů krále Abdullaha v Saúdské Arábii (KAUST) a její kolegové vyvinuli nový způsob, jak dělit izomery xylenu.

Xylen existuje ve třech formách, známých jako izomery, které se od sebe liší pouze v poloze jediného atomu uhlíku. Xyleny se používají v mnoha rozsáhlých aplikacích, včetně polymerů, plastů a vláken a jako přísady do paliv, ale mnoho použití využívá pouze jeden ze tří izomerů. Protože jsou si izomery podobné, jsou jejich fyzikální vlastnosti, jako je teplota varu, velmi blízké, a proto je jejich oddělení energeticky náročné.

K oddělení izomerů xylenu použila Khashab a její tým molekuly cucurbit[7]urilu. To jsou makrocyclické molekuly odvozené od glykolurilového monomeru pospojováním monomerních jednotek metylenovými můstky, číslo n určuje počet pospojovaných jednotek. Prostor uvnitř těchto makromolekul může uvnitř hostovat menší molekuly. Prostor uprostřed cucurbit[7]urilu má ideální velikost pro umístění ortoizomeru xylenu. Za použití procesu zvaného extrakce kapalina-kapalina použil tým cucurbit[7]uril k oddělení orto-xylenu od ostatních izomerů. Na rozdíl od ostatních metod se nová metoda provádí za okolní teploty a tlaku, což znamená velmi nízkou spotřebu energie a snadnou obsluhu.

Celý proces byl navržen tak, aby byl snadno použitelný ve stávajících závodech petrochemických společností. Kolony pro extrakci kapalina-kapalina se již v průmyslu běžně používají, a proto je relativně snadné začlenit novou technologii do stávajících procesů. Kromě toho je cucurbit[7]uril levný, komerčně dostupný nebo snadno vyrobitelný a vysoce stabilní ve srovnání s většinou porézních materiálů.

Orig. publ.: Gengwu Zhang et al.; Shape-Induced Selective Separation of Ortho-substituted Benzene Isomers Enabled by Cucurbit[7]uril Host Macrocycles; *Chem*; 2020

» www.kaust.edu.sa/en

ELEKTRICKÁ REDUKCE OXIDU UHELNATÉHO PRO VYSOCE SELEKTIVNÍ VÝROBU ETYLENU

Etylen je primární surovinou pro chemický průmysl, včetně výchozího materiálu pro výrobu širo-

ké škály plastů. V časopise *Angewandte Chemie* vědci představili novou elektrochemickou techniku pro selektivní a energeticky účinnou výrobu etylenu z oxidu uhelnatého (CO), který lze získat z obnovitelných zdrojů a odpadů.

Z ekonomického i environmentálního hlediska je přeměna oxidu uhelnatého na etylen energeticky účinnými metodami klíčovým procesem pro použití nepetrochemických surovin. Dnes se etylen obvykle vyrábí krakováním benzínu získaného v ropných rafinériích. Při tomto procesu se uhlovodíky s dlouhým řetězcem dělí na kratší řetězce při 800–900 °C. Alternativně může být etylen vyráběn ze syntetického plynu – směsi CO a vodíku získaného zplyňováním uhlí – ačkoli může být také získáván z bioplynu, dřeva a odpadů jako zdrojů uhlíku. Fischer-Tropschův proces lze použít k přeměně syntetického plynu na směs uhlovodíků, včetně etylenu. Nevýhodami této metody jsou energeticky náročné podmínky při 200–250 °C, tlaku 5–50 bar a spotřeba cenného vodíku. Kromě toho je účinnost přeměny na C₂ uhlovodíky (etylen a etan) maximálně 30 %. Vytváření delších řetězců nelze zabránit, proces oddělování etylenu je složitý a produkuje se také 30–50 % CO₂, což jsou nežádoucí emise a představuje plýtvání uhlíkem.

Vědci pracující s Dehui Dengem na Xiamen University a Ústavu chemické fyziky Čínské akademie věd nyní představili nový přístup k přímému elektrokatalytickému procesu pro vysoce selektivní výrobu etylenu. Při této metodě se CO redukuje vodou při pokojové teplotě a standardním tlaku za použití měděného katalyzátoru a elektrického proudu.

Optimalizací struktury plynové difúzní elektrody dokázali vědci dosáhnout bezkonkurenční účinnosti (účinnost přenosu el. náboje v rámci elektrochemické reakce) 52,7 % a prolomili 30% limit pro selektivitu C₂. K emisím CO₂ nedochází. Úspěch tohoto přístupu závisí na mikroporézní vrstvě uhlíkových vláken s optimálně vyladěnou hydrofobitou, která působí jako nosič pro katalyticky aktivní částice mědi, a optimalizovanou koncentrací hydroxidu draselného ve vodné fázi. Tím se zvyšuje koncentrace CO na elektrodě a zvyšuje se vazba mezi atomy uhlíku. Vedlejší produkty této reakce, etanol, *n*-propanol a *kyse*lina octová, jsou kapaliny, které umožňují snadné oddělení plynného etylenu.

Orig. publ.: Dehui Deng et al., Highly Selective Production of Ethylene by the Electroreduction of Carbon Monoxide, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2019.

» <https://doi.org/10.1002/anie.201910662>

Připravujeme CHEMAGAZÍN 4/2020 na téma: PEVNÉ A SYPKÉ LÁTKY

Uveřejněte své odborné příspěvky a inzerci zaměřené na:

Procesy – Zařízení pro výrobu, manipulaci a dopravu pevných a sypkých látek: sušení, mletí, drčení, třídění, povlakování, granulaci, finalizaci, přepravu, balení a skladování. Protivýbuchová ochrana. Příprava nanomateriálů a jejich aplikace. Procesní měření sypkých látek apod.

Laboratoře – Časticová analýza: digitální mikroskopie, obrazová a spektrální analýza, měření Zeta-potenciálu, analýza částic a povrchů, materiálové a mineralogické zkoušky, granulometrie. Zařízení pro přípravu vzorků, váhy. Laboratorní nábytek, aj.

Uzávěrka vydání: 20. 7. 2020

UZAVŘENÝ CYKLUS PRO POLYURETANOVÉ MATRACE

Společnosti **Recticel** a **Covestro** úzce spolupracují na vývoji technologií, které zajistí vyšší udržitelnost a cirkulární ekonomiku polyuretanů. To zahrnuje výzkum technologií v oblasti surovin, od výroby polyuretanových matrací až po konec jejich životnosti. Polyuretanové matrace se běžně používají po dlouhou dobu a jsou oceňovány pro svoje pohodlí a funkčnost. Nyní je čas dále zvyšovat udržitelnou hodnotu materiálu v každé fázi životního cyklu. Projekt je součástí dlouhodobého programu, se kterým je společnost Covestro silně orientována na oběhovou ekonomiku. Covestro se zaměřuje zejména na využívání surovin z udržitelných zdrojů, jako jsou odpady, biomasa a CO₂.

Největší potenciál pro uzavřený cyklus v plastikařském průmyslu spočívá v recyklaci odpadu po spotřebě. To platí zejména pro recyklaci termosetových materiálů, jako jsou např. polyuretany. Hlavní podíl masové výroby polyuretanů je tvořen matracemi. Covestro k tomu chce přispět vývojem technologií chemické recyklace. Společnost je součástí celoevropského výzkumného projektu „PUReSmart“, který zahrnuje devět společností a akademických institucí ze šesti zemí a projekt je koordinován společností Recticel. Cílem je vyvinout úplný životní cyklus produktu a z polyuretanové pěny udělat skutečně udržitelný materiál. Obnovit použitý materiál (např. matrace) a přeměnit je v surovinu pro stávající nebo nové výrobky. Společnost Covestro podporuje řešení, jehož cílem je dosažení úplné cirkulace

polyuretanových pěn, zejména matrací. V této souvislosti společnost zkoumá proveditelnost rozšíření technologie z laboratorního měřítka na poloprůmyslovou úroveň s cílem učinit chemickou recyklaci účinným průmyslovým procesem. Toto řešení by pak měl také podporovat aktuální projekt PUReSmart.

» www.covestro.com

PRODUKCE PLASTŮ POMOCÍ HYDROTERMÁLNÍ SYNTÉZY

Mnoho materiálů, které denně používáme, není udržitelných. Některé jsou škodlivé pro rostliny nebo zvířata, jiné obsahují vzácné prvky, které nebudou vždy tak snadno dostupné jako dnes. Velkou nadějí pro budoucnost je dosažení různých materiálových vlastností pomocí nových organických molekul. Organické materiály obsahující pouze běžné prvky, jako je uhlík, vodík nebo kyslík, by mohly vyřešit problém se zdroji, ale jejich příprava je obvykle cokoli jiného než šetrná k životnímu prostředí. Při syntéze takových materiálů se často používají velmi toxické látky, i když samotný konečný produkt není toxický. Na Technické univerzitě ve Vídni byl zvolen jiný přístup. Ve výzkumné skupině vedené Prof. Miriam Unterlassovou na Fakultě technické chemie se používá zcela odlišná syntetická metoda. Místo toxických přísad se používá pouze horká voda. Nyní bylo dosaženo rozhodujícího průlomu, novým procesem lze vytvořit dvě důležité třídy polymerů, což je důležitý krok směrem k průmyslovému použití nové metody.

Profesorka Unterlassová se zabývá hydrotermálními syntetickými procesy při vysokém tlaku a vysoké teplotě, řádově 17 barů a 200 °C. Jak se ukázalo, za takových extrémních podmínek je možné se vyhnout použití toxických rozpouštědel, která by jinak byla nezbytná pro výrobu těchto polymerů. Již před několika lety dosáhla Miriam Unterlassová s touto technologií prvních pozitivních výsledků. Podařilo se jí například vyrábět organická barviva nebo polyimidy – plasty, které jsou nepostradatelné v leteckém a elektronickém průmyslu. To také vyvolalo velký zájem průmyslu. Ale nyní udělali důležitý krok kupředu, syntetizovali různé příklady polymerů ze dvou vysoce zajímavých tříd plastů – polybenzimidazoly a pyronové polymery.

Polybenzimidazoly se například používají jako membrány v palivových článcích, protože jsou odolné vůči kyselinám i při vysokých teplotách a mohou také vést protony. Polybenzimidazolová vlákna se také nacházejí v ohnivzdorných oděvech, jako jsou ochranné obleky hasičů. Na druhé straně pyronové polymery mají kromě své vynikající stability zvláště zajímavé elektronické vlastnosti. Jsou proto vhodné pro aplikace, jako jsou tranzistory nebo jako silný a vysoce odolný materiál elektrod v bateriích. Nová metoda výroby pro dvě nové skupiny materiálů již byla patentována. Elektrochemická analýza produktů byla provedena ve spolupráci s Imperial College London.

Orig. publ.: M. J. Taublaender, S. Mezzavilla, S. Thiele, F. Glöckhofer and M. M. Unterlass; Hydrothermal Generation of Conjugated Polymers on the Example of Pyrrone Polymers and Polybenzimidazoles; *Angew. Chem. Int. Ed.*; 2020, accepted.

» www.tuwien.at



KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA 3.-4. 11. 2020 • SEČ

PIGMENTY – POJIVA – SPECIÁLNÍ MATERIÁLY

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

www.pigmentyapojiva.cz



1.–4.9.2020, Praha

INDC 2020 – 20th International Nutrition & Diagnostics Conference

Cílem konference je pochopení vztahu mezi výživou a klinickou diagnostikou. INDC je již tradičním místem pro setkání lidí, kteří se zajímají o to, jak strava ovlivňuje naše zdraví, pocity, pracovní výkonnost a stárnutí. Ročník 2020 přivítá odborníky z oblasti výživy, klinické biochemie, potravinářské technologie, analytické chemie a medicíny.

Konference se bude skládat z bloků přednášek a posterových sekcí s vyhodnocením nejlepšího posteru. Po loňském úspěchu bude i v letošním roce zařazena přednášková sekce pro mladé vědce s oceněním nejlepší přednášky. Celá konference bude probíhat v anglickém jazyce.

Témata: Probiotika, prebiotika, složky potravy a přírodní látky s blahodárnými účinky pro lidské zdraví, analytické metody užívané v nutriční a diagnostice.

l: www.indc.cz

2.–4.9.2020 Krakow (PL)

European Technical Coatings Congress – ETCC 2020

Přední evropský kongres pro oblast výzkumu, výroby a aplikací barev a laků, lepidel, stavebních materiálů, tiskařských barev a souvisejících produktů.

l: www.etcc2020.org

6.–9.9.2020 Praha

72. Sjezd chemiků

Sekce:

- Analytická chemie
- Anorganické materiály
- Ekonomika a řízení chemického průmyslu
- Fyzikální chemie a elektrochemie
- Chemické vzdělávání a historie chemie
- Chemie životního prostředí
- Jaderná chemie
- Organické materiály
- Polymery
- Popularizace chemie
- Průmyslová chemie
- Termická analýza
- Toxikologie a lékařská chemie

l: www.sjezd72.csch.cz

7.–9.9.2020, Dvůr Králové n.L.

VITATOX 2020

Vědecká konference zaměřená na vývoj v oboru analytické chemie a představení diskutovaných témat jako vitaminy, antioxidanty, terapeutické monitorování léčiv, drogy, alkohol a toxicita látek kolem nás v „době jedové“.

l: http://www.radanal.cz/cs/odborne-akce/

10.–11.9.2020 Třebíč

42. ročník mezinárodního odborného semináře ENERGOCHEMIE 2020

Odborný seminář určený k výměně zkušeností nejširšího okruhu pracovníků energetických

provozů a úpraven vod v průmyslových podnicích i elektrárnách, správců zařízení, vodohospodářů, chemiků a radiochemiků jaderných i konvenčních energetických a teplárenských provozů, pracovníků radiační kontroly, výzkumných a vývojových pracovišť, vysokých škol, specialistů dodavatelských firem z oboru.

l: www.energochemie.cz

13.–16.9.2020, České Budějovice

XXVI. biochemický sjezd

l: www.csmb2020.cz

13.–18.9.2020 Hotel Srní, Šumava

21. Škola hmotnostní spektrometrie

Odborný program tradiční školy je zaměřen na praktické aspekty hmotnostní spektrometrie. Na program budou zařazeny krátké kurzy (2D-LC/MS, statistické vyhodnocování dat, interpretace EI spekter, lipidomická analýza, proteomická analýza).

l: http://skolams2020.spektroskopie.cz/

29.9.–1.10.2020 Messe Nürnberg (D)

POWTECH 2020

Technologie mechanického zpracování je základem pro téměř všechny každodenní výrobky, které používáme. V roce 2020 se POWTECH, přední veletrh zpracování, manipulace a analýzy prášků a sypaných látek, zaměří mimo jiné na udržitelnější způsoby výroby a podnikání ve všech segmentech. V této souvislosti je moderní procesní inženýrství zabudované do digitálních prostředí klíčem k účinnějším, udržitelnějším a plně recyklovatelným výrobkům. Na POWTECH 2020 se představí více než 800 vystavovatelů z celého světa.

l: www.powtech.de

5.–9.10.2020 Výstaviště Brno

62. Mezinárodní strojírenský veletrh

MSV je klíčovou událostí tuzemského průmyslu. I přes aktuální situaci, která významně zasáhla oblast veletržnictví, pokračují přípravy 62. ročníku podle plánu.

„Pevně věřím, že letošní strojírenský veletrh přispěje k restartu ochromené ekonomiky,“ uvedl Jiří Kuliš, generální ředitel společnosti Veletrhy Brno. V letošním roce se společně s MSV konají i specializované technologické veletrhy IMT, FOND-EX, WELDING, PLAS-TEX a PROFINTECH.

Na současnou situaci musel pružně zareagovat i elektrotechnický průmysl, a to zejména vzhledem k širokému portfoliu svých odběratelů. „Uvědomujeme si, že v druhé polovině roku, kdy všichni věříme v opětovné nastartování české ekonomiky, bude ve spoustě firem prostor i ochota efektivně investovat do nových technologií. A právě na MSV 2020 bychom chtěli ukázat, že promyšlená a optimálně realizovaná digitální transformace a investice do digitálních inovací ve firmách budou tou nejlepší reakcí na právě probíhající pokles průmyslové výroby. Současně komplikované období nás v mnoha ohledech posunulo ve vnímání digitální gramotnosti správným směrem. I na MSV 2020 uděláme všechno

pro to, abychom v tomto pozitivním trendu pokračovali,“ sdělil Jiří Holoubek, prezident Elektrotechnické asociace ČR.

Právě digitalizace bude opět patřit k hlavním tématům letošního MSV. Veletrh by tak měl firmám zprostředkovat příležitosti, jak úspěšně zvládnout transformaci průmyslu spojenou s nástupem digitálních technologií ve výrobě. Chytré továrny budoucnosti jsou založeny na kooperaci mezi zaměstnanci a umělou inteligencí a také vzájemnou mezifirmní digitální spoluprací. Komunikační toky mezi jednotlivými stroji, logistikou i obchodem běží automaticky, přičemž člověk tyto procesy koriguje. Řešení zaměřená na budoucnost průmyslu budou na MSV k vidění ve všech výstavních halách. Již podruhé se navíc představí speciální expozice Digitální továrna 2.0.

l: www.bvv.cz/msv

19.–22.10.2020 Messe München (D)

ANALYTICA 2020

Nový termín konání předního světového veletrhu laboratorních technologií, analýz a biotechnologií.

l: www.analytica.de

3.–4.11.2020 hotel JEZERKA, Seč

XIII. konference pigmenty a pojiva

Konference zaměřená na oblast pigmentů, pojiv, specialit a legislativy pro výrobu nátěrových hmot, povrchové úpravy a předúpravy povrchů a jejich dalších aplikací.

Upozorňujeme, že se konání konference přesouvá z pondělí na úterý a středu!!

Témata konference:

I. Pigmenty, pojiva a jejich aplikace v oboru nátěrových hmot.

II. Nátěrové hmoty pro povrchovou ochranu a úpravu materiálů.

III. Technologie pro výrobu nátěrových hmot, zařízení pro povrchové úpravy a předúpravy povrchů.

IV. Legislativa a problematika vlivu pigmentů, nanomateriálů a povrchových úprav na životní prostředí.

V. Instrumentální a analytické techniky pro nátěrové hmoty a jejich složky.

Úvodní přednáška: Stanovení životnosti a degračních mechanismů organických povlaků na základě urychlených korozních zkoušek, Ing. Tomáš Prošek, Ph.D., VŠCHT Praha, Technopark Kralupy, Skupina Kovové konstrukční materiály.

Organizátorem konference je redakce časopisu CHEMAGAZÍN ve spolupráci Ústavem chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice. Hlavním sponzorem je společnost RADKA spol. s r.o. Pardubice.

CHEMAGAZÍN je sponzorem členství České republiky v organizaci FATIPEC – Federation of Associations of Technicians for Industry of Paints in European Countries.

l: www.pigmentyapojiva.cz

8.–11.11.2020 Praha

MELPRO – International conference focused on membrane and electromembrane processes – Nový termín konání!

Mezinárodní konference zaměřená na membránové a elektromembránové procesy, na které průmysloví lidé a vědci světové úrovně identifikují a řeší aktuální problémy.

Klíčové přednášky:

- New membrane materials – plenary speaker: Young Moo Lee.
- Gas, liquid and vapor separation – plenary speaker: Ingo Pinnau.
- Pressure driven membrane processes.
- Electrochemical membrane processes – keynote speaker:– Bart Van der Bruggen.
- Membrane systems in water treatment, biotechnology and biomedical applications.
- Membrane operations in process engineering.
- Modelling and simulation in membrane systems – keynote speaker: Satyajit Mayor, Antony Szymczyk.
- Membrane systems in the mining industry.
- Membrane systems in space.
- New trends in membrane applications.

- Membrane systems for new agriculture.

Vědecký program konference MELPRO 2020 bude zahrnovat dvě panelové diskuse: Separace plynu a Úprava vody.

l: www.melpro.cz

11.–12.11.2020 Kolín nad Rýnem (D)

CHEMSPEC EUROPE – Evropský veletrh čistých a speciálních chemikálií

Mezinárodní veletrh za účasti výrobců, dodavatelů a distributorů čistých a speciálních chemikálií, kteří na něm představí své nejnovější produkty, služby a výsledky výzkumu odborníkům a obchodníkům z chemického a farmaceutického průmyslu.

Součástí Chemspec Europe bude řada různých konferencí s celou řadou témat:

- Konference o agrochemickém výhledu Chemspec, sponzorovaná společností AGROW
- Panel Pharma Outsourcing Best Practices Panel, kterému předsedá Dr. Susan Billings
- Konference regulačních služeb pořádaná organizací REACHReady
- RSC symposium pořádané Královskou chemickou společností

- Chemspec Careers Clinic, pořádané společností Chemical Search International
- Inovativní startupy pořádané Evropským partnerem pro chemii

l: www.chemspeceurope.com

11.–13.11.2020 Hustopeče u Brna

Týden výzkumu a inovací pro praxi a životní prostředí – TVIP

Nový termín konání 15. ročníku symposia pokračuje ve svém rozšířeném záběru na celou oblast průmyslové a komunální ekologie. Vedle příspěvků z oblasti odpadového hospodářství a sanací ekologických zátěží zde mají prostor i témata související s vodním hospodářstvím a emisemi škodlivých látek.

V roce 2019 navíc v souvislosti s přípravami na přechod k oběhovému hospodářství přibyla oblast Věda a výzkum pro oběhové hospodářství, pod kterou jsou zahrnuta témata původní oblasti Nové materiály a inovační technologie pro životní prostředí.

Letošní TVIP opět zastřešuje dvě tematicky specializovaná odborná setkání: konferenci APROCHEM a symposium ODPADOVÉ FÓRUM.

l: www.tretiruka.cz/konference/



72. Sjezd chemiků v Praze

6.–9. září 2020

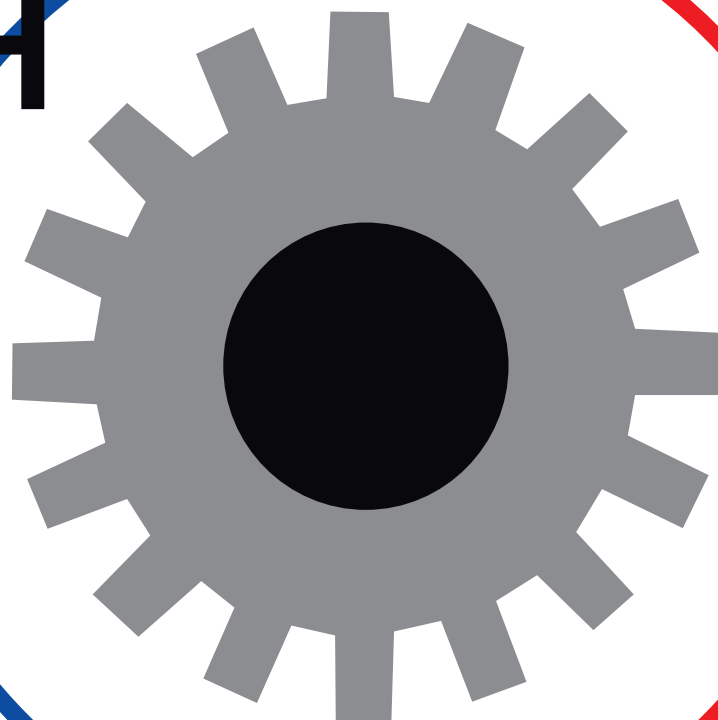


Sekce

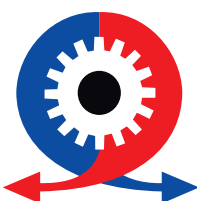
- Analytická chemie
- Anorganické materiály
- Ekonomika a řízení chemického průmyslu
- Fyzikální chemie a elektrochemie
- Chemické vzdělávání a historie chemie
- Chemie životního prostředí
- Jaderná chemie
- Organické materiály
- Polymery
- Popularizace chemie
- Průmyslová chemie
- Termická analýza
- Toxikologie a lékařská chemie

<http://sjezd72.csch.cz>

62. —————→ MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH



5.–9.10.2020
BRNO



**DIGITAL
FACTORY** MSV 2020



IMT 2020



plynová chromatografia

Naše produkty a služby

Merck

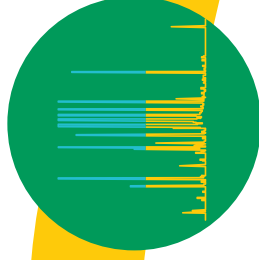
PROFICIENCY TESTING



ODBER A PRÍPRAVA VZORKY



ANALÝZA GC



DETEKCIA A KALIBRÁCIA



Proficiency testing - Skúšky spôsobilosti laboratórií

- **Supelco® Proficiency Testing** - predstavuje viac ako 20 rokov skúseností a odborných znalostí pri poskytovaní PT v oblasti testovania vzoriek životného prostredia na celom svete
- sme **akreditovaným** poskytovateľom PT a ročne vyrábame a distribuujeme viac ako 20 000 vzoriek pre viac ako 2 500 účastníkov našich PT celosvetovo
- naše vzorky PT vyrábame na úrovni CRM
- www.sigmaaldrich.pt

Odber a príprava vzorky

- **SPME** - mikroextrakcia tuhou fázou (vlákna, držiaky, príslušenstvo)
- **SPE** - extrakcia tuhou fázou (kolónky, sorbenty pre QuEChERS a príslušenstvo)
- **Purge & Traps** (Purge & Traps aparatura)
- **rozpúšťadlá** (Suprasolv® FID/ECD, MS, HS, Unisolv)
- systém na prípravu ultračistej vody **Milli-Q®** s koncovým filtrom VOC-Pak®
- **derivatizačné činidlá**

Odber vzoriek ovzdušia

- termálna desorpcia (adsorpčné trubičky a príslušenstvo)
- desorpcia rozpúšťadlom (adsorpčné trubičky a príslušenstvo)
- odber vzorky (pasívne a aktívne vzorkovače)

Analýza

- **kolóny** pre GC, GC/MS, Fast GC, GCxGC
- **kolóny na všeobecné použitie** (eSLB®-1ms, SLB®-5ms, SLB®-35ms, Equity®-1701, SU PELCOWAX®, Nukol™/FFAP)
- **kolóny na špeciálne aplikácie** (PAH, PCB, Dioxins, VOC, PLOT, Chiral)
- **kolóny na báze iónových kvapalín** (SLB®-IL i-Series, Watercol™)
- **náplňové kolóny**

Príslušenstvo

- linery, fittingy a septá
- spojky kolón, vialky a striekačky
- meranie prietoku
- čistenie plynov pomocou čistiacich patrón (trap)

Detekcia a kalibrácia

- **referenčné materiály a certifikované referenčné materiály (CRM)**
- základné látky a roztoky (pre takmer každú oblasť použitia)
- maticové referenčné materiály
- liekopisné štandardy a referenčné materiály z rôznych NMI
- www.sigmaaldrich.com/standards



SigmaAldrich.com/gc

Supelco®
Analytical Products