

CHEMAGAZÍN

4

ROČNÍK XXX (2020)

TÉMA VYDÁNÍ: **PEVNÉ A SYPKÉ LÁTKY**

Granulární teplota

a disperzní koeficient

Stanovení velikosti

distribuce částic pomocí DLS

Klapky a pružné spojky

pro dopravu sypkých hmot

Analýza geologických vzorků

digitálním mikroskopem

Charakterizace katalyzátorů:

od nepoužitých po vyčerpané

Ramanova mikroskopie

pro charakterizaci polymerů

Rychlé a spolehlivé

stanovení obsahu uhlíku a síry

Unikátní Ramanův

ruční spektrometr

**EVROPSKÝ STANDARD
VE VAŠÍ LABORATOŘI**

**DIGESTOŘE
MÉDIOVÉ STĚNY
LABORATORNÍ NÁBYTEK**

MERCI
laboratoř jak má být
www.merci.cz



TAKE IT EASY: ANALÝZA ČÁSTIC S PŘÍSTROJI LITESIZER A PSA



- Provádějte měření velikosti částic, zeta potenciálu, molekulové hmotnosti a indexu lomu stisknutím jednoho tlačítka
- Spolehněte se na odolný design a nejvyšší možnou přesnost
- Usmadněte si život pomocí softwaru, který vyžaduje minimální zapojení obsluhy
- Analyzujte suché a kapalně disperze pomocí jednoho nastavení

Solids & bulk handling components engineered with **technical focus from**

« START TO FINISH »

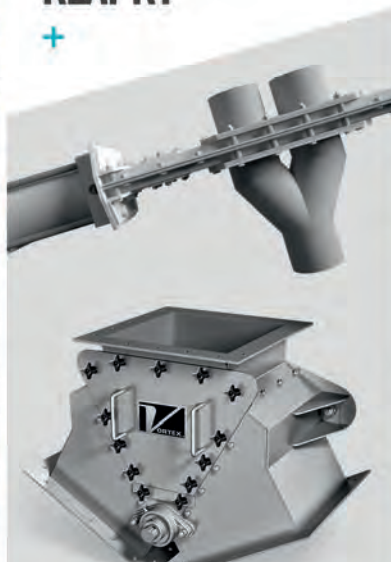
ŠOUPATA A IRISOVÉ KLAPKY

+



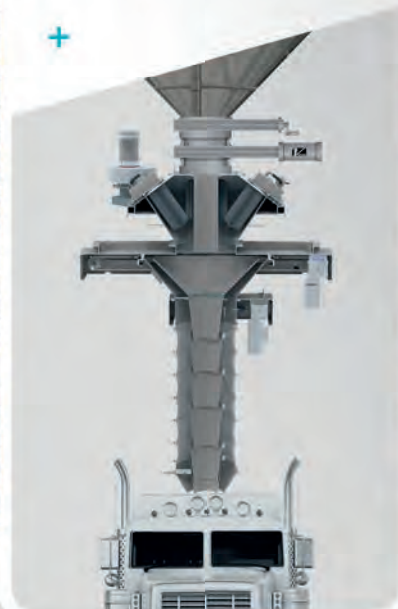
ROZDĚLOVACÍ KLAPKY

+



PLNÍCÍ HUBICE

+



· FILOZOFIE NAŠICH PRODUKTŮ ·

+ KOMPENZACE OPOTŘEBENÍ

Firma Vortex pečlivě zkoumá charakteristiky tisíců druhů sypkých hmot a jejich interakcí s konstrukčními materiály. Následně vyhodnocujeme potenciál opotřebení během operačních procesů jednotlivých klientů a navrhujeme specifické modifikace za účelem zajištění spolehlivosti, odolnosti a dlouhé životnosti u každé aplikace.

+ DLOUHÁ ŽIVOTNOST

Koncový uživatel se snadno nechá lákat zdánlivě nízkou cenou, přičemž si neuvědomí ekonomický přínos spolehlivosti a dlouhé životnosti zařízení. Firma Vortex se snaží navrhovat produkty, které životností i výkonem předčí konkurenci na trhu – a koncový uživatel tak dostane možnost plně si uvědomit výhodnost své investice.

+ SNADNÁ ÚDRŽBA

Naší prioritou je hladký a dlouhodobý provoz dodaného zařízení, neboť ve vašem světě o dlouhé odstávky nikdo nestojí. Komponenty firmy Vortex jsou navrženy k údržbě bez nutnosti demontáže z linky, což vám přinese časovou i finanční úsporu.

+ BEZPRAŠNÉ PROSTŘEDÍ

Každé pracoviště má etickou povinnost ochránit pracovníky před riziky výrobních procesů. Firma Vortex věnuje veškerou pozornost trendům v nařízeních týkajících se kvality ovzduší, prašnosti a bezpečnosti práce. Naše komponenty jsou navrženy v souladu s těmito nařízeními.

+ MINIMUM NÁHRADNÍCH DÍLŮ

Firma Vortex přistupuje ke konstrukci namáhaných součástek s jednoduchostí a za účelem jejich nejvyšší odolnosti. Tento postup také zajišťuje snadnou a časově nenáročnou údržbu, což vede k redukci inventáře náhradních dílů a ke snížení nákladů.

+ ŘEŠENÍ NA ZAKÁZKU

Firma Vortex se snaží vytvářet produkty s přidanou hodnotou pro specifické účely spíše než sériovou produkci. Díky vlastnímu týmu designérů jsme schopni nacházet řešení i pro nejnáročnější aplikace.



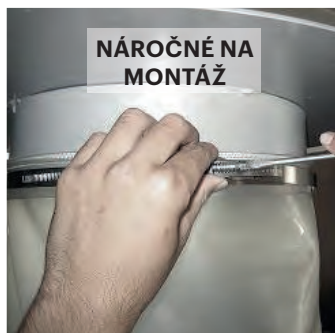
Více informací o šoupatech, rozdělovacích klapkách, irisových klapkách a plnicích hubicích naleznete na:

MILLTECH

www.miltech.cz



SPONOVÉ SYSTÉMY S TKANÝM RUKÁVEM



INTEGROVANÝ SYSTÉM BFM®



BFM® fitting je revoluční, flexibilní, pružný rukáv (konektor) a příruba (spigot).

Eliminuje problémy spojené s tradičními systémy, které využívají látku, gumové hadice a spony na pružných spojeních. Systém je vhodný do potravinářského, chemického, farmaceutického a zpracovatelského průmyslu.



- ✓ **100% utěsněný** – žádný únik materiálu a nečistoty
- ✓ **Antistatický** – umožňuje sledovat tok produktu
- ✓ **Rychlé nasazení** – výměna konektoru během několika vteřin bez použití nástrojů
- ✓ **Standardizace** – menší nároky na skladování náhradních dílů, jistota použití správného rukávu správných rozměrů



BFMfitting

MILLTECH

www.milltech.cz

CHEMAGAZÍN

Číslo 4, ročník XXX (2020)
Vol. XXX (2020), 4

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:

Cakl J., Čmelík J., Kalendová A.,
Kuráš P., Lederer J., Rotrekl M.,
Rovnaníková P., Šimánek V.

Tisk:

Triangl, a.s., Praha
Dáno do tisku 30.7.2020

Náklad: 3 500 výtisků

Distributor časopisu pro SR:

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

Uzávěrky dalších vydání:

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

6/2020 – Ochrana a kontrola ž.p.
(uzávěrka: 20.11.2020)

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

Granulární teplota a disperzní koeficient 8

BERNARD P., DITL P.

Spojitosť mezi disperzním koeficientem a granulární teplotou sypké látky.

Klapky Vortex Seal Tite – řešení pro výrobce sypkých materiálů a chemikálií 12

PRŮŠA L.

Příklad výměny čtyř rozdělovacích klapek ve společnost Tata Chemicals za klapky Vortex Seal Tite.

Charakterizace katalyzátorů: od nepoužitých po vyčerpané 16

Pomocí přístrojů Anton Paar lze získat poznatky, které přispějí k dalšímu vývoji katalyzátorů a kontrole kvality.

Když je velikost částic důležitá 24

Měření práškových materiálů pomocí granulometrů SALD fy Shimadzu.

Rychlé a spolehlivé stanovení obsahu uhlíku a síry pomocí elementární spalovací analýzy – užitečný doplněk k XRF 28

BACH L.

Díky kombinaci odporové a indukční pece jsou elementární spalovací analyzátory užitečným doplňkem k XRF analyzátorům pro široký rozsah aplikací pro stanovení C a S v organických a anorganických vzorcích.

Unikátní Ramanův ruční spektrometr Agilent Vaya 29

Ověření totožnosti vstupních surovin přímo přes papírové pytle.

Ramanova mikroskopie pro charakterizaci polymerů 32

TKÁČ J.

V článku jsou uvedeny jedinečné možnosti Ramanovy mikroskopie se zaměřením na některé akademické a průmyslové aplikace v oblasti polymerů.

Stanovení distribuce velikosti částic 34

Spolehlivé in situ měření přímo v analyzovaném vzorku, v časově rozlišených experimentech pomocí DLS analyzátoru Vasco Kin.

Kontrola leštícího procesu měřením povrchové drsnosti podle ISO 25178 / ISO 4288 40

SWOLANA P., WILERS T.

V příspěvku je použit jednoduchý leštící proces pro předvedení, jak mohou být hodnoty drsnosti určené přístrojem SRA korelovány s parametry procesu – v tomto případě s hrubostí brusného papíru.

Dekontaminace virů pomocí par peroxidu vodíku 44

KUZMA M.

Přiblížení metody využívající plyných prostředků k dekontaminaci prostor, mezi nimiž jsou páry peroxidu vodíku efektivním a bezpečným prostředkem pro eliminaci virové zátěže.

Stav chemického průmyslu ČR v roce 2019 55

SOUČEK I., ŠPAČEK M.

Článek analyzuje vývoj chemického průmyslu v zemích Evropské unie a v České republice za rok 2019.

INZERTNÍ SEZNAM

MERCI – Laboratorní nábytek	1	INTERTEC – Měřicí přístroje	31
ANTON PAAR – Analyzátory částic	2	SPECION – Ramanův spektrometr	33
MILLTECH – Syst. dopravy sypkých hmot .	3	OPTIC INSTR. – FTIR a Ramanovy	
MILLTECH – Pružné spojky	4	spektrometry a mikroskopy	37
SPECION – Analyzátor částic	15	UNI-EXPORT – Analyzátor drsnosti	41
ANAMET – Analyzátor sorpce	23	MSŠCH PRAHA – Den absolvantů	43
SHIMADZU – Granulometr	26	DDM PRAHA – Festival vědy	51
CHROMSPEC – Suchá vývěva	27	ČSCH – 72. Sjezd chemiků	62
CHROMSPEC – Mikrovlnný systém	27	CHEMAGAZÍN – Konf. pigmenty a pojiva	62
POLZ – Měření sypkých materiálů	27	METALCO TESTING – Měřicí přístroje ...	63
HPST – Ruční Ramanův spektrometr	31	MERCK – Mobilní aplikace	64

ČESKÁ VĚDA VS. COVID-19

Infekční onemocnění způsobené koronavirem SARS-CoV-2, označované zkratkou COVID-19 se rozšířilo v průběhu jara a léta do celého světa. V současnosti je evidováno prozatím přibližně šestnáct milionů nakažených osob a téměř 700 000 úmrtí. Česká republika se svými cca 15 tisíci nakaženými a necelými 400 oběti patří mezi nejméně zasažené země. Kromě vládních opatření, vyhlášení nouzového stavu a přístupu obyvatelstva k zavedeným restrikcím, se na úspěšném zvládnutí počátků krize podílela výraznou měrou i česká vědecká komunita a průmysl. Věda je investice do blízké i vzdálené budoucnosti. Pandemie ukázala, jak moc je důležité, že má Česká republika relativně rozvinutou vědecko-výzkumnou infrastrukturu. Ta je totiž naprosto klíčová proto, aby se stát mohl v kritických situacích tohoto typu bránit.

V březnu tohoto roku se v reakci na koronavirovou krizi a kritický nedostatek přístrojových a lidských kapacit na testování nového koronaviru ustanovila Iniciativa akademických pracovišť, neformální skupina laboratoří a ústavů vysokých škol a Akademie věd ČR, která nabídla své odborné a přístrojové kapacity Vládě ČR a krizovému štábu k testování na přítomnost koronavirové infekce v naší zemi. K této iniciativě se připojily laboratoře řady pracovišť vysokých škol a Akademie věd ČR: na Masarykově univerzitě – CEITEC v Brně (Středoevropský technologický institut), na Ústavu molekulární a translační medicíny při LF Univerzity Palackého a Fakultní nemocnici v Olomouci, v Regionálním centru pokročilých technologií a materiálů v Olomouci, na Parazitologickém ústavu Biologického centra AV ČR a na Přírodovědecké fakultě Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích, na Mikrobiologickém ústavu AV ČR v Třeboni, na I. LF Univerzity Karlovy v Praze, ve společném ústavu AV ČR a UK BIOCEV, v areálu ústavů Akademie věd v Krči (Ústav molekulární genetiky a Mikrobiologický ústav), na Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR a na dalších místech. S analýzami vzorků na koronavirus SARS-CoV-2 pomáhala také Univerzita Pardubice. Vědci a doktorandi Fakulty chemicko-technologické testovali v unikátních speciálně zabezpečených laboratořích desítky vzorků denně. Chemici z Univerzity Pardubice analyzovali vzorky v těsné spolupráci s Pardubickou nemocnicí a nemocnicí ve Vysokém Mýtě. Fakulta chemicko-technologická má pro tyto analýzy k dispozici laboratoře s biologickou bezpečností BLS3.

Testování na přítomnost viru byla doménou lékařských a biologických pracovišť univerzit a ústavů Akademie věd. Výzkumná pracoviště chemického zaměření ovšem nezůstala pozadu. Vědci z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR vyvinuli ve spolupráci s firmou MemBrain nový typ přístroje na podporu dýchání (oxygenerátoru). Od komerčně nabízených typů

se liší použitou separační technologií – polymerní membránou, která je schopna obohatit přiváděný vzduch na obsah 45 % kyslíku. Oxygenerátor by mohl pomoci pacientům s nemocí COVID-19. Klíčovým prvkem vyvinutého zařízení je membránový modul na bázi dutých vláken, do kterého přivádí stlačený vzduch připojeným kompresorem. Dutovláknatá membrána dokáže propouštět kyslík, který je přiveden dovnitř vláken až osmkrát rychleji než dusík, který je hlavní složkou vzduchu, a tím dochází k obohacení kyslíkem vně vláken. Zásadní výhodou je také schopnost membrány zachytit viry, bakterie či pyl a tím zajistit vysokou čistotu přiváděného obohaceného vzduchu.

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR představil unikátní stěrový set RIOCATH® k samoodběru vzorků na testování covid-19 a dalších infekcí respiračního traktu. Tento set by mohl být velmi významným nástrojem při zvládnutí nového koronaviru, ale i dalších podobných epidemií. Snížil by riziko nákazy na zdravotníky, umožnil by plošné odběry ve rozsáhlých územních celcích, celých městech nebo i třeba krajích. Představuje skutečně průlom v problematice zvládnutí nejen velmi přesně cílených, ale i velkoplošných screeningových sledování chování virové nákazy. Set vědci vyvinuli ve spolupráci se skupinou Riocath. Z této kooperace vzešel také vysoce účinný respirátor s inovativním filtrem a dvouplášťový ochranný štít DOUBLE-SHIELD z tenké vakuové tvořené fólie, určený k jednorázovému použití speciálně pro ochranu před přímým zasažením obličeje virem infikovanými kapénkami. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze (pracoviště Technopark Kralupy) se silně angažovala ve výrobě desinfekčních prostředků.

Celkové hodnocení české vědy v souvislosti s koronavirem dopadlo úspěšně, zvýšilo se tempo výzkumu a ukázalo se, že díky existující infrastruktuře dokážeme pružně zmobilizovat mimořádné kapacity vědy a výzkumu. Je také fascinující, jak rychle v krizi padaly bariéry mezi průmyslem a vědou. Dopad nynější situace na tuzemskou vědu může být ale dvojitý. Za prvé ten, že přijde ekonomická krize a nebudou peníze. Výzkum se pak „rozdělí“ na základní a aplikovaný a ten základní by na tom mohl prodělat. Za druhé se do studia koronaviru a vývoje vakcín pouští a ještě pustí mnoho lidí. Výzkumných návrhů vznikne hodně a bude důležité zaměřit se na základní výzkum. A jak to bude v budoucnu s penězi, aspoň pro českou vědu?

Mimořádné zasedání Rady pro výzkum, vývoj a inovace projednalo před několika dny (24.7.2020) Návrh výdajů státního rozpočtu ČR na výzkum, experimentální vývoj a inovace na rok 2021 s výhledem na léta 2022–2023 a dlouhodobým výhledem až do roku 2027.

Dojde k navýšení oproti výhledu o více než 700 milionů korun. Zároveň se naplňuje memorandum, které garantuje nárůst prostředků na vědu a výzkum pro vysoké školy i Akademii věd ČR.

V době, kdy došlo v důsledku pandemického stavu k posunu harmonogramu tvorby rozpočtu a kdy byl před několika dny potvrzen státní rozpočet na rok letošní, vláda začíná dojednávat rozpočet na rok 2021. Vládní Rada pro výzkum, vývoj a inovace schválila pro jednání vlády výchozí Návrh výdajů na vědu a výzkum s výhledy do roku 2023 v celkových objemech výdajů pro rok 2021 38,2 miliard korun, 2022 (39,5 miliardy), 2023 (39,5 miliardy).

Stávající návrh rozpočtu na rok 2021 je o 1,96 miliardy vyšší než rozpočet roku 2020, a navíc o 743 milionů vyšší než schválený střednědobý výhled na rok 2021, který činil 37,5 miliardy. Výdaje střednědobého výhledu na rok 2022 jsou vyšší o 1,49 miliardy než vládou schválený střednědobý výhled na rok 2022. Výše střednědobého výhledu na rok 2023 je o 47 milionů vyšší než navrhovaná výše na rok 2022.

Oproti předchozímu návrhu z dubna letošního roku došlo současně k navýšení celkových výdajů Ministerstva práce a sociálních věcí na období 2021–2023 o 11,1 milionu ročně. Tyto prostředky jsou určeny na nové výzkumné potřeby, které vyvstaly v souvislosti s koronavirovou krizí. Návrh rozpočtu nyní směřuje do zkráceného mezirezortního připomínkového řízení.

Rada vlády pověřila svého místopředsedu a vicepremiéra Karla Havlíčka vyjednáváním o dalším mimořádném navýšení rozpočtu řádově až do výše 45 miliard – prostředky by měly směřovat k financování projektů, které se zaměří na problémy globálního charakteru, zejména v oblasti zdravotnictví. Až tři miliardy korun z plánovaného dalšího navýšení by měly směřovat do zdravotního výzkumu a zdravotní vědy. Nejde přitom jen o oblast spojenou s řešením problematiky COVID-19. Navýšené prostředky budou z části směřovat na jeden až dva robustní, centralizované a multioborové projekty zaměřené na oblast zdravotnictví a biomedicíny s dobou řešení zpravidla sedm let. Z části také na projekty základního i aplikovaného výzkumu menšího rozsahu, jež budou financovány a řešeny v gesci relevantních poskytovatelů. Při formulování projektů zaměřených na výzkum směřující k posílení odolnosti společnosti vůči aktuálním hrozbám, včetně těch, které se týkají lidského zdraví, je nutno ale klást důraz na jejich komplexnost a mezioborové souvislosti.

Petr ANTOŠ,
šéfredaktor,

petr.antos@chemagazin.cz

KOMPAKTNÍ MÍCHACÍ A DISPERGAČNÍ ZAŘÍZENÍ XPP

Kompaktní míchací a dispergační zařízení XPP od firmy **IKA** je ideální pro homogenní plnění velkého množství práškových pevných látek a tekutých přísad do kapalné fáze. S tímto výkonným míchacím zařízením lze provádět všechny základní operace technologie míchání a dispergování. To se provádí efektivně a ekonomicky s krátkými časy jednotlivých šarží. Díky kompaktnímu designu a nízké výšce vyžaduje XPP málo místa.

Obr.: Kompaktní míchací a dispergační zařízení XPP



Srdcem kompaktního míchacího zařízení je multifunkční inline míchací stroj CMX. V případě potřeby může CMX dosáhnout velmi vysokých střížných sil, např. pro emulze, a disperguje přidaná aditiva homogenně a bez aglomerátů. Kromě toho také funguje jako čerpadlo pro vypouštění nebo pro volitelné čištění CIP. Kompaktní míchací zařízení XPP je tedy velmi vhodné pro výrobu vysoce viskózních produktů, jako jsou opalovací krémy, lepidla nebo fasádní nátěry bez dalších agregátů.

Obecně lze XPP použít v potravinářském, chemickém, farmaceutickém, kosmetickém a elektronickém průmyslu, zejména pokud je požadována multifunkčnost a konečný produkt charakterizuje velké množství pevných látek a zvýšená viskozita, je kompaktní míchací zařízení XPP tou pravou volbou.

XPP má vynikající dispergační výkon i při vysoce viskózních přípravcích do cca 10 000 mPa.s díky integrovanému míchacímu stroji CMX. Multifunkčnost CMX je ideální pro přidávání aditiv bez aglomerátů, míchání-emulgování a vypouštění. Velké kotlové míchadlo s pohyblivými škrabkami se pohybuje a homogenizuje celý objem produktu a zajišťuje optimální přenos tepla mezi produktem a stěnou nádoby. Cirkulace produktu v cirkulačním potrubí může být nastavena pomocí polohy ventilu (mini- nebo maxi, CIP, transfer nebo vypouštění).

Výrobce nabízí konstrukce a možnosti specifické pro zákazníka, jako jsou systémy pro přivádění pevných látek, regulace teploty, odplyňování, připojení dalších nádob, specifická míchadla, konstrukce kompatibilní s ATEX a nebo GMP.

» www.ikaprocess.com

JAK EFEKTIVNĚ ZPRACOVAT PRÁŠKY

Mnoho farmaceutických výrobků je ve formě prášků, nebo je vyrobeno z práškových látek, a nejdůležitější věc pro zpracovatele je kvalita. Ta musí být nejen správná, ale výsledky musí být také spolehlivě reprodukovatelné a musí být podřízeny požadavkům výrobního řetězce.

Pro výrobní společnosti z farmaceutického a chemického průmyslu je často důležité, aby v jednom závodě bylo možno vyrábět šarže různých velikostí. To znamená, že systém musí mít různé konfigurace a musí být velmi dobře čistitelný. Farmaceutické čisticí procesy (CIP, WIP, SIP) jsou v průmyslu nejnáročnější.

Hlavním problémem jsou mísiče. To je místo, kde konvenční technologie rychle dosáhne svých limitů. Rozpouštědla nebo tradiční míchadla nemohou dosáhnout konzistentního smáčení práškových plniv bez vytváření aglomerátů nebo vzduchových kapes.

Řešením je systém, který dosahuje úplného smáčení a optimální dispergace práškových částic v kapalném i viskózním prostředí. Conti-TDS od **Ystral** to umí. Používá se při výrobě všech suspenzí na bázi rozpouštědel a vodných povlaků. Prášek se přidává pomocí sací hadice z pytlů nebo přímo z nádob. Prášek přichází do styku pouze s kapalinou v dispergační zóně. Dispergace se provádí působením masivních střížných sil a působením vakua.

Obr.: Mísič Conti-TDS



Conti-TDS generuje svůj sací účinek přímo v kapalině. To znamená, že je zcela zabráněno kontaktu obsluhy s materiálem. Po přidání prášku je vstup uzavřen. Conti-TDS pak může být použit jako inline dispergační stroj nebo pro další odplynění. Může být instalován na stávajících zásobnících i v kompletních linkách.

S Conti-TDS je možné vyrábět disperze a emulze s velikostí částic nebo kapek v rozsahu nanometrů. Protože nedochází k tvorbě aglomerátů, je dosaženo vyšší kvality produktu. Kromě toho dochází ke smáčení a dispergaci při výrazně nižších teplotách než u konvenčních technologií. To je často výhodné pro následné kroky výrobního procesu.

Suspenze vyrobené s Conti-TDS mají v důsledku toho o 90 procent vyšší stabilitu při skladování. Díky tomu je proces potahování tablet možný už několik hodin po výrobě, a to i bez samostatného míchadla v zásobní nádrži. Spotřeba energie je téměř o dvě třetiny nižší než při použití běžné technologie a s vyšší kvalitou. Lepší manipulace ve srovnání s konvenční technologií je dalším bonusem.

» www.ystral.de

TERMOGRAVIMETRICKÝ ANALYZÁTOR VYUŽÍVAJÍCÍ TECHNOLOGII VAH S MAGNETICKOU SPOJKOU

Řada procesů probíhá převážně za vysokých teplot, například pyrolýza, katalýza nebo zplyňování biomasy. Z toho důvodu je pro vědce velmi zajímavé přesné měření hmotnosti vzorků materiálů za takovýchto podmínek. Pro tento účel nabízí firma Rubolab vysoce přesný měřicí přístroj pro provádění termogravimetrických analýz (TGA), který je založen na technologii vah s magnetickým závěsem.

Přístroj RuboSORP TGA společnosti **RUBOLAB** využívá technologii vah s magnetickým závěsem MSB Magnetic Suspension Balance). Tato technologie umožňuje určovat hmotnost s vysokým rozlišením i za vysokých tlaků a teplot díky použití vysoce odolných měřicích komor a bezkontaktního magnetického závěsu. Vysoce přesné váhy jsou umístěny mimo komoru. Při měření je vzorek, jehož hmotnost je měřena, je zavěšen pod permanentní magnet. Poloha magnetu je sledována a řízena výkonným PID regulátorem. Aby bylo možné nastavit volně levitující pozici permanentního magnetu a měřeného objektu, je regulováno napětí přiložené na elektromagnet, který je mimo měřicí celu. To umožňuje měřit hmotnost vzorku bezkontaktně za extrémních podmínek. Po odpojení vzorku je možné vytáhnout nebo zkaližovat signál z měřicího čidla. Při odpojení vzorku zůstane v levitační poloze (nulová pozice) pouze permanentní magnet. Tárování v nulové pozici zaručuje stabilní dlouhodobé měření s kompenzací driftu. Když je zvolen měřicí bod, měřený objekt je zvednut a mikrováhy detekují odpovídající hmotnost.

Obr.: RuboSORP TGA



Systémy RuboSORP TGA jsou k dispozici v 8 různých verzích, které mohou používat různé tlakové a teplotní rozsahy. Všechny jsou vybaveny vážicími moduly s přesností 10 µg. Na vyžádání je možné zvýšit rozlišení na 1 µg. Standardní kelímek na vzorek je možné naplnit maximálně 20 g vzorku. K dispozici jsou též kelímky umožňující nucené profukování měřeného vzorku.

Kromě standardních modelů je firma Rubolab schopna dodat i zákaznická řešení.

» www.rubolab.de/rubosorp-tga-en

GRANULÁRNÍ TEPLOTA A DISPERZNÍ KOEFICIENT

BERNARD P.¹, DITL P.²

1 Precheza a.s., Přerov, pavel.bernard@precheza.cz

2 České vysoké učení v Praze, Fakulta strojní, pavel.ditl@fs.cvut.cz

V článku [1] je uveden generalizovaný výpočet koeficientu axiální disperze sypké látky během průchodu v rotační peci. Disperzní koeficient slouží k výpočtu distribuce dob prodlení této látky v rotační peci. V tomto článku je uvedena spojitost mezi disperzním koeficientem a granulární teplotou sypké látky. Tu je možno měřit pomocí vysokorychlostní kamery. Příspěvek prokazuje, že disperzní koeficient lze vyhodnotit z měření pohybu částic vysokorychlostní kamerou. Tedy, že lze na základě změřené granulární teploty poměrně jednoduše stanovit hodnotu disperzního koeficientu.

V následující teoretické části je uvedena souvislost koeficientu axiální disperze a flukтуаční rychlosti částic sypké látky. Je navržen výpočet flukтуаční rychlosti. V dalším odstavci je popsáno měření flukтуаční rychlosti částic nalezeného v literatuře a porovnání tohoto měření s navrženým výpočtem výpočtem.

Generalizovaný výpočet koeficientu axiální disperze a flukтуаční rychlost částic

V článku [1] je uveden následující výpočet koeficientu axiální disperze sypké hmoty v rotující trubce:

$$D_{AX} = K \left(\frac{d_p}{d_{pj}} \right)^{0,2} L_{c,50}^2 N \frac{360}{\theta_{50}}, \quad (1)$$

kde D_{AX} je disperzní koeficient v m^2/s , K je bezrozměrná konstanta závislá na velikosti částic, $K = 0,000498$, d_p je průměr částic v m, d_{pj} je referenční průměr částic, $d_{pj} = 0,001$ m, $L_{c,50}$ je tloušťka vrstvy sypké látky o střední délce v m, N jsou otáčky trubky v s^{-1} a θ je střední úhel zaplnění pece ve stupních.

Tato empirická závislost obsahuje závislost D_{AX} pouze na velikosti částic sypké hmoty a platí pro monodisperzní sypkou látku v peci nacházející se v režimu sesouvání (slumping) [1].

Čas $360N$ ve vztahu (1) je střední doba mezi jednotlivými skluzy sypké látky. Pokud místo této střední doby dosadíme do vztahu (1) střední dobu skluzu sypké látky t_{50} v s, dostaneme disperzní koeficient D_{AX} disperze během skluzu sypké látky:

$$D_{AX} = K \left(\frac{d_p}{d_{pj}} \right)^{0,2} L_{c,50}^2 / t_{50}. \quad (2)$$

Pokud za $L_{c,50}/t_{50}$ dosadíme střední rychlost skluzu v_{50} v m/s vypočtenou dle [2], změní se vztah (2) na:

$$D_{AX} = K \left(\frac{d_p}{d_{pj}} \right)^{0,2} L_{c,50} v_{50}. \quad (3)$$

Tento disperzní koeficient platí pro skluz. Je číselně jiný než v rovnici (1). Pokud ho ale použije k výpočtu Pecletova kritéria

$$Pe = \frac{D_{AX}}{v_s L_{c,50}} \quad (4)$$

dostaneme stejný výsledek jako v případě D_{AX} z rovnice (1):

$$Pe = \frac{D_{AX}}{L_{c,50}^2 N \frac{360}{\theta_{50}}} \quad (5)$$

$$\text{V obou případech } Pe = K \left(\frac{d_p}{d_{pj}} \right)^{0,2}. \quad (6)$$

V článku [3] je uveden výpočet disperzního koeficientu, který vychází ze změřeného rozptylu indikátoru po určité době otáčení trubky se sypkou látkou:

$$D_{AX} = \frac{\sigma_{AX}^2}{2\Delta t}, \quad (7)$$

kde σ_{AX} je standardní odchylka posunu v axiálním směru v m a Δt je časový interval v s.

Pokud bude časový interval Δt roven t_{50} , pak ze vztahu (3), (7) a (8) plyne:

$$\sigma_{AX} = \sqrt{2K \left(\frac{d_p}{d_{pj}} \right)^{0,2} L_{c,50}} = \sqrt{2Pe} L_{c,50} \quad (8)$$

Flukтуаční rychlost částic během skluzu pak bude:

$$z_f = \frac{\sigma_{AX}}{t_{50}} = \sqrt{2Pe} \frac{L_{c,50}}{t_{50}} = \sqrt{2Pe} v_{50}. \quad (9)$$

Granulární teplota

Granulární teplota bývá počítána ze všech tří složek flukтуаční rychlosti:

$$T = 1/3 (u_f^2 + v_f^2 + z_f^2). \quad (10a)$$

V článku [4] jsou uvedeny výsledky měření rychlosti skluzu sypké látky v nakloněném žlabu. Výsledkem jsou profily střední a flukтуаční rychlosti v závislosti na poloze ve výšce vrstvy sypkého materiálu ve žlabu. Z flukтуаčních rychlostí byla vypočtena granulární teplota T ve směru toku sypké látky a ve směru výšky žlabu, kolmo na směr klouzání. Rychlost ve směru šířky žlabu nebyla kvůli uspořádání měření zjištěna. Granulární teplota byla tedy v [4] vypočtena pouze z flukтуаčních rychlostí u_f a v_f :

$$T = 1/2 (u_f^2 + v_f^2). \quad (10b)$$

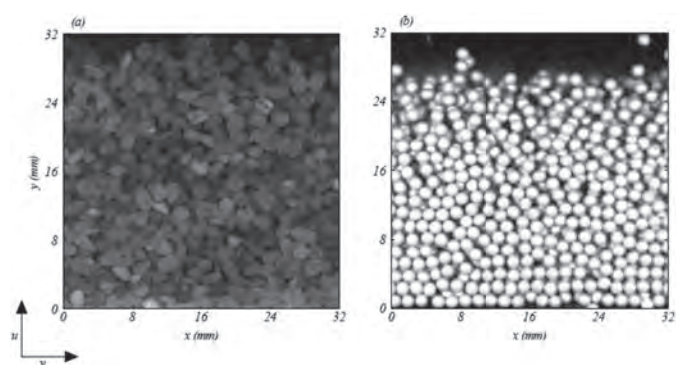
Měření byla uskutečněno se dvěma sypkými látkami:

- písku o velikosti částic 0,0014 až 0,0017 m; statický úhel tření písku byl 34,5°;
- keramických korálků o velikosti částic 0,0014 až 0,0016 m; statický úhel tření korálků byl 24°.

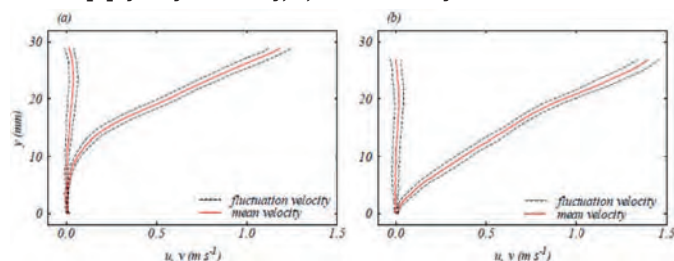
Šířka žlabu byla 0,1 m. Celková výška sypké látky ve žlabu v místě měření byla 0,3 m. Rychlosti sypké látky byly měřeny pomocí vysokorychlostní kamery.

Fotografie testovaných klouzajících sypkých látek jsou uvedeny na obrázcích 1a) a 1b). Výsledky měření rychlostí jsou znázorněny na obrázcích 2a) a 2b). Z grafů na obrázcích je zřejmé, že hodnoty flukтуаční rychlosti v obou směrech byla pro danou výškovou polohu ve vrstvě přibližně stejná.

Obr. 1: a) Písek a 1b): Keramické korálky. Převzato z [4]. x - směr klouzání sypkých látek, y - kolmý směr na směr klouzání - ve směru hloubky vrstvy.



Obrázek 2a) Písek a 2b): Střední a flukтуаční profily rychlostí. Převzato z [4]. y – výška vrstvy, u , v – měřené rychlosti.



Tab. 1a: Rychlost skluzu v jednotlivých výškách vrstvy písku

Výška nade dnem žlabu [m]	Rychlost skluzu [m/s]
0,275	1,05
0,225	0,75
0,175	0,43
0,125	0,16
0,075	0,07
0,025	0,005

Tab. 1b: Rychlost skluzu v jednotlivých výškách vrstvy korálků

Výška nade dnem žlabu [m]	Rychlost skluzu [m/s]
0,225	1,20
0,175	0,75
0,125	0,50
0,075	0,25
0,025	0,05

Odečtené hodnoty rychlosti skluzu v různých výškách vrstvy sypké látky jsou uvedeny v tabulkách 1a) a 1b).

Závislosti rychlosti klouzající sypké hmoty na výšce nade dnem žlabu byla pro oba materiály aproximována mocninovými funkcemi:

$$v_a = 19,81 y^{2,236}, \quad (11)$$

$$v_b = 9,6 y^{1,422}. \quad (12)$$

Integrací těchto funkcí podle výšky na dnem žlabu y a vynásobením šířkou kanálu (0,1 m) byly získány vztahy mezi výškou vrstvy a objemovým průtokem sypkých látek. Na dně žlabu je průtok nulový.

$$\dot{V}_a = 19,81/3,236 y^{3,236} 0,1 = 0,612 y^{3,236} [\text{m}^3/\text{s}], \quad (13)$$

$$\dot{V}_b = 9,6/2,422 y^{2,422} 0,1 = 0,396 y^{2,422} [\text{m}^3/\text{s}]. \quad (14)$$

Z těchto vztahů byly určeny výšky ve vrstvách pro $\dot{V}_a$ a pro $\dot{V}_b$. Celkové průtoky byly počítány pro $y_{\max} = 0,3$ m. Z určených výšek ve vrstvách byly dosazením do vztahů (11) a (12) vypočteny střední rychlosti skluzu, při kterých polovina množství protékající látky má rychlost menší než střední rychlost skluzu a polovina větší než střední rychlost.

Po dosazení těchto středních rychlostí skluzu do vztahu (9) dostaneme flukтуаční rychlost částic bočním směrem na směr skluzu během skluzu sypké látky.

Pro písek vychází tato flukтуаční rychlost 0,027 m/s a pro korálky 0,038 m/s.

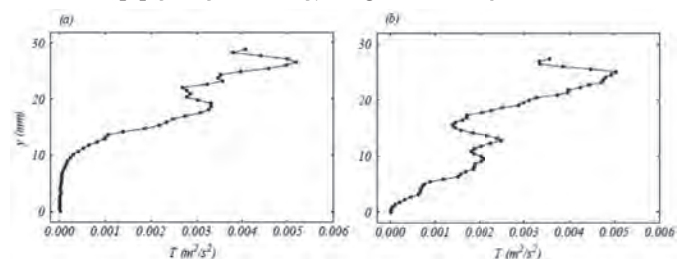
Předpokládáme, že flukтуаční rychlost je přibližně stejná ve všech směrech. Odmocnina z granulární teploty T je pak flukтуаční rychlost v každém směru. Ve směru toku, v kolmém směru na směr toku vzhůru a kolmo na směr toku bočně.

Na obrázku 3a) a 3b) jsou uvedeny profily granulární teploty. Z těchto obrázků byly odečteny hodnoty granulární teploty a odpovídající hodnoty flukтуаční rychlosti v různých výškách vrstev sypké látky. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 2a a 2b.

Z proteklého množství sypké látky a flukтуаční rychlosti v jednotlivých výškách vrstvy byly vypočteny vážené průměry flukтуаční rychlosti pro obě sypké látky.

Pro písek vychází tato flukтуаční rychlost 0,023 m/s a pro korálky 0,038 m/s.

Obr.: 3a) Písek a 3b) Keramické korálky: Profily granulární teploty. Převzato z [4]. y – výška vrstvy, T – granulární teplota



Tab. 2a: Granulární teplota a flukтуаční rychlost v jednotlivých výškách vrstvy písku

Výška nade dnem žlabu [m]	Granulární teplota [m²/s²]	Flukтуаční rychlost [m/s]
0,275	0,004	0,063
0,225	0,0035	0,059
0,175	0,0025	0,050
0,125	0,0011	0,033
0,075	0,0001	0,010
0,025	0,0000	0,000

Tab. 2b: Granulární teplota a flukтуаční rychlost v jednotlivých výškách vrstvy korálků

Výška nade dnem žlabu [m]	Granulární teplota [m²/s²]	Flukтуаční rychlost [m/s]
0,275	0,0035	0,059
0,225	0,00415	0,064
0,175	0,0017	0,041
0,125	0,0021	0,046
0,075	0,0018	0,042
0,025	0,0003	0,017

Závěr

Porovnáním flukтуаčních rychlostí měřených sypkých látek stanovených z hodnot disperzního koeficientu, vypočteného dle rovnice (1) a flukтуаčních rychlostí získaných přímo z měření vysokorychlostní kamerou, je vidět dobrá shoda. Flukтуаční rychlosti jsou zřejmě přibližně stejné ve všech směrech klouzající sypké látky. V případě korálků, které mají lepší tokové vlastnosti v důsledku nižšího statického úhlu tření, než má písek, vychází flukтуаční rychlost na základě disperzního koeficientu dle (1) stejně jako měřené flukтуаční rychlosti. Z uvedeného vyplývá, že axiální disperzní koeficient konkrétní sypké látky v rotující trubce (peci), lze stanovit z měření flukтуаčních rychlostí pomocí vysokorychlostní kamery sesypem sypké látky v modelovém žlabu. Uvedené výpočtové vztahy byly ověřeny pro monodisperzní sypkou látku v rozsahu rychlostí skluzu daném provedenými experimenty.

Navržená metoda může zjednodušit postup, který doporučili Savage a Hsiao a Hunt viz [5]. Dle nich je disperzní koeficient počítán z granulární teploty, objemové koncentrace pevné fáze, párové distribuční funkcí (z kolizní teorie), velikosti částic a koeficientu restituace částic (závisí na relativních rychlostech před a po kolizi částic). Jedná se o poměrně složitý výpočet disperzního koeficientu.

Na základě dalších měření rychlostí skluzu sypkých látek je možno zpřesnit uvedené výpočty disperzního koeficientu stanovením závislosti konstanty K , která figuruje ve výpočtu koeficientu axiální disperze ve vztahu (1) na statickém úhlu tření sypké látky, či určit závislost granulární teploty na výškovém umístění ve vrstvách sypké látky během skluzu.

Literatura

- [1] BERNARD, P., DITL, P. Generalizace pohybu částic v rotační peci. Chemagazín, 2019, 29(4), s. 36–37, ISSN 1210-7409, [vid. 26. července 2020]. Dostupné z: http://www.chemagazin.cz/userdata/chemagazin_2010/file/PDF_full/Chemagazin_4-2019.pdf

Dokončení na další str.

- [2] BERNARD, P., DITL, P., FOŘT, I. Rychlost skluzu sypké látky v rotační peci. Chemagazín, 2016, 27(4), s. 28–29, ISSN 1210-7409, [vid. 26. července 2020]. Dostupné z: http://www.chemagazin.cz/userdata/chemagazin_2010/file/PDF_full/CHEMAGAZIN_4-2016.pdf
- [3] SHERRITT, R.G., CHAOUKI, J., MEHROTRA, A.K., BEHIE, L. A. Axial dispersion in the three-dimensional mixing of particles in a rotating drum reactor. Chemical Engineering Science, 2003, 58(2), s. 401–415, [vid. 26. července 2020]. Uvedeno v: http://www.researchgate.net/profile/Anil_Mehrotra/publication/228786951_Axial_dispersion_in_the_three-dimensional_mixing_of_particles_in_a_rotating_drum_reactor/links/0c9605243323c4ddb000000.pdf
- [4] GOLLIN, D., BOWMAN, E. Granular temperature measurements of uniform granular flows. 2015, [vid. 26. července 2020]. Uvedeno v: <http://eprints.whiterose.ac.uk/100785/1/Gollin%20%26%20Bowman%20%26%20Shepley%20%282015%29%20Granular%20temperature%20of%20uniform%20granular%20flows.pdf>
- [5] BOATENG, A. A. Rotary Kilns, Transport Phenomena and Transport Processes. Oxford: Elsevier Inc., 2008, s. 347, ISBN: 978-0-7506-7877-3.

Abstract

GRANULAR TEMPERATURE AND DISPERSION COEFFICIENT

Summary: Article [1] presents a generalized calculation of the coefficient of axial dispersion of bulk material during the passage in a rotary kiln. The dispersion coefficient is used to calculate the distribution of the residence times of this substance in the rotary kiln. This article describes the relationship between the dispersion coefficient and the granular temperature of the bulk material. This can be measured using a high-speed camera. The paper proves that the dispersion coefficient can be evaluated from the measurement of particle motion by a high-speed camera. That is, the value of the dispersion coefficient can be determined relatively easily on the basis of the measured granular temperature.

Key words: Rotary kiln, granular temperature, dispersion coefficient, particulate materials, Peclet number.

CIRKULÁRNÍ EKONOMIKA

NOVÁ ČESKÁ TECHNOLOGIE ERVO POMŮŽE S NEJVÁŽNĚJŠÍM GLOBÁLNÍM PROBLÉMEM LIDSTVA – HROMADĚNÍ ODPADU

Skládkování, třídění a recyklace odpadů jsou v našich končinách již zažitá pojmy, ale surovinová recyklace odpadu je teprve v plenkách. Skládá se a třídí se sice hodně, ale recykluje stále málo. Patentovanou revoluční technologii ERVO, která zvládá recyklovat odpadové suroviny (plasty, běžný různý komunální odpad, pneumatiky, čistírenské kaly a další) na průmyslově využitelné produkty, ze kterých byly například kelímky nebo plastové sáčky původně vyrobeny, představil a ukázal na konci června v Mostě vlastník patentu – skupina LOGeco.

Technologie ERVO je ve světě nová, ojedinělá a naprosto unikátní. Jako jediná umí zpracovat téměř všechny druhy odpadu (například i netříděný komunální odpad) a přetváří je na surovinu pro další použití. Technologie zpracovává všechny druhy odpadních surovin. Recykluje plasty, komunální odpad, pneumatiky, čistírenské kaly i další druhy odpadů, z nichž na konci chemického procesu (přetvoření) vznikají nové znovu užitečné suroviny, vhodné pro další využití například v chemii, potravinářství, zdravotnictví, zemědělství. Pevné části vzniklé přetvořením z odpadu obsahující velké množství uhlíku, který je dále používán na výrobu paliva, nebo hnojiva. V místech, kde třeba zápasí s nedostatkem elektrické energie, lze z finálních surovin vyrábět elektřinu. Všechny přednosti technologie ERVO představili ředitel společnosti Miroslav Šilhan a vedoucí výzkumného týmu Michal Halko.

Společnost LOGeco přichází s touto technologií v období, kdy se hledá způsob, jak zbavit planetu Zemi od zamoření odpadky všeho druhu. Každou minutu se na světě prodá milion

Obr.: Jednotka na zpracování všech druhů odpadů na suroviny – ERVO



plastových lahví a podle odhadů by toto číslo mělo v roce 2021 vzrůst o další pětinu. Každý rok skončí ve světových mořích a oceánech nebo řekách osm milionů tun plastu, kde ohrožuje mořské ekosystémy a zamořuje trávicí soustavy mořských živočichů. Obyvatelé EU například ročně vyprodukují 2,5 miliardy tun odpadů. Technologie jako ERVO jde naproti připravované evropské legislativě, která chce do konce roku 2025 zvýšit využití surovin z odpadů na 55 % a do konce roku 2035 na 65 %. Po roce 2030 by na skládkách měly skončit jen ty odpady, které nejdou dále surovinově a energeticky využít.

Přednosti technologie ERVO

Unikátnost a ojedinělost technologie vyplývá nejen z komplexní chemické recyklace odpadních surovin, kdy na konci výrobního procesu vzniká tekutá olejovitá frakce, syntetický plyn a uhlík. Jednoduše řečeno, takřka veškerý odpad se nasype do technologie, která z něj vyrobí suroviny pro další výrobu, a to bez úniku škodlivých látek do ovzduší a nevytváří žádný nebezpečný odpad. K dalším přednostem patří její bezemisní provoz, je to nespálovací metoda zpracování odpadních surovin s možností nepřetržitého provozu. Technologie

je patentovaná a odpovídá koncepci cirkulární ekonomiky, která odkloní komunální odpad od skládkování, pracuje s vysokou výtěžností koncových produktů, je nenáročná na obsluhu i na prostor a je ekonomicky efektivní.

„Jedná se o technologii, která určitě změní svět. Neřeší totiž jen aktuální potřebu zlikvidovat odpad recyklací a získat z něj potřebnou surovinu, ale je i společenskou nutností, protože hromadí se odpady jsou ekologickým a společenským problémem na celém světě,“ řekl před novináři Miroslav Šilhan. Co je důležité – všechny vyrobené suroviny se dají průmyslově využít, tedy nevznikají již žádné odpady. S plynem se mj. ohřívá reaktor, uvnitř kterého v hermeticky uzavřeném prostoru bez přístupu vzduchu dochází ke zmíněnému chemickému zpracování odpadních surovin.

Na vývoji technologie se podílelo přes dvě desítky českých vědců

Tato technologie byla v uplynulých osmi letech vyvinuta v České republice a největší podíl na tom mají čeští specialisté a s expanzí do zahraničí doplňujeme tým i o zahraniční odborníky. Při vývoji se rovněž čerpal z řady publikovaných zkušeností mezinárodních vědeckých kapacit na celém světě. Ve spolupráci s výzkumníky tým odborníků ve skupině LOGeco pod vedením Michala Halka pokračuje.

„Místo první instalace jednotky ERVO nebylo vybráno náhodou. Coby kamenem dohodil máme v Litvínově výzkumné a vzdělávací centrum UniCRE, se kterým konzultujeme naše postupy, radíme se se specialisty a děláme analýzy našich produktů,“ objasnil Michal Halko.

Některé postupy pracovníci týmu konzultují i s dalšími odborníky nebo výzkumnými pracovišti, například s Ústavem plynů a pevných paliv a ochrany ovzduší VŠCHT Praha, připravuje se například spolupráce s Výzkumným ústavem hutnictví a železa v Třinci. Prostřednictvím členství jednoho z partnerů skupiny LOGeco v České technické platformě Plasty při Svazu chemického průmyslu ČR se pro výzkumnou činnost otevírají další a další možnosti konzultací a spolupráce s dalšími předními pracovišti zabývajícími se problematikou zpracování plastů. Pro cenné rady pracovníci výzkumného týmu LOGeco

vyjíždějí i za dalšími výzkumnými kapacitami v petrochemickém oboru, připravuje se rovněž spolupráce s Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích.

Technologie pro města a regiony, ale i pro firmy

Jednotka ERVO je určena především pro obce a města, regiony, pro investory, pro provozovatele skládek odpadů nebo malé a střední firmy. Umí zpracovat i netříděný odpad.

„Jedná se o lokální řešení s odpadem pro města a regiony nebo malé a střední firmy, kterým nabízíme řešení přímo na míru danému regionu podle požadované zpracovatelské kapacity a typu odpadu,“ doplnil Miroslav Šilhan. Změny v odpadovém zákoně, který se v ČR připravuje, sníží po roce 2030 skládkování odpadů jen na 10 %, a to jen těch, které již nebudou jak mechanicky, tak surovinově dále využitelné.

„Dneska u nás končí na skládkách kolem 70 % odpadu. Jejich surovinová hodnota bohužel zůstává nevyužita,“ připomněl v této souvislosti Michal Halko a dodal: „Surovinovou recyklací je u nás například ročně zpracováno přibližně jen 0,8 % plastů! A to je žalostné málo na to, že ČR patří z pohledu recyklace v Evropě ke státům, které udávají směr.“

Proč důraz na surovinovou recyklaci?

Tím, že technologie ERVO vytěženou surovinu z odpadu předá k průmyslovému využití, se její význam posunuje do oblasti tzv. oběhového hospodářství (cirkulární ekonomiky), efektivního využití obnovitelných zdrojů. Minimalizuje se odpad, využívá se surovina z odpadu a šetří se fosilní zdroje, v tomto případě ropa. Například tímto způsobem zpracované plasty z jednoho (žlutého) kontejneru mohou uspořít až 30 litrů ropy. Podle záměru EU v oblasti cirkulární ekonomiky by po roce 2025 měla být více než polovina odpadu recyklována. Neznamená to jen redukci odpadu, ale i zajištění dostatku surovin pro Evropu, snížení emisí skleníkových plynů, tvorbu pracovních míst, vrácení recyklovaných materiálů zpět do oběhu, ale především zlepšení životního prostředí a snížení skládkování.

„Naším zájmem je podpořit nejnovější vysoce inovativní technologie, jakými chemická recyklace je. V rámci pyramidy nakládání s odpady je považována za vyšší a preferovanější úroveň, a i z hlediska životního prostředí si tyto technologie zaslouží podporu. S její pomocí dokážeme významnou měrou přispět k výrazně lepšímu plnění recyklačních cílů a řešení problémů recyklace v těch případech, kdy tzv. „mechanická recyklace“ naráží na své technické či ekonomické limity,“ uvedl v rozhovoru pro magazín prumyslovaekologie.cz Jaroslav Suchý ze Svazu chemického průmyslu ČR.

Výroba a zprovoznění jednotky ERVO do čtyř měsíců pro nové klienty v ČR i ve světě

Tyto a řadu dalších informací se dozvěděli novináři při představení unikátní technologie na recyklaci odpadních surovin v Mostě. Telegraficky připomeňme, že jednotka ERVO zpracuje za 24 hodin 7–15 tun odpadu (podle druhu), náklady na pořízení se pohybují v desítkách milionů korun, firma LOGeco ji dokáže vyrobit, instalovat u klienta a zprovoznit do 4 měsíců.

Prodáno již je několik jednotek i v zahraničí. Výroba hlavních součástí probíhá u několika renomovaných výrobců v ČR a SR, kompletovala je pak z dalších dílů pocházejících z EU. S vyšší poptávkou se již pracuje na kontejnerových řešeních pro snadnost přepravy, ale i pro možnost převozu na různá místa u nového provozovatele jednotky ERVO. Její životnost se pohybuje kolem 30 let, s výměnou nejvíce namáhaných součástí se počítá po deseti letech provozu. Od uvedení do provozu je společnost LOGeco prostřednictvím svých servisních týmů v kontaktu s provozovatelem a řeší spolu všechny události, které při nepřetržitém provozu mohou vzniknout. Pro případ instalace jednotek na vzdálenějších místech v zahraničí bude sloužit ke komunikaci s obsluhou tzv. vzdálený přístup pomocí elektronického připojení a kamer.

Renata GURELLOVÁ, LOGeco,
www.ecolog.space

NOVÁ METODA BASF UMOŽNÍ RECYKLOVAT MATRACE

Společnost BASF vyvinula proces chemické recyklace použitých matrací, které díky němu poslouží jako materiál pro výrobu nových. Metoda se nyní testuje v závodě v německém Schwarzeide.

„Jedná se o další krok, jímž BASF přispívá k posílení cirkulární ekonomiky. Matrace, které by jinak skončily na skládce nebo ve spalovně, dostávají nový život. Stejně jako v případě dalších podobných projektů se přitom řídíme zásadou, že kvalita recyklovaného materiálu musí být plně srovnatelná s primárními surovinami,“ vysvětluje Filip Dvořák, generální ředitel společnosti BASF spol. s r.o.

Během procesu recyklace se rozkládá pružný polyuretan a dodává původně použitý polyol. Při výrobě nové pěny je zapotřebí menší množství fosilních surovin než při standardním postupu, takže výsledný produkt má výrazně nižší uhlíkovou stopu. Tržní uvedení projektu se plánuje na konec letošního roku.

V rámci programu udržitelnosti měla BASF dosud dvě vlajkové lodě: první z nich představuje metoda přidávání obnovitelných zdrojů do stávajících výrobních postupů (BBA – Biomass Balance Approach), druhou chemická recyklace plastů.

BBA se uplatnila mj. pro plně recyklovatelné látky Styropor MB, kde fosilní zdroje částečně nahradila biomasa. Tím se snížila ekologická zátěž produktu už na počátku výrobního procesu. „BASF nabízí v rámci konceptu využívání biomasy také další druhy EPS. Zákazníci si tento druh plasto-

vých materiálů pochvalují zejména díky jednoduché zpracovatelnosti a vynikajícím termoizolačním vlastnostem. Kromě jiných typů Styroporu® má BASF v nabídce také další EPS z řady izolačního materiálu Neopor®,“ říká Filip Dvořák.

Pro lepší využití plastů je ovšem zásadní nejen šetrnější výroba, ale také efektivní recyklace. „Dnes běžně používaná mechanická recyklace by nikdy neumožnila například přechod na obaly jen z recyklovaných materiálů, což je cílem čím dál většího počtu společností. BASF proto ve spolupráci se zákazníky vyvinula pod názvem ChemCycling vlastní metodu termochemické recyklace. Mezi partnery projektu, kteří již nabízejí první zkušební produkty, patří Borealis, Jaguar Land Rover, Schneider Electric Storopack, Südpack či Zott,“ uzavírá Filip Dvořák.

» www.basf.com

KLAPKY VORTEX SEAL TITE – ŘEŠENÍ PRO VÝROBCE SYPKÝCH MATERIÁLŮ A CHEMIKÁLIÍ

Společnost Tata Chemicals Europe se sídlem v britském Cheshiru je vedoucím evropským producentem soli, jedlé sody, uhličitanu sodného a dalších produktů. Je rovněž jediným výrobcem uhličitanu sodného a jedlé sody v Británii. Výsoce kvalitní uhličitán sodný z její produkce se používá při výrobě skla, pracích prostředků, chemikálií a dalším průmyslovém využití. Různé šarže jedlé sody nacházejí uplatnění v hemodialýze, farmacii, potravinářství a produkci krmiv, zpracování kouřového plynu, výrobě pracích prostředků a kosmetiky.

Závod Lostock, provozovaný společností Tata Chemicals v cheshirském Northwich, zajišťuje několik výrobních procesů včetně uskladnění, vyskladňování a převozu dehydrovaného uhličitanu sodného. Jedná se o materiál skládající se z jemných částic mnohdy menších než 63 mikronů. V problémovém segmentu procesu je materiál přepravován kbelíkovou zdviží a nasměrován na jednu z řetězových přepravních linek.

Společnost Tata Chemicals potřebovala vyměnit čtyři rozdělovací klapky, jež byly v provozu již velmi dlouhou dobu. Kvůli nashromažďování materiálu přestávaly spolehlivě těsnit a jejich údržba se stávala čím dál problematičtější. Z toho důvodu bylo rozhodnuto, že klapky dosáhlý konce své životnosti.

Klapky Vortex Seal Tite – ideální náhrada

Klapka Vortex Seal Tite má odnímatelný přístupový panel, který umožňuje přístup do

nitra klapky za účelem její snadné kontroly, údržby a/nebo čištění. Zmíněné činnosti je možné provádět bez nutnosti vymontovávat klapku ze zařízení.

Obr. 2: Odnímatelný přístupový panel Klapky Vortex Seal Tite



Uzavření klapky na dorazu v „klidové zóně“ zajišťuje, že je hrana listu mimo tok materiálu. Toto nastavení zabraňuje kumulaci materiálu v klapce, úniku materiálu do uzavřené větve a chrání těsnění listu před poškozením proudem materiálu.

Obr. 3: Technologie „live-loading“ je zajišťována patkou z porézní gumy



Těsnění na kloubu listu klapka Vortex Seal Tite s funkcí kompenzace opotřebení minimalizuje únik materiálu do vedlejších větví. Těsnění je vyrobeno z tvrdého polymeru a technologie „live-loading“ je zajišťována patkou z porézní gumy. Polymer je vystavován stálému tření při operačních cyklech zařízení – otevírání a zavírání, což má za následek opotřebení, jež je však kompenzováno porézní gumovou patkou tlačící těsnění vzhůru proti čepeli. Toto nastavení vede k dlouhodobému zachování těsnosti zařízení bez nutnosti zásahu zvenčí.

Obr. 4: Těsnění na kloubu listu s funkcí kompenzace opotřebení

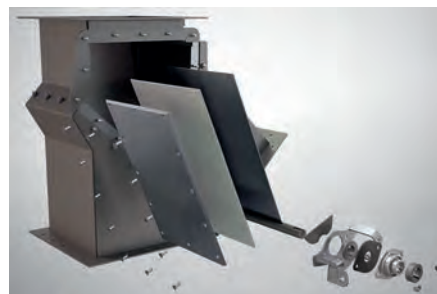


Klapku Vortex Seal Tite lze použít pro materiály o teplotě až do 82 °C.

Klapka je navržena pro manipulaci s nejjemnějším materiálem v gravitačních aplikacích a umožňuje prachotěsné uzavření materiálu uvnitř zařízení.

Společnost Tata Chemicals byla obzvláště spokojena s odnímatelným přístupovým panelem klapky. Nejen že panel usnadňuje kontrolu a údržbu zařízení, ale díky němu lze také opravit či vyměnit veškeré vnitřní součástky klapky bez nutnosti demontáže, což snižuje nutnou dobu odstávky zařízení.

Obr. 5: Opravy či výměny součástí klapky bez nutnosti demontáže



Klapky Vortex Seal Tite byly v tomto případě konstruovány tak, aby odpovídaly rozměrům původních klapek v zákaznickém zařízení, čímž se zaručila bezproblémová montáž. V první fázi byla vyměněna pouze jedna klapka, avšak po úspěšném zkušebním provozu došlo k instalaci dalších tří klapek Vortex Seal Tite.

Více informací ohledně této případové studie a další informace najdete na www.vortexglobal.com/case-studies. Více informací o produktu Vortex Seal Tite Diverter naleznete společně s videem na www.milltech.cz.

Ing. Lukáš PRŮŠA, MillTech CZ s.r.o.,
prusa@milltech.cz

Obr. 1: Klapky Vortex Seal Tite v provozu společnosti Tata Chemicals



ŘEŠENÍ ODVĚKÉHO PROBLÉMU NÁCHYLNOSTI PRUŽNÝCH SPOJŮ K ÚNIKU MATERIÁLU

Klasické spoje s hadicovými sponami se ve výrobě používají již více než sto let a problémy s nimi spojené jsou brány jako běžné nutné zlo.

Pomineme-li potíže při rozpojování a opětovném nasazování hadicových spon, hlavním problémem je únik materiálu. Pokud váš výrobní proces vyžaduje práci ve vysokém tlaku či ve vakuu, hadicové spony představují potenciální nebezpečí úniku materiálu a tlakového vzduchu do okolí.

Obr. 1: Klasický spoj s hadicovou sponou



Hadicové spony se zprvu zdají jako levné řešení, avšak ztráty na často velmi drahém materiálu, náklady na častý úklid, možná zdravotní a bezpečnostní rizika vychází v dlouhodobém horizontu jazyček vah na nerentabilní stranu.

Rostoucí počet předních světových výrobců však poslední dobou volí revoluční systém pružných spojení BFM® Fitting. BFM® je systém zacvakávacích pružných konektorů a přírub, který eliminuje problémy spojené s klasickými hadicovými spoji.

Obr. 2: Pružné spojení BFM® Fitting



Po montáži ocelových BFM® spigotů (přírub) se pružná „manžeta“ BFM® konektoru pokaždé hladce zacvakne na své místo. Vzhledem k utěsnění zevnitř je stoprocentně zajištěn těsnící spoj i v případě přítomnosti vysokého tlaku či vakua. Žádné netěsnosti, žádná ztráta materiálu a mnohem čistší, bezpečnější a efektivnější výrobní prostředí.

Nejpopulárnější konektory BFM® Seeflex jsou extrémně odolné a mají velmi dlouhou životnost, proto nevyžadují častou výměnu.

Systém BFM® využívají nejznámější výrobci světového farmaceutického, chemického, nerostného i potravinářského průmyslu. Rádi bychom vám představili dva příklady zvýšení efektivity výroby po instalaci spojovacího systému BFM®.

AkzoNobel pomocí BFM® Fitting minimalizoval riziko výbuchu

Zdraví a bezpečnost práce jsou pro světového výrobce chemikálií prvořadě. Zejména to platí v závodě Elotex na výrobu stavebních aditiv v holandském Geleenu. Tato aditiva ve formě jemných abrazivních prachových částic však měla tendenci unikat do ovzduší provozu, kde představovala riziko výbuchu.

Jemné, abrazivní prachové částice v kombinaci s pneumatickým přepravním systémem představovaly riziko úniku materiálu skrz i ty nejmenší trhliny či skuliny v klasických pružných spoích.

Obr. 3: Původní spojení ve firmě Akzo Nobel



Hadicové spony nefungovaly spolehlivě pod tlakem a vzhledem ke dvaceti pěti druhům konektorů vytvářely prostor k manuálním chybám při instalaci a volbě délky rukávu. To vedlo ke tvorbě dalších netěsností.

Reálné riziko výbuchu na pracovišti přimělo firmu AkzoNobel, aby hledala systém spojení, který by byl trvanlivý a nepropustný, a zároveň by nebyl problém je standardizovat pro všechny provozy závodu.

Po období zkušebního provozu byl systém BFM® instalován i na nejnáročnější pozici u síta. Těsnění bylo tak dokonalé, že se AkzoNobel rozhodla nahradit všech 25 pružných spojů systémem BFM®. Nadále už nedochází k unikům prachových částic do prostoru provozu, čímž se zásadně snížilo riziko výbuchu.

Vyjádření Huba Knorena, technika inženýrské údržby závodu Elotex patřícího pod AkzoNobel: „Zařízení mě ihned naprosto pře-

Obr. 4: Náhrada systémem BFM® Fitting ve firmě Akzo Nobel



svědčilo. Systém BFM® jsme nechali pracovat souběžně s původním systémem, abychom se přesvědčili o rozdílu. Za pár měsíců bylo vše jasné, systém BFM® těsnil perfektně a navíc zůstal průhledný.“

Při výměně rukávových spojů za BFM® se potrubí a spigoty (příruby) standardizují na stejné nebo podobné rozměry, aby se mohl omezit jejich inventář a počet dodavatelů se omezil na jednoho. Výměna konektorů je nyní velmi rychlá bez nebezpečí nesprávné instalace.

„Přes svou jednoduchost je to velice efektivní,“ sdělil dále Hub Knoren. „S BFM® fitting jsme velmi spokojeni.“

Americký výrobce medicínských technologií vyřešil problém prašnosti

AMEDICA byla prvním výrobcem medicínských technologií, který získal od FDA povolení k využití nitridu křemičitého ve formě keramického prášku při výrobě revolučních spinálních implantátů. Tato technologie vyžaduje extrémně vysoké nároky na hygienu. Při zpracování však jemné prachové částice unikaly ve spojích výrobních zařízení do okolní atmosféry a představovaly tak pro zaměstnance firmy AMEDICA zdravotní riziko.

Vysoce jemnému keramickému prášku nitridu křemičitého nebylo možné během pohybu skrz systém klasických hadicových spon zabránit v úniku do vnějšího ovzduší a kvůli zvýšené koncentraci prachových částic v atmosféře továrny tak byli všichni pracovníci nuceni neustále nosit respirátory. Značným problémem z hlediska hygieny bylo dlouhodobé hromadění produktu mezi přírubami a rukávy, neboť tyto nánosy pak musely být ze zařízení neustále odstraňovány.

Dokončení na další str.

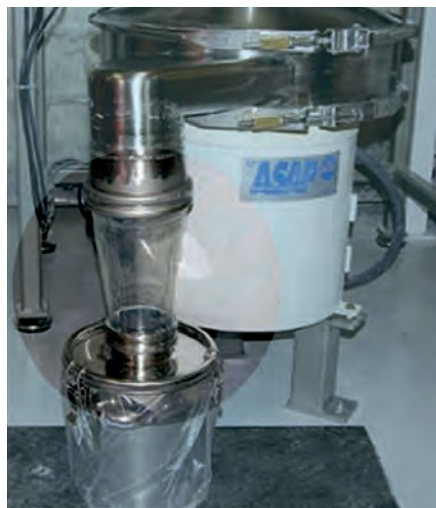
Obr. 5: Původní spojení ve firmě AMEDICA



Na míru navržený systém BFM® Fitting byl instalován do dvou týdnů po prvotní konzultaci. Konektor BFM® se jednoduše zacvakne na místo a skvěle drží při každém použití. Pro únik prachových částic nezbyvá prostor.

Systém BFM® Fitting vytvoří uzavřenou atmosféru, která zabrání jakémukoliv úniku částic a vnější prostředí je tak zaručeně bezpečné.

Obr. 6 Náhrada systémem BFM® Fitting ve firmě AMEDICA



„Jakmile jsme poprvé zapnuli zařízení pracující se sypkou hmotou a instalovaným BFM® systémem, byl jsem příjemně překvapen,“

sděluje Jeff Goodell, ředitel sekce údržby společnosti AMEDICA. „Kolem zařízení se netvořil žádný oblak prachu a ani skrz rukáv nepronikaly žádné prachové částice.“

„Pracovníci již nepotřebují respirátory a netráví šest hodin denně omýváním nánosu prachu ze zařízení. Naši zaměstnanci pracují v bezpečnějším prostředí a došlo ke snížení nákladů na pracovní sílu, protože zařízení není třeba tak často čistit,“ dodává Jeff Goodell.

Pro více informací ohledně systému BFM Fitting navštivte www.bfmfitting.com nebo případně kontaktujte lokálního BFM® distributora – MillTech CZ s.r.o. – www.milltech.cz.

Zpracováno z AkzoNobel Case Study courtesy of BFM® Distributor Insolds BV., The Netherlands and Amedica Case Study courtesy of BFM® Distributor Powder Solutions Inc., USA.

Ing. Lukáš PRŮŠA,
MillTech CZ s.r.o.,
prusa@milltech.cz

REOLOGIE SYPKÝCH LÁTEK

GRANUTOOLS – NOVÝ PŘÍSTUP K TRADIČNÍM METODÁM PRÁŠKOVÉ REOLOGIE

Představujeme GranuTools – belgického výrobce analyzátorů tokového chování sypkých materiálů. Ve svých vědeckých přístrojích kombinuje desetiletí zkušeností s charakterizací sypkých materiálů v základním výzkumu.

GranuTools nabízí zařízení pro charakterizaci makroporézního chování sypkých materiálů. Mezi ně patří:

- GranuFlow pro charakterizaci vyprazdňovací síly,
- GranuHeap pro stanovení syného úhlu,
- GranuDrum pro dynamickou kohezi a reologii,
- GranuPack pro setřesnou hustotu,
- GranuCharge pro triboelektrická měření statické elektřiny generované při transportu potrubím,
- GranuHumidity je příslušenství pro řízení vlhkosti atmosféry pro dokonalou kontrolu nad všemi důležitými parametry v reálném provozu.

Tato ucelená sada slouží k přesné a opakovatelné charakterizaci bez lidského vlivu. Toho je dosahováno měřením a vyhodnocením všech veličin automaticky i v průběhu měření a sledováním celého procesu, nikoliv jen počátečního a konečného stavu.

Řešení nabízená analyzátoři GranuTools jsou originální, založená na faktech a vysoce relevantní pro dané oblasti uplatnění. Měřené veličiny lze přímočaře interpretovat díky stejné

Obr. 1: Sada nástrojů GranuTool



fyzikální podstatě procesu. Mají zajistit lepší pochopení reologických, tokových a kohezních vlastností sypkých materiálů v reálném prostředí (teplota, vlhkost, statický náboj, ...) a tím usnadnit použitelnost výsledků v praxi.

Analýzátory GranuTools vám pomohou odpovědět na následující otázky:

- Jaké jsou tokové vlastnosti vašeho produktu, nanostrukturovaných částic či granulátu?
- Jak se budou chovat vaše sypké materiály před, během a po jednotlivých krocích výrobního procesu?
- Které složení má nejlepší tokové vlastnosti? Je možné při úvahách o distribuci velikosti částic, chemickém složení, plnivech a zastoupení složek optimalizovat formulaci?
- Máte vaše výrobní procesy pod kontrolou? Jsou ovlivněny kvalitou vstupní suroviny, meziproductů či procesními podmínkami?
- Mění se tokové vlastnosti vašich sypkých materiálů v čase? V důsledku skladování, způsobu zpracování, teploty či vlhkosti?

Obr. 2: Zařízení GranuHeap



Výhradním distributorem analyzátorů výrobce GranuTools v České republice a na Slovensku je ANAMET s.r.o. Pro více informací nás kontaktujte na sales@anamet.cz

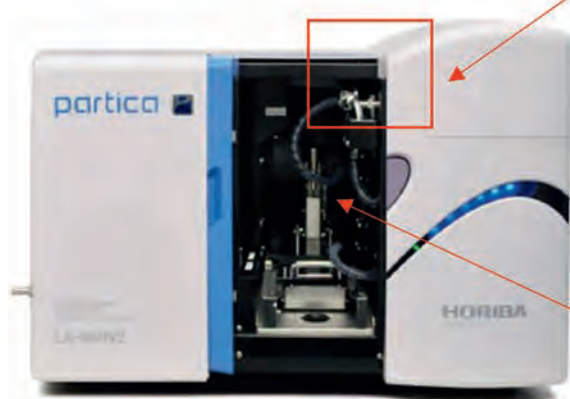
SLEDUJTE SVÉ ČÁSTICE DÍKY NOVÉ ZOBRAZOVACÍ JEDNOTCE ANALYZÁTORU PARTICA OD HORIBY!

Pozorujte své částice v reálném čase, při cirkulaci mokrého systému analyzátoru **Partica LA-960V2**. Lépe tak pochopíte disperze a extrahovaný obraz založený na informacích tvaru a velikosti, které doplní vaše výsledky laserové difrakce. Malá integrovaná jednotka je úhledně součástí uvnitř systému bez zvětšení rozměrů přístroje.

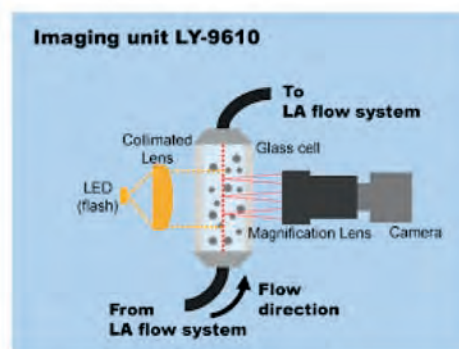
Funkce a benefity analyzátoru Partica LA-960V2:

- Identifikace stopového množství velkých částic kontaminantů nebo agregátů
- Detekce bublin
- Vylepšení metod vývojem intuitivního pochopení efektu míchání, sonikace, přidání surfaktantů, apod.
- Automatická detekce velkých částic
- Informace o distribuci tvaru
- Podrobná analýza zachycených snímků
- Monitorování trendů ve velikosti a tvaru s trendem grafu a histogramu

Analyzátor částic LA-960V2



Cela pro zobrazovací jednotku



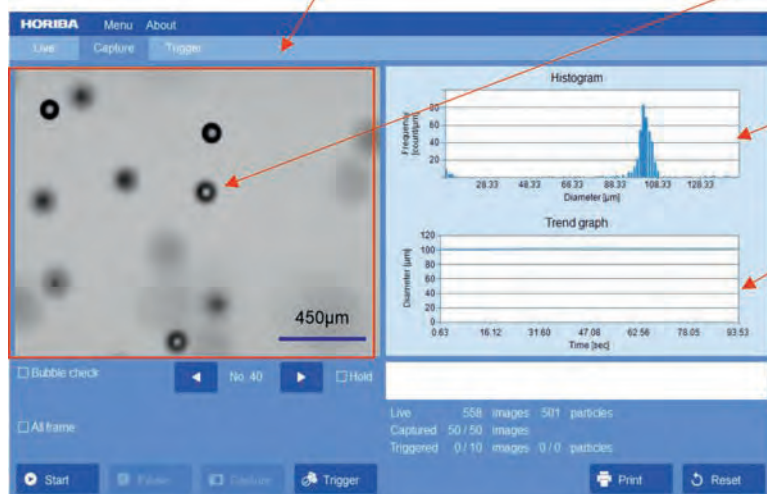
Průtoková cela

LA-960V2 se stále nejlepšími parametry analýzy velikosti částic na trhu s rozsahem 10 nm – 5000 μm !

Snímky v reálném čase

Snímky poskytují okamžitou zpětnou vazbu o stavu suspenze a mohou být zachyceny pro pozdější kontrolu

1 pixel = 0,73 μm



Velikost a tvar

Snímky s vysokým rozlišením jsou analyzovány k určení velikosti částic a parametrů tvaru

Živý histogram

Populace v každé velikosti nebo tvaru jsou aktualizovány v reálném čase

Graf trendu

Monitoruje variace mediánu velikosti s časem

HORIBA
Explore the future

PECION, s.r.o.
LABORATORNÍ A ZKUŠEBNÍ TECHNIKA

info@specion.biz / www.specion.biz

CHARAKTERIZACE KATALYZÁTORŮ: OD NEPOUŽITÝCH PO VYČERPANÉ

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

Charakterizace katalyzátorů před reakcí i ve vyčerpané formě může poskytnout cenné informace o účinnosti katalytického procesu a slouží jako vodítko pro budoucí návrhy nových katalyzátorů. Na základě stanovení velikosti pórů, objemu pórů, plochy aktivního povrchu, velikosti částic, kyselosti povrchu, chování při fluidizaci, kohezních sil a rychlosti elutriace pomocí přístrojů Anton Paar lze získat poznatky, které přispějí k dalšímu vývoji katalyzátorů a kontrole kvality.

1 Úvod

Katalyzátory, a zejména katalyzátory heterogenní, se používají v mnoha různých průmyslových odvětvích ke zvýšení efektivity a kvality při výrobě materiálů. Informace o struktuře, částicích a toku práškových materiálů u nepoužitých i použitých katalyzátorů mohou vědeckým pracovníkům a výrobcům pomoci s optimalizací návrhu katalyzátorů pro požadované aplikace. V tomto článku jsou uvedeny příklady katalyzátorů z ropného a plynárenského průmyslu, konkrétně zeolitů pro fluidní katalytické krakování (FCC), nicméně techniky uváděné v tomto textu jsou užitečné i pro všechny ostatní výzkumné pracovníky zabývající se katalyzátory.

FCC je důležitou součástí světové produkce energie a odpovídá za polovinu produkce plynů a leteckého petroleje [1]. Tato metoda byla vyvinuta pro rychlé zvýšení produkce paliva na začátku druhé světové války, dodnes však zůstává jedním z nejintenzivněji používaných procesů chemického inženýrství na světě. FCC je proces s fluidním ložem, zahrnující použití horkých plynných těžkých frakcí, které zůstaly po počáteční destilaci v rafinérii, a jejich další rozdělení na využitelné podíly pro následující destilační kroky.

Charakterizace hraje zásadní roli v procesu vývoje všech nových katalyzátorů a má značný význam pro katalyzátory FCC v ropném a plynárenském průmyslu. Velikost a konektivita pórů v zeolitových katalyzátorech FCC mohou ovlivnit transport molekul do katalytických míst. Pro stanovení mikro- a mezoporézní struktury pórů v zeolitu se používá sorpce plynů (fyzisorpce). Ke stanovení konektivity pórů, které řídí transport a difúzi do aktivních katalytických míst, lze také použít pokročilé techniky, jako jsou interpretace hysterezní křivky a skenování hystereze. Ke stanovení kvantity a síly kyselých míst v rámci zeolitu a k rozlišení mezi Brønstedovými a Lewisovými kyselými centry se používají experimenty s průtokovou chemisorpcí, jako je teplotně programovaná desorpce amoniaku (TPD).

Kromě charakterizace nepoužitých katalyzátorů je nepřetržitý provoz reaktoru pro FCC náročným prostředím i pro samotné katalyzátory, a proto je logickým závěrem, že je stejně důležitá i charakterizace vyčerpaných katalyzátorů. Oxidační reakce paliva při vysoké teplotě vede k zakoksování během několika sekund, proto je nezbytný regenerační krok. Koksovací účinky na katalyzátory jsou studovány prostřednictvím změn plochy povrchu a velikosti pórů v materiálu. Vysoké smykové rychlosti a množství kolizí (v důsledku fluidního lože) navíc představují prostředí, kde se stává problémem i fyzikální degradace zeolitových katalyzátorů.

Velká část degradace katalyzátorů v procesu FCC je způsobena otěrem. Otěr je jedním ze dvou mechanismů, kterými se rozpadá granulární médium v procesu s fluidním ložem. Na rozdíl od lomu se během procesu otěru syká hmota nerozděluje na části, které mají zhruba stejný rozměr, ale vznikající části jsou spíše odříznuty, což vede ke vzniku jemné frakce s částicemi vykazujícími o jeden nebo více řádů menší velikost než původní částice. Tyto nové frakce jsou pro většinu tradičních metod, jako je síťová metoda nebo vizuální kontrola, neviditelné, proto je obtížné kvantifikovat množství ztraceného materiálu. Do těchto procesů lze nahlédnout díky širokému portfoliu přístrojů firmy Anton Paar. Přístroje pro sorpci plynů, jako je NovaTouch (pro analýzu plochy povrchu a mezopórů), autosorb iQ-C (pro analýzu celkové plochy povrchů, mikropórů a mezopórů, a pro statickou a průtokovou chemisorpci) nebo ChemBET Pulsar (pro

průtokovou chemisorpci) poskytují účinnou strukturní charakterizaci katalyzátorů. Na druhé straně, analýza velikosti částic pomocí řady přístrojů PSA a metody práškové reologie (kohezní pevnost, fluidizace oscilací, rychlost elutriace a reologie fluidního lože) jsou užitečné nástroje pro pochopení a kontrolu otěru.

Kromě zeolitových katalyzátorů FCC, které jsou diskutovány výše, se v mnoha průmyslových odvětvích hojně používají také katalyzátory na bázi kovů: mimo jiné např. v chemickém průmyslu, ve výrobě velkoobjemových a malooobjemových chemikálií, v petrochemickém průmyslu při reakcích, jako je hydrogenace, dehydrogenace a krakování. U těchto typů katalyzátorů je důležité určit plochu povrchu aktivního kovu a disperzi kovu. Tyto parametry lze určit stanovením chemické adsorpce (chemisorpce) pomocí přístrojů ChemBET Pulsar (průtok) nebo autosorb iQ-C (staticky a průtok).

Tato aplikační zpráva uvádí příklady charakterizace katalyzátorů z hlediska strukturních, částicových a průtokových vlastností pomocí široké škály přístrojů Anton Paar u nepoužitých nebo vyčerpaných katalyzátorů a u katalyzátorů na bázi kovů.

2 Nepoužité FCC katalyzátory

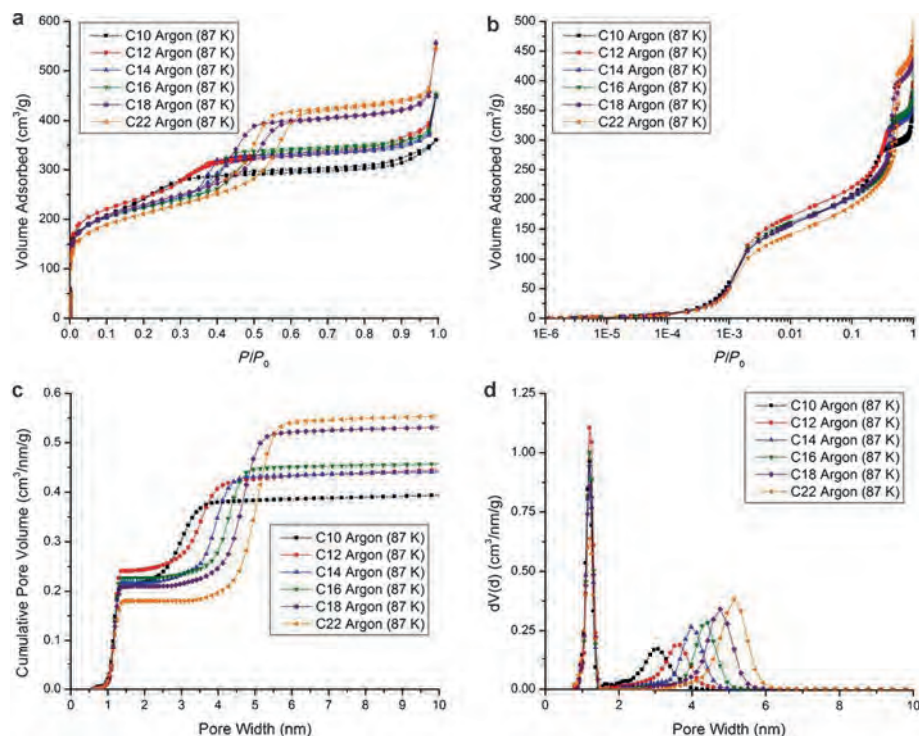
2.1 Sorpce plynů – plocha povrchu, velikost pórů a objem

Pro stanovení plochy povrchu metodou BET a distribuce velikosti pórů zeolitových FCC katalyzátorů lze použít sorpci plynu (fyzisorpci). Jako adsorbát pro analýzu se doporučuje Ar (87 K) vzhledem ke specifickým interakcím N₂ (77 K) s polárními místy v zeolitu [2]. Protože jsou zeolity mikroporézní, posune se lineární rozmezí BET k nižším relativním tlakům. K rychlému určení správného lineárního rozsahu lze použít funkci Micropore BET Assistant v softwaru Anton Paar [3]. Adsorpci Ar (87 K) ve spojení s nejmodernějšími metodami teorie funkční hustoty (DFT) pro analýzu velikosti pórů lze použít [4] k zajištění přesného rozdělení velikosti mikropórů a mezopórů. K dispozici jsou také metody DFT pro zeolity polyedrické i kanálové struktury. Hierarchické zeolity lze navíc snadno charakterizovat pomocí jediné metody DFT. Na obr. 1 [5] je znázorněn příklad řady mikro-mezoporézních (hierarchických) Y zeolitů charakterizovaných pomocí adsorpce Ar (87 K) a nelokálních DFT (NLDFIT) metod měřených na přístroji autosorb iQ XR. Tyto metody jsou dostatečně citlivé k detekci malých rozdílů ve velikosti pórů, jak je znázorněno na obr. 1d, který ukazuje přizpůsobené velikosti mezopórů a konstantní velikost mikropórů v řadě Y zeolitů.

2.2 Sorpce plynů – skenování hystereze

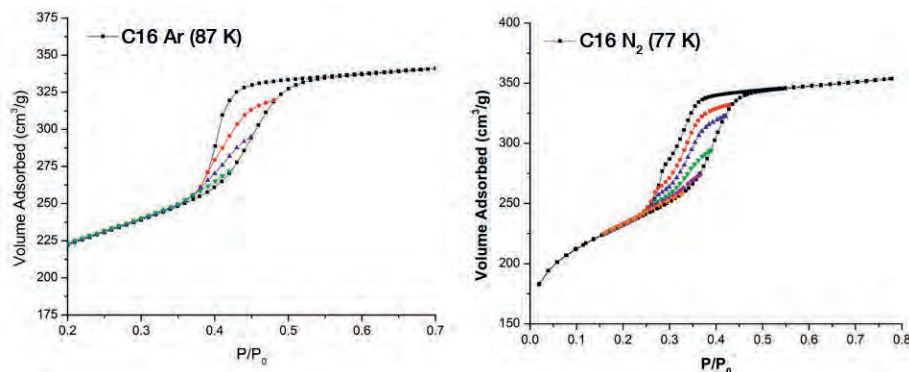
Ke stanovení dalších strukturních charakteristik systému pórů hierarchických materiálů lze použít pokročilé techniky sorpce plynů, jako je skenování hystereze. Skenování hysterezní křivky poskytuje informace o desorpčním mechanismu (rovnováha, kavitace, blokování pórů) a konektivitě pórů [6]. Konektivita pórů má rozhodující význam pro transport a difúzi do pórů zeolitů, kde se v ideálním případě mezopóry přidávají do zeolitů přeměnou do vlastní mikroporozity. Obr. 2 ukazuje příklad skenování hystereze použité u hierarchického Y zeolitu analyzovaného pomocí přístroje Anton Paar autosorb iQ, který zahrnuje speciální režim skenování hystereze pro snadné programování a měření všech skenů v jednom experimentu [5]. Skenování hystereze bylo použito pro potvrzení rovnovážné desorpce u většiny pórů a kavitace u pórů zbývajících.

Obr. 1: Adsorpční izotermy argonu (87 K) (a) lineární a (b) semilogaritmické a kumulativní objem pórů NLDFT (c) a distribuce velikosti pórů (d) na řadě hierarchických Y zeolitů. Reprodukováno podle literatury [5] se svolením nakladatelství Wiley.



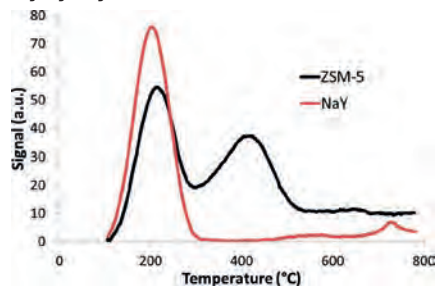
Osa y (a, b): Adsorbovaný objem (cm³/g); Osa y (c, d): Kumulativní objem pórů (cm³/mm/g); Osa x: (c, d): Šířka pórů (nm)

Obr. 2: Skenování hystereze Ar (87 K) (vlevo) a N₂ (77 K) (vpravo) v hierarchickém zeolitu Y [5], které ukazuje, že většina pórů jsou mezo- až mikropóry, ideálně pro difúzi. Upraveno podle literárního odkazu [5] se svolením nakladatelství Wiley



Osa y: Adsorbovaný objem (cm³/g)

Obr. 3: TPD amoniaku u zeolitů ZSM-5 a NaY. Každý pík představuje různý typ / síly kyselých center v zeolitu.



2.3 Chemisorpce – TPD amoniaku

Důležité katalytické informace o zeolitech lze stanovit pomocí chemisorpce plynů (chemisorpce). Kyselá centra (množství i síla) jsou analyzována pomocí TPD amoniaku. Kromě toho lze určit Lewisova a Brønstedova kyselá centra [7]. Obr. 3 znázorňuje TPD amoniaku u zeolitů ZSM-5 a NaY. TPD ZSM-5 ukazuje dva píky pro dvě různé síly kyselých center přítomných ve vzorku. Silnější centra jsou zastou-

pena píkem při vyšší teplotě, zatímco TPD NaY ukazuje přítomnost pouze jediného typu a síly kyselého centra.

3 Vyčerpání FCC katalyzátory

Byly získány dvě šarže platinou potažených FCC katalyzátorů se stejnými počátečními distribucemi velikosti částic (distribuce byly stanoveny poskytovatelem vzorků a nejsou zde znázorněny), které však byly použity v reaktorech dvou různých konstrukcí po stejnou dobu. Cílem následujícího výzkumu je analyzovat, jak rozdíl v konstrukci reaktoru ovlivňuje očekávanou délku životního cyklu katalyzátorů, a tedy i nákladovou efektivitu procesu.

3.1 Sorpce plynů – plocha povrchu, velikost pórů

3.1.1 Popis

Při určování změn, kterými katalyzátor prošel během katalytického procesu, využívají vědci různé fyzikální vlastnosti, jako je plocha povrchu, objem pórů a velikost pórů, které lze určit metodou adsorpce plynu.

3.1.2 Materiál a experimentální nastavení

Pomocí přístroje Anton Paar autosorb iQ s Ar (87 K) byly analyzovány dvě různé výrobní šarže vyčerpávaných zeolitů FCC (šarže 1 a 2). Pro výpočet distribuce velikosti mikro- a mezopórů byla použita nelokální teorie funkční hustoty (NLDFT). Ke stanovení objemu a plochy mikropórů t-metodou bylo také provedeno měření N₂ (77 K) v rozmezí mezopórů.

3.1.3 Měření a výsledky

Obr. 4 znázorňuje izotermy Ar (87 K) na dvou katalyzátorech. Tab. 1 shrnuje plochu povrchu stanovenou metodou BET, velikost mikropórů, plochu mikropórů a objem mikropórů vypočtené z hodnot měření Ar (87 K) a N₂ (77 K). V tomto konkrétním případě sorpce plynu poskytuje informace o ploše povrchu stanovené metodou BET, velikosti, objemu a ploše mikropórů, které jsou téměř totožné. Na obr. 4 je dále znázorněno překrytí distribucí velikosti pórů DFT z izoterem Ar (87 K). Oblasti distribuce mikropórů a mezopórů jsou pro šarže 1 a 2 identické. Porozita těchto dvou vzorků byla katalytickým procesem ovlivněna stejným způsobem (nebo ovlivněna nebyla) a metodou sorpce plynu je vzájemně nerozlišitelná.

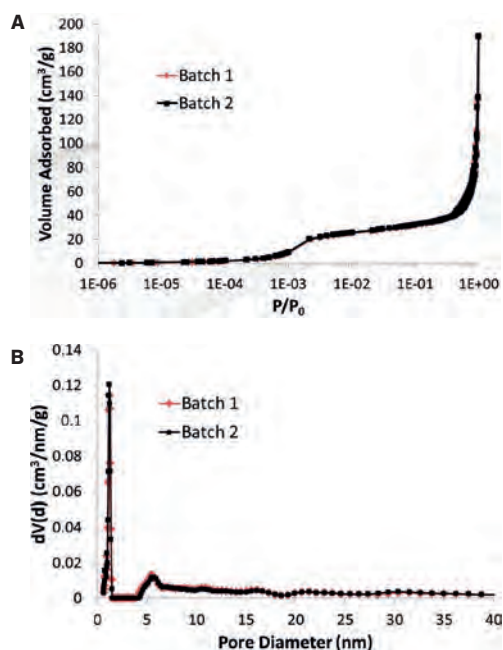
Tab. 1: Fyzikální vlastnosti vypočtené z izoterem pomocí metody sorpce plynu

Vzorek	Šarže 1	Šarže 2
Plocha metodou BET [m²/g]*	112	113
Velikost mikropórů [nm]**	1,2	1,2
Objem mikropórů [cm³/g]***	0,03	0,03
Plocha mikropórů [m²/g]***	70	69
Vnější plocha [m²/g]	42	44

*) vypočteno z izoterem Ar (87 K), **) Vypočteno z izoterem Ar (87 K) s použitím sférického / cylindrického modelu NLDFT, ***) Vypočteno z izoterem N₂ (77 K) pro mezopóry (není zobrazeno) pomocí t-metody

Pokračování na další str.

Obr. 4: Ar (87 K) izotermy (A, logaritmická osa x pro zvýraznění oblasti mikropórové výplně) a odpovídající distribuce velikosti pórů NLDFT (B)



I když v tomto konkrétním příkladu nelze použít metodu sorpce plynu k rozlišení mezi dvěma vzorky, používá se sorpce plynu běžně ke stanovením na vyčerpaných katalyzátorech, zejména v situacích, kdy dochází ke koksování, protože koksování může způsobit dramatické změny ve velikosti plochy, objemu pórů a dokonce i v distribuci velikosti pórů.

3.2 Analýza velikosti částic

3.2.1 Monitorování velikosti částic

Analýza velikosti částic laserovou difrakcí je snadná a rychlá metoda pro charakterizaci fyzikální degradace práškového katalyzátoru prostřednictvím vyhodnocení vývoje jemných frakcí. Průběžné monitorování je užitečné při vývoji katalyzátoru a reaktoru pro rozhodování, který z reaktorů způsobuje vyšší opotřebení zeolitu, a umožňuje určit aktuální stav lože katalyzátoru během každodenního provozu FCC závodu.

3.2.2 Materiál a experimentální nastavení

Dvě šarže platinou potažených FCC katalyzátorů byly zkoumány také analýzou velikosti částic (šarže 1, šarže 2). Dva různé vzorky stejného materiálu byly odebrány ze třetího reaktoru po různých dobách strávených v reaktoru (šarže 3, šarže 4). Vyčerpané katalyzátory byly analyzovány pomocí přístroje PSA 1190 L / D (obr. 5) v kapalném režimu. Protože optické vlastnosti zeolitů nebyly známy, byl zvolen Fraunhoferův model rekonstrukce dat. Prášek v nádrži s vodou rychle sedimentuje, proto byla rychlost míchadla nastavena na maximum. Vstupní parametry jsou shrnuty v tab. 2.

Tab. 2: Vstupní parametry pro měření na přístroji PSA v kapalinovém režimu

Parametr	Hodnota
Doba měření	30 s
Ultrazvuk	Ne
Míchadlo	450 rpm (nejrychlejší)
Rychlost pumpy	120 rpm (střední)
Model rekonstrukce	Fraunhofer
Opakování	3
Dispergační činidlo	Voda

3.2.3 Měření a výsledky: práškové katalyzátory z různých reaktorů

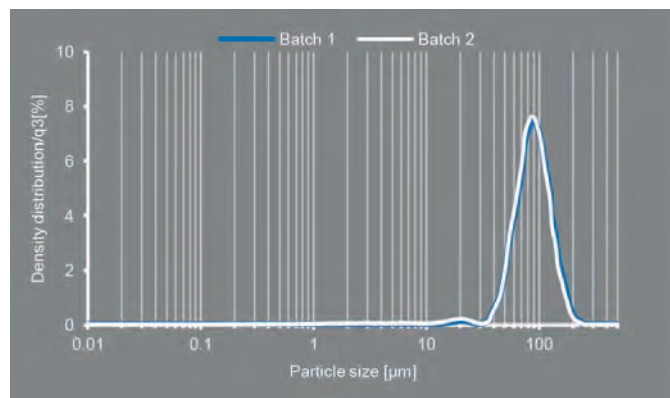
Obr. 6 znázorňuje reprezentativní distribuci velikosti částic dvou šarží práškového katalyzátoru ze dvou různých reaktorů (šarže 1, šarže 2).

Hodnoty D_{10} , D_{50} a D_{90} shrnuté v tab. 3 se liší o méně než 0,5 %, což ukazuje na vynikající reprodukovatelnost. Oba práškové katalyzátory vykazují podobnou distribuci velikosti částic s hlavním píkem při 90 μm a malým vedlejším píkem v rozmezí 20 μm .

Obr. 5: PSA 1190 L/D



Obr. 6: Objemově vážená distribuce velikosti částic

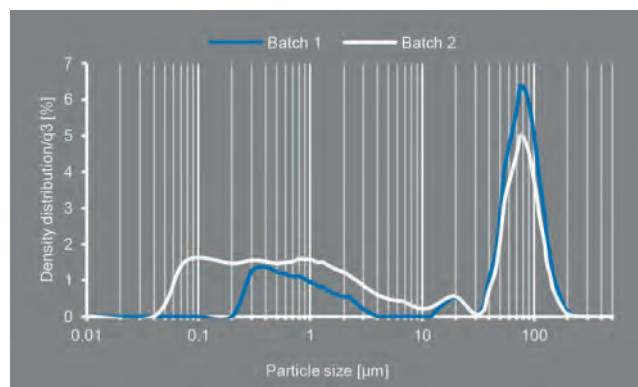


Tab. 3: Hodnoty D částic práškových katalyzátorů v objemově vážené analýze. Průměr $\pm$ SD; n = 3

Vzorek	D_{10} [μm]	D_{50} [μm]	D_{90} [μm]
Šarže 1	$52,8 \pm 0,1$	$84,9 \pm 0,1$	$133,3 \pm 0,5$
Šarže 2	$50,6 \pm 0,2$	$82,7 \pm 0,3$	$128,6 \pm 0,5$

Na první pohled vypadají obě šarže identicky. Distribuce velikosti částic (PSD) stanovená laserovou difrakcí je však objemově vážená. Je známo, že objemově vážená distribuce kladě větší důraz na větší částice a zároveň je méně citlivá na jemnou frakci. Pro zvýšení podílu jemných frakcí v distribuci se doporučuje přejít z objemově vážené analýzy na analýzu váženou podle povrchu (obr. 7).

Obr. 7: Distribuce velikosti částic vážená podle povrchu



Tab. 4: Hodnoty D velikostní distribuce částic v analýze vážené podle povrchu

Vzorek	D_{10} [μm]	D_{50} [μm]	D_{90} [μm]
Šarže 1	$0,39 \pm 0,01$	$59,6 \pm 0,3$	$108,9 \pm 0,3$
Šarže 2	$0,38 \pm 0,01$	$18,9 \pm 1,9$	$99,2 \pm 0,2$

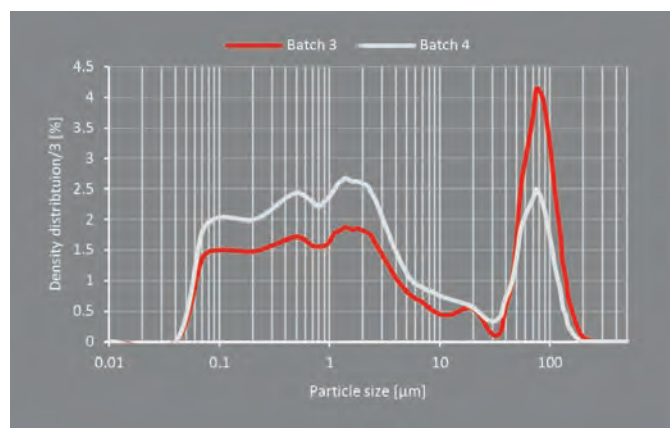
Vážení podle povrchu odhaluje významný rozdíl mezi obsahem jemných částic ve dvou různých šaržích. Zatímco rozmezí distribuce vyjádřené v hodnotách D_{10} a D_{90} – je téměř totožné, výrazně odlišná hodnota D_{50} zdůrazňuje posun průměrné velikosti (tab. 4).

Množství jemné frakce přítomné ve vzorku odráží míru otěru, kterým katalyzátor prošel v reaktoru. Oba katalyzátory byly v reaktoru stejnou dobu, na základě těchto výsledků proto můžeme dojít k závěru, že konstrukce druhého reaktoru způsobuje větší otěr katalyzátoru. To vede k rychlejší degradaci a vyšším rychlostem vyplavování (viz oddíl 3.3.5) a v konečném důsledku ke snížení nákladové efektivity výrobního závodu.

3.2.4 Měření a výsledky: kontinuální monitorování katalyzátorů FCC

Obr. 8 ukazuje povrchově váženou distribuci velikosti částic dvou šarží katalyzátorů odebraných v rámci kontinuálního monitorování reaktoru FCC. Šarže 4 byla v reaktoru delší dobu.

Obr. 8: Povrchově vážené rozdělení velikosti částic katalyzátorů v různých časech reakce



Lze pozorovat, jak otěr vytváří širokou jemnou frakci podobnou otiskům prstů v rozmezí dvou velikostních řádů, která se víceméně rovnoměrně zvyšuje s dobou strávenou v reaktoru. Delší doba strávená v reaktoru se projevuje výrazně zvýšenou frakcí o malé velikosti částic v případě šarže 4. Jak je patrné z tab. 5, na základě dramaticky snížené povrchově vážené hodnoty D_{90} , velikostní distribuce částic lze usuzovat na fyzikální degradaci.

Tab. 5: Hodnoty D velikostní distribuce částic katalyzátorů v povrchově vážené analýze, odebrané po různé době strávené v reaktoru

Vzorek	D_{10} [μm]	D_{50} [μm]	D_{90} [μm]
Šarže 3	$0,084 \pm 0,005$	$1,26 \pm 0,06$	$85,1 \pm 0,6$
Šarže 4	$0,084 \pm 0,001$	$1,03 \pm 0,02$	$63,2 \pm 0,4$

Závěr: Bylo prokázáno, že laserová difrakce je užitečným nástrojem nejen při vývoji katalyzátorů a reaktorů, ale také v každodenním provozu, kde zaručuje hladký průběh poskytování spolehlivých informací o aktuálním stavu katalytického lože.

3.3 Reologie práškových materiálů

3.3.1 Popis

Fyzikální charakterizace katalyzátorů FCC pomocí různých metod reologie práškových materiálů nabízí nepřehledné množství vlastností a výsledků vhodných pro oblast aplikované chemie, jak z hlediska vývojových kapacit, tak i v každodenním provozu výrobních závodů. Za tímto účelem navrhujeme dvoustupňový proces sestávající z rychlé a snadné základní analýzy (kohezní pevnost), která může být prováděna každodenně a může být následována komplikovanějšími analýzami.

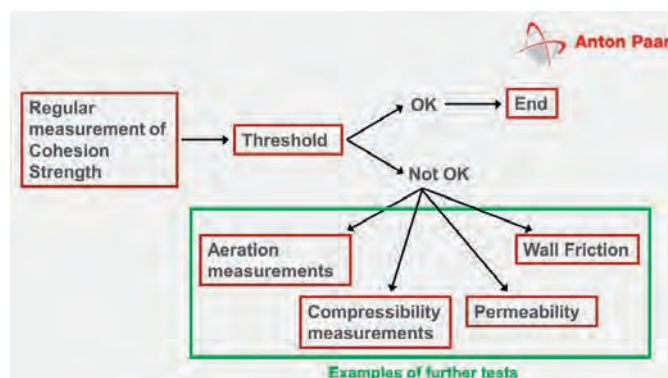
Základní analýzou je kohezní pevnost – rychlá a plně automatizovaná metoda, která může být realizována za pouhých několik minut a poskytuje vysoce selektivní a vysoce opakovatelnou metodu (obvykle v 0,1 percentilu u fluidizovatelných prášků, jako jsou katalyzátory FCC),

a slouží jako každodenní nebo časté měření pro stanovení vhodnosti dané šarže katalyzátoru. V případě zjištění abnormality kohezní pevnosti lze provést hlubší analýzu. Například měření oscilační měření fluidizace, měření rychlosti elutriace a reologie fluidního lože; tyto analýzy však lze rozšířit o několik dalších testů (viz obr. 10).

Obr. 9: Reometr MCR vybavený práškovou průtočnou celou (vlevo) a práškovou smykovou celou (vpravo)



Obr. 10: Schéma kontroly kvality



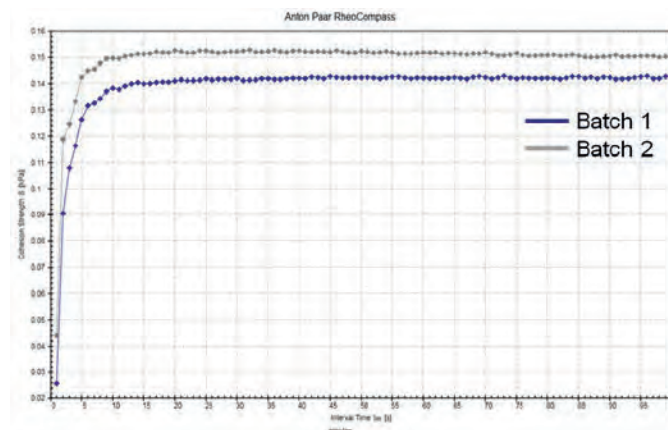
3.3.2 Materiál a experimentální nastavení

Dvě šarže FCC katalyzátorů, uvedené v oddíle 3 (šarže 1, šarže 2), byly dále analyzovány pomocí práškové průtočné cely Anton Paar.

3.3.3 Měření a výsledky: Prášková průtočná cela – Kohezní pevnost

Kohezní pevnost popisuje vnitřní odpor prášku vůči toku. Jedná se o rychlý a reprodukovatelný test, který slouží jako screeningový nástroj ke stanovení, kdy použít časově náročnější metodu. Podrobný popis metody je uveden v odkaze [8].

Obr. 11: Křivky kohezní pevnosti dvou katalyzátorů FCC



Dokončení na další str.

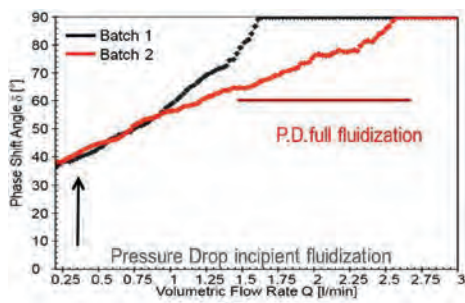
Šarže s vyšším obsahem jemných částic na základě otěru (šarže 2) má proti očekávání nižší soudržnost. Obsah jemných částic šarže 2 je o více než dva řády menší než primární pík při cca 100 μm (viz obr. 7). Obtížně rozlišitelný obsah jemných částic nepůsobí jako překážka, ale jako prostředek napomáhající průtoku, podobně jako prostředky pro usnadnění průtoku a sypkosti používané v různých průmyslových prášcích mající podobné mezery ve velikosti zrn pro usnadnění „spacing“ efektu, který je základním předpokladem toku těchto materiálů [9].

3.3.4 Měření a výsledky: Prášková průtočná cela – oscilační měření fluidizace

Měření fluidizace oscilací je patentovaná metoda, která se provádí pomocí práškové průtočné cely. Umožňuje jemnější stanovení minimální rychlosti fluidizace než obvyklá metoda tlakového poklesu. Výhodou je také skutečnost, že je podstatně rychlejší, protože není zapotřebí žádné výchozí měření pro kalibraci. Principem funkce je oscilace odměrného válce v průtočné cele s frekvencí 7 Hz a amplitudou 2°. Další podrobnosti jsou uvedeny v odkazu [8].

Zřetelný rozdíl byl pozorován mezi dvěma šaržemi vyčerpaných katalyzátorů, což ukazuje, že větší množství obsahu velmi jemných částic v důsledku otěru má vliv na fluidizační chování a tím i na průchod plyných reaktantů do reaktoru (obráz. 12). Šipka na obr. 12 označuje společný bod počínající fluidizace (překmit) a sloupec označuje oblast, kde z údajů o poklesu tlaku není jasné, kdy došlo k plné fluidizaci. Oscilogram dosahuje úhlu fázového posunu 90°, a ukazuje tak ztrátu pseudoelastické části fluidizačního lože úplným překonáním vlivu gravitace, které vede k danému účinku.

Obr. 12: Měření fluidizace prostřednictvím oscilace



3.3.5 Měření a výsledky: Prášková průtočná cela – rychlost elutriace

Rychlost elutriace katalyzátoru je hlavním problémem návrhu procesu FCC. Cyklonické separátory odvádějí prachovou fázi z horní části kolony; je však třeba stanovit, jaké množství prášku je vyplaveno (přesunuto na vrchol fluidizační kolony) za jednotku času. Za tímto účelem jsme upevnili vakuové zařízení k protiprachovému ochrannému filtru práškové průtočné cely, které zadržuje vyplavený prášek na filtru a měří úbytek hmotnosti v samotné fluidizační koloně. Výsledky (tab. 6) ukazují, že šarže obsahující jemnou frakci vykazuje výrazně větší (téměř dvojnásobnou) rychlost elutriace než šarže s nízkým otěrem. Tuto skutečnost je třeba brát v potaz při navrhování reaktoru.

Tab. 6: Rychlost elutriace po 1 hodině

Vzorek	Náplň [g]	Ztráta po 1 h [g]	Rychlost elutriace [%]
Šarže 1	87,05	1,05	1,21
Šarže 2	86,95	2,10	2,42

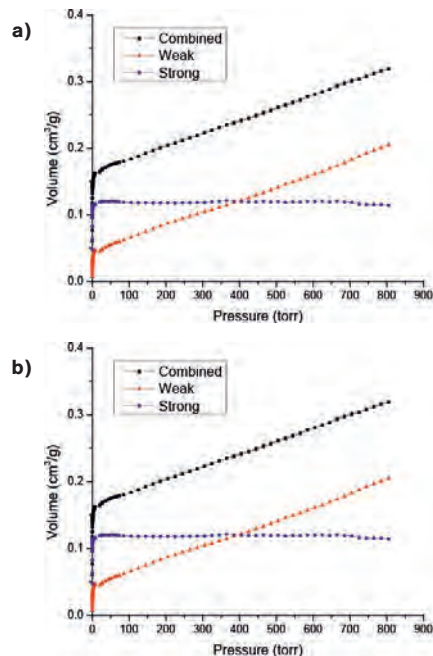
4 Katalyzátory na bázi kovů

4.1 Oblast aktivního kovu a disperze kovu

Chemisorpce může být použita ke stanovení vlastností, jako jsou plocha aktivního kovu, disperze kovu a oxidačně redukční vlastnosti katalyzátorů na kovových nosičích. Statická (vakuově volumetrická) chemisorpce prováděná pomocí H_2 nebo plyného CO umožňuje

vypočítat plochu aktivního kovu a disperzi na vzorcích obsahujících kovy, jako jsou např. Pt a Pd. Na obrázku 13 jsou znázorněny chemisorpční izotermy H_2 a CO na Pt/hliníkových katalyzátorech měřené pomocí přístroje autosorb iQ-C. Byly změřeny izotermy kombinované a se slabými vazbami, které umožňují přesné stanovení chemisorbované (silné) izotermy odečtením izotermy se slabými vazbami z kombinované izotermy. Z objemu v oblasti platů silné izotermy se počítá plocha aktivního kovu, disperze kovu a velikost krystalitů. Například při analýze CO na obrázku 13 bylo zjištěno, že plocha aktivního kovu je 1,75 m^2/g s 35% disperzí a průměrnou velikostí krystalitů 32 Å.

Obr. 13: a) H_2 a b) CO chemisorpční izotermy na Pt/hliníkových katalyzátorech



5 Závěr

Tato aplikační zpráva ukazuje, jakým způsobem lze používat přístroje značky Anton Paar jako výkonné a účinné nástroje pro charakterizaci nepoužitých a použitých katalyzátorů během výzkumu a vývoje i v rámci každodenního provozu. Získané informace, jako jsou plocha povrchu, velikost a objem pórů, síla kyselého centra, velikost částic, kohezní pevnost a vlastnosti toku, umožňují vědeckým pracovníkům studovat a optimalizovat vlastní materiály pro požadované použití. Provozovatelům výrobních podniků pak umožňují provádět screening materiálů v aplikacích pro kontrolu kvality.

6 Literatura

- [1] Y.-C. Ray, T.-S. Jiang, C.Y. Wen, *Powder Technology*, 1987, 49.3, 193–206.
- [2] M. Thommes, K. Kaneko, A.V. Neimark, J.P. Olivier, F. Rodriguez-Reinoso, J. Rouquerol, K.S.W. Sing, *Pure Appl. Chem.*, 2015, 87, 1051.
- [3] Anton Paar Application Report: How to Appropriately Characterize the BET Area of a Microporous Material, 2019.
- [4] J. Landers, G.Y. Gor, A.V. Neimark, *Coll. Surf. A*, 2013, 437, 3–32.
- [5] J. Garcia-Martinez, C. Xiao, K.A. Cychosz, K. Li, W. Wan, X. Zou, M. Thommes, *ChemCatChem*, 2014, 6, 3110–3115.
- [6] K.A. Cychosz, R. Guillet-Nicolas, M. Thommes, *Chem. Soc. Rev.*, 2017, 46, 389–414.
- [7] Anton Paar Application Report: Chemical Adsorption on Zeolite Catalysts, 2019.
- [8] Anton Paar Application Report: Introduction to Powder Rheology Report, 2019.
- [9] T.M. Jones, *J. Soc. Cosmet. Chem.*, 1970, 21, 483–500.

CHEMICKÁ ANALÝZA MATERIÁLŮ BĚHEM NĚKOLIKA SEKUND: ZOBRAZOVACÍ, MOLEKULÁRNÍ A ELEMENTÁRNÍ ANALÝZA V JEDNOM KROKU

LTB Lasertechnik Berlin GmbH nabízí systém CORALIS s jedinečnými výhodami pro aplikace v oblastech, jako je technická čistota, analýza částic, forenzní analýza, mineralogie, gemologie a archeometrie, díky mimořádné kombinaci zobrazovacích, molekulárních a elementárních analýz. Systém CORALIS kombinuje dvě komplementární techniky LIBS a Ramanovu spektroskopii. S použitím zobrazení vzorku s vysokým rozlišením se předem vybrané pozice vzorku analyzují buď Ramanem nebo LIBS, nebo postupně oběma metodami.

Obr.: Systém CORALIS



Unikátní spektrometr ARYELLE Echelle jako základní přístroj sestavy nabízí vysoké rozlišení, široký rozsah vlnových délek od UV rozsahu až po viditelnou oblast světla a propustnost světla na nejvyšší úrovni. Laser v bezpečném pouzdře a integrovaný bezpečnostní obvod zajišťují uživatelsky přívětivou manipulaci s přístrojem a ochranu nainstalovaných součástí.

Integrovaný zobrazovací algoritmus podporuje automatickou detekci částic a analýzu velikosti částic, distribuci velikosti a počítání částic. Rozsáhlé integrované databáze umožňují dobrou interpretaci výsledků analýzy.

» www.ltb-berlin.de

BEZKONTAKTNÍ SPEKTRÁLNÍ MĚŘENÍ BAREVNOSTI

Nový spektrofotometr Aeros® od společnosti **HunterLab** je spektrofotometr pro bezkontaktní spektrální měření barevnosti velkých, nepravidelně tvarovaných vzorků všeho druhu. Během několika sekund reprodukuje vnímání barvy podle standardního systému CIE naprosto spolehlivě, bezpečně a reprodukovatelně. Díky tomu je Aeros® ideálním společníkem pro zajištění kvality.

Spektrofotometr je díky své robustní konstrukci vhodný zejména pro rutinní výrobu a náročné prostředí. Aeros® je navržen tak, aby byl extrémně robustní, je chráněn před nečistotami, prachem a kapalinami, vysoce kvalitní optické komponenty jsou chráněny, aby byla zaručena dlouhodobá stabilita měření. Spektrofotometr Aeros® má integrovaný laserový senzor vzdálenosti mezi čidlem a vzorkem. U vzorku s jinou tloušťkou senzor

automaticky kompenzuje nastavení vzdálenosti. Během měření vzorku se provádí pět měření za sekundu. Během plné rotace vzorku se provádí průměrně 25 měření. To je rozhodující výhoda, zejména při zkoumání nehomogenních vzorků.

Obr.: spektrofotometr Aeros®



Dodávaný software přímo vyhodnocuje požadované spektrální hodnoty a indexy. Snadno použitelný barevný dotykový displej s vysokým rozlišením zobrazuje tolerance, pracovní standardy a odchylky. To znamená, že chromatičnost, barevný prostor a trendy lze vizualizovat a individuálně konfigurovat stisknutím tlačítka. Výsledky lze předat přímo emailem, přenést do existujících laboratorních sítí, uložit na externí médium přes rozhraní USB nebo vytisknout.

» www.hunterlab.de

NOVÉ MOBILNÍ ŘEŠENÍ V BLÍZKÉ INFRAČERVENÉ SPEKTROSKOPII

Trinami X, stoprocentní dceřiná společnost firmy **BASF**, nedávno oznámila uvedení mobilního spektroskopického zařízení pracujícího v blízké infračervené oblasti (NIR). Spektroskopie je osvědčená metoda analýzy, kterou společnost nyní činí dostupnou a přístupnou mimo tovární a laboratorní aplikace.

Obr.: Mobilní spektroskopické zařízení Trinami X



Firma vyvinula výkonné měřicí zařízení, včetně interně vyráběného infračerveného polovodiče,

pro rychlou a přesnou analýzu molekulární struktury různých materiálů v rozsahu vlnových délek do 2,5 μm. Infračervené polovodiče společnosti jsou velmi malé a mají vysokou detektivitu, a proto umožňují vytvoření výkonného, miniaturizovaného NIR spektrometru. Firma nabízí všechny potřebné schopnosti v jediném, ručním zařízení: mobilní a robustní hardware, přesné analýzy dat a materiálů a vynikající molekulární a chemický software. Aplikace sahají od zemědělství po testování potravin a nápojů, stejně jako chemické a průmyslové procesy. Mezi případy použití, které může společnost podpořit, patří vstupní kontrola, kontrola kvality, analytika v terénu, třídění a identifikace materiálu.

» www.trinamix.de

STRUKTURNÍ 3-D FILTRY

Nový filtrační element od firmy **Wolftechnik** má se speciálně uspořádanou trojrozměrnou vláknovou maticí až 5krát větší kapacitu zachycení nečistot než klasické filtrační vložky pro rozdělování kapalně a pevné fáze. Struktura 3D filtru je zvláště vhodná pro filtraci kapalin s vysokým obsahem pevné látky. Speciální struktura filtru 3D sestává z navinutých filtračních vrstev a zajišťuje reprodukovatelné filtrační vlastnosti pro vysoce náročné aplikace.

Obr.: Filtrační patrona ASH



Filtrační patrona ASH je velkoobjemová filtrační kazeta s konstantní strukturou pórů vyrobená z dvoukomponentních PP vláken, které jsou od sebe odděleny drenážní sítí. Výsledná velmi objemná struktura filtru umožňuje mimořádně vysokou kapacitu zachycování nečistot.

Filtrační vrstvy z PP-dvoukomponentních vláken zaručují vysokou propustnost bez ztráty retenční rychlosti částic i při vysokých tlakových ztrátách. Filtrační patrony se strukturou 3D filtru zajišťují reprodukovatelné filtrační vlastnosti pro vysoce náročné aplikace.

Aplikace zahrnují výrobu keramických destiček pro solární články a počítačové čipy, výrobu lešticích past pro optický průmysl, výrobu laků, barev, inkoustů, kyselin a louhů, čistých chemikálií, rozpouštědel, potravin a nápojů, kosmetiky a ultračisté vody. Kromě filtrace suspenze jako základního materiálu pro výrobu elektrod lithiových baterií jsou také zvláště vhodné pro dělení kapalin s vysokým obsahem pevných látek, jako je břecika při výrobě technické keramiky pro elektronický průmysl a pro výrobu světelných prvků.

» www.wolftechnik.de

STANOVENÍ MĚRNÉHO POVRCHU METODOU BET A MĚŘENÍ MIKROPÓRŮ

Príspevek se zabývá tématem volby měřicího plynu a teploty chladicí lázně při měření adsorpčních izoterem a využitím nového kryostatu 3P cryoTune k měření s argonem při teplotě kapalného argonu.

U stanovení měrného povrchu BET pomocí dusíku při jeho teplotě varu 77 K (−196 °C) není výjimkou až 30% chyba. Ta je způsobena rozdílnou plochou obsazenou jednou molekulou dusíku v závislosti na chemii povrchu. Je to důsledek nekulové geometrie molekuly dusíku a jeho kvadrupólového momentu. Tato chyba měření se typicky týká polárních (oxidických) povrchů a grafitizovaného uhlíku. Pro stanovení realitě blízkého měrného povrchu je v ISO 9277:2010 doporučeno pro tyto materiály používat argon při jeho teplotě varu 87 K (−186 °C), alternativní použití argonu v kapalném dusíku není vhodné.

Zároveň pro měření mikroporézní oblasti izotermy existuje doporučení komise IUPAC [1] z roku 2015, které uvádí, že z řady důvodů je nejvhodnější používat měření pomocí argonu při teplotě varu kapalného argonu (87 K). Kromě správné interpretovatelnosti dat o pórech menších než 0,7 nm oproti měření s dusíkem to zároveň přináší zhruba 40% úsporu měřicího času. Pro ilustraci: měření trávající s dusíkem při 77 K déle než 70 hodin (dle tabulky relativních tlaků – AntonPaar-Quantachrome) s použitím přírůstkového dávkování dusíku zabere 40 hodin, s argonem při 87 K jen 24 hodin (informace pochází z podrobné studie Dr. Klanka citované níže).

3P cryoTune – nový kryostat

Problém s kapalným argonem není způsoben ani tak jeho nedostupností v rámci ČR, jako spíše v minimálním požadovaném odebraném množství, které je násobně větší než typická měsíční spotřeba pro běh třístanicového fyzisorpčního analyzátoru. Teprve na jaře 2017 se objevilo první cenově dostupné kryostatické příslušenství, které umožňuje realizovat měření s argonem při teplotě kapalného argonu, ovšem s využitím kapalného dusíku jako chladiva a termostatem zasunutým do Dewarovy nádoby. Pokud se tedy chcete vydat cestou měření s argonem při 87 K a pravidelné dodávky kapalného argonu pro vás nejsou řešením, kryostatické příslušenství cryoTune od 3P Instruments je smysluplnou alternativou, která je kompatibilní s většinou statických volumetrických analyzátorů adsorpce, které jsou dostupné na trhu, včetně mezoporézních.

Kryostat cryoTune přináší i další možnosti analýz, konkrétně měření izoterem s „nestandardními“ plyny, jejichž bod varu je v rozmezí 82–323 K (−191 až +50 °C). Jedná se zejména o argon, krypton, xenon, oxid uhličitý, oxid uhelnatý, amoniak, kyslík, SF₆ a C₁ až C₄

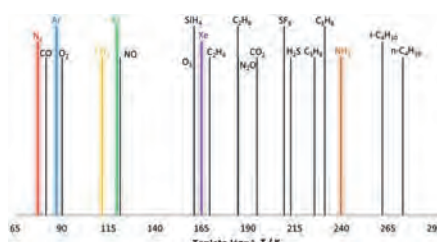
Obr. 1: Kryostat cryoTune



uhlovodíky. Tato měření jsou atraktivní zejména pro charakterizaci nových mikroporézních materiálů, jako jsou MOFy, COFy, zeolity a jim podobné. Dále umožňuje měřit izosterické (diferenciální) teplo adsorpce pro určení síly vazby plynu na pevném povrchu v závislosti na pokrytí.

Přidáním nástrojem pro charakterizaci adsorpčních materiálů a kolon pracujících s plyny a parami je dynamický průtočný analyzátor směsí plynů 3P mixSorb, který je schopný rozlišit komplexní chování směsí v průmyslových podmínkách a spolu s dodávaným simulačním SW umožňuje předpovídat průrazové křivky kolon v různých pracovních podmínkách.

Obr. 2: Teploty varu plynů dosažitelné pomocí kryostatického příslušenství cryoTune a kapalného dusíku



Kdy je použití argonu při 87 K důležitě pro stanovení měrného povrchu?

- Při chemické modifikaci povrchových skupin a sledování vlivu na měrný (specifický) povrch.
- Při snaze o korektní vyjádření kinetických dějů závislých na ploše pevné (porézní) látky, zejména pokud jde o rychlost rozpouštění látek, stárnutí/degradaci katalyzátoru, aj.
- Obecně vždy, když chcete mít jistotu, že uvádíte čísla, která jsou maximálně blízká realitě.

Praktické aspekty měření a konkrétní výsledky pro různé adsorbující plyny při jejich teplotě varu obsahuje zatím nepublikovaná studie generálního ředitele 3P instruments Dr. Klanka – výrobce cryoTune, která vznikla ve spolupráci s výzkumníky z německých

univerzit. Dr. Klank se významně zapojuje do inovací firemního portfolia fyzisorpčních přístrojů, neboť takový přístroj kdysi sestrojil v rámci svého doktorátu.

Tato jeho systematická studie se zabývá vlivem měřicího plynu na měrný povrch, objem a velikost pórů pro různé adsorbenty (alumina, silika, saze, karbid wolframu, různé MOFy a pórobeton) a obsahuje přehlednou tabulku s parametry jednotlivých plynů. Výsledky této studie ukazují až o třetinu zvýšený měrný povrch při měření dusíkem (tab. 1) oproti reálné hodnotě naměřené pomocí argonu i dalších symetrických adsorptiv, jako jsou krypton, xenon a metan. Měrný povrch měřený xenonem vychází oproti argonu menší, což je způsobeno velikostí adsorptivu a tím zmenšenou dostupností nejmenších pórů a povrchových nerovností pro tento plyn. Zároveň je vidět, že objem pórů je téměř identický pro všechny plyny. Využitím Gurvichova pravidla $D_p = 4V_p/A_p$ u mezoporézního vzorku bychom dospěli k významně menší střední velikosti póru použitím dusíku oproti skutečnosti. V této studii bylo využito cryoTune příslušenství k dosažení požadované teploty sorpce (bodu varu) použitých plynů.

Tab. 1: Měrný povrch A_{BET} a objem pórů V_p stejného adsorbentu v závislosti na použitém plynu (adsorptiv) a teplotě adsorpce

Adsorptiv	A_{BET} [m ² g ⁻¹]	V_p [cm ³ g ⁻¹]
Dusík 77 K	200	0,23
Argon 87 K	150	0,22
Krypton 120 K	140	0,22
Xenon 165 K	120	0,21
Methan 112 K	150	0,22

Uvažujete o pořízení nového mikroporézního fyzisorpčního analyzátoru s cryoTune příslušenstvím?

Námi dodávaný analyzátor 3P micro až se třemi zcela nezávislými měřicími stanicemi umožňuje využívat tři příslušenství

Obr. 3: Analyzátor 3P micro



cryoTune současně, zcela nezávisle a bez dodatečných prostorových nároků. Takovou naprosto unikátní instalaci máme již v České republice! Navíc měření izoterm probíhá po jednotlivých dávkách, takže pro každou dávku (bod izotermie) se automaticky zaznamenává a zobrazuje též tlakový profil ustalování. Budete tak schopni rychle rozpoznat neustálené body izotermie, které u konkurenčních přístrojů nelze jednoduše odhalit. Zároveň ušetříte až 40% měřicího času v mikroporézní oblasti oproti cílení na konkrétní relativní tlaky podle tabulky, a to i s více naměřenými body na izotermě.

Odborná podpora na dosah

Německý výrobce 3P Instruments má již 30letou zkušenost na trhu, neboť vznikl přejmenováním z Quantachrome GmbH, a dodává analyzátory porozity, měrného povrchu, hustoty, dynamické sorpce plynů, chemisorpce a dalších řešení. Mezi nejsilnější stránky společnosti patří kvalita a rychlost podpory svých zákazníků a velký inovační potenciál. Její produkty kombinují to nejlepší z konkurenčních technologií a přidávají něco navíc. Na německém trhu je velmi úspěšná nejen díky velkým demolaboratorům s možnostmi placených analýz, ale i rozsáhlému know-how.

Na českém trhu ji zastupuje ANAMET s.r.o.

Literatura

[1] Thommes, M., Kaneko, K., Neimark, A.V., Olivier, J.P., Rodriguez-Reinoso, F., Rouquerol, J., Sing, K.W., Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report), *Pure and Applied Chemistry*, 87(9–10), (2015), 1051–1069, doi.org/10.1515/pac-2014-1117

Ing. Michal DUDÁK, Ph.D. ANAMET s.r.o.,
dudak@anamet.cz

ANAMET s.r.o.

Nový německý výrobce s
30letou historií



3P Micro

- Automatický analyzátor adsorpce
- BET a distribuce velikosti pórů 0,4-400 nm
- Až 3 nezávislé měřicí a 4 odplynovací stanice
- Zobrazení kinetiky sorpce pro kontrolu rovnováhy
- Sorpce par, měření hustoty

+ 3x cryoTune

- Ekonomický kryostat pro teploty 82-323 K
- Kompatibilní s většinou analyzátorů adsorpce
- Tichý, nízká spotřeba, kapalný dusík jako chladivo



= až 3 zcela nezávislá měření – různé plyny i teploty sorpce

www.anamet.cz

sales@anamet.cz

ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI VARNÝCH DESEK

Míchadla s varnou deskou **OHAUS** s redundantními bezpečnostními prvky nabízejí účinnost i bezpečnost provozu v laboratořích.

Interní ochranný systém SafetyHeat™ nabízí duální sledování stavu zařízení. Pokud jednotka zjistí potenciální problém, SafetyHeat™ vypne funkci topení a upozorní uživatele předtím, než dojde k přehřátí. Chemicky odolné rozvody SmartHousing™ pro vedení citlivých vnitřních součástí zůstávají v chladu při dotyku i při vysokých teplotách. Digitální displej přístroje je vybaven snadno viditelným varovným indikátorem.

Pro složitější nastavení jsou špičkové varné desky série Guardian™ 7000 vybaveny dalšími

Obr.: Varná deska OHAUS Guardian™ 7000



pokročilými bezpečnostními funkcemi Smart™, včetně SafetyPresence™, SmartLink™, SmartHeat™ a SmartRate™. Technologie SmartPresence™ využívá infračervený snímač k rozpoznání, kdy je uživatel poblíž, a pokud není nikdo detekován, vypne jednotku. SmartLink detekuje, kdy je

spojení Bluetooth® přerušeno a bezpečně vypne funkci topení. Aplikace OHAUS nabízí připojení mobilního telefonu pro dálkové monitorování Guardian 7000 s další bezpečnostními funkcemi. SmartHeat™ a SmartRate™ zajišťují přesnou kontrolu vzorků tím, že umožňují výběr měřených teplot a rychlostních ramp.

Varné míchané desky Guardian™ 5000 a 7000 nabízejí silný a konzistentní míchací výkon. Přesné míchání od 60 do 1 600 ot/min je možné díky konstrukci výkonného motoru, silného magnetu a softwarově řízené rychlosti zajišťující bezpečné magnetické spojení i pro viskózní aplikace. Guardian™ Hotplate Stirrers jsou vyrobeny z vysoce kvalitních součástí vysoké trvanlivosti a spolehlivosti. K dispozici je osm modelů s více než 40 doplňky, které vyhovují konkrétním aplikacím.

» www.ohaus.com

KDYŽ JE VELIKOST ČÁSTIC DŮLEŽITÁ

BISSCHOPS M.

Shimadzu Europa GmbH, www.shimadzu.eu

V současnosti nejrozšířenější metodou pro měření distribuční křivky velikostí částic je laserová difrakce. Firma Shimadzu vyrábí řadu granulometrů SALD, které jsou spolehlivými a výkonnými nástroji pro určování granulometrie práškových materiálů. Jedná se o modely SALD-2300, který je schopen měřit suché prášky i suspenze a jehož měřicí rozsah je 17 nm až 2500 μm , a SALD-7500, optimalizovaný pro měření malých částic v kapalinách s měřicím rozsahem 7 nm až 800 μm . Granulometry jsou pro měření částic v suspenzích vybaveny různými měřicími celami. Vzhledem k tomu, že přístroje mají modulární koncepci, je možné měřicí celý rychle měnit.

Nejčastěji bývají částice rozdispergovány v kapalině. Existují ale i případy, kdy je potřeba měřit suché vzorky. Suché měření se používá hlavně v případech, kdy je materiál zpracováván suchý a potřebujeme znát jeho vlastnosti pro další zpracování nebo transport v suché formě. Pak je pro měření potřeba zajistit, aby suchý prášek prolétl laserovým paprskem.

Obr. 1: Granulometr Shimadzu SALD-2300 v uspořádání pro měření suchých prášků



Při měření suchých prášků je nádoba se vzorkem umístěna do jednotky DS-5, otáčí se a pomalu stoupá vzhůru k nasávací hlavě. Ze vzduchu a vzorku je vytvářen vír („cyklón“) – zde dochází k první deaglomeraci částic. Vzorek pak cestou do měřicí komory s laserovým paprskem prochází Venturiho tryskou a je „vystřelen“ do měřicí cely. Je možnost volby tří různých trysek, kterými se vzorek dostává do měřicí cely. Trysky mají proměnný průřez, díky čemuž dochází během průtoku vzduchu tryskou k několika změnám rychlosti a tlaku a vytváří se výrazně turbulentní proudění. Díky tomu dochází k další deaglomeraci částic.

Obr. 2: Dispergační jednotka pro suché prášky DS-5



Na obr. 2 je vyobrazena dispergační jednotka pro suché prášky DS-5. V dispergační jednotce je vidět průhledný válec. To je nádoba na vzorek. Při plnění vzorkem nebo čištění je možné ji vyjmout. Tuto nádobu lze naplnit přibližně 1–5 cm^3 suchého vzorku. Pro představu: Jako výchozí množství vzorku můžete použít objem odpovídající přibližně objemu kostky cukru.

Volba geometrie trysky záleží na vlastnostech měřeného prášku. Některé geometrie umožňují měření velmi křehkých nebo velkých částic. Kromě geometrie trysky je možné měnit také tlak vzduchu nebo rychlost pohybu nasávací hlavy dispergační jednotky. Po průletu částic laserovým paprskem je pak vzorek zachycen vysavačem.

Některé prášky ovšem mají vysokou tendenci aglomerovat. V takovém případě je vhodné částice rozdispergovat v kapalině, protože je v kapalině většinou snadnější dosáhnout lepšího rozdispergování.

Měření

Pro získání dobré představy o měření práškových materiálů byly provedeny 2 testy s různými vzorky. Pro srovnání byly vzorky měřeny jak suché, tak i v kapalině. Měření v kapalině bylo provedeno v neprůtočné dávkové měřicí cele s manuálním promícháváním BC23 („batch cell“).

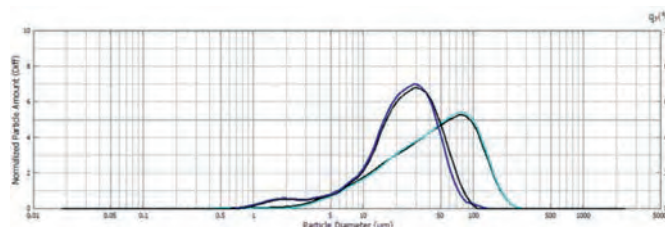
Tab. 1: Parametry dispergační jednotky pro suché prášky DS-5

	DS-5
Rozsah měření	0,3 μm – 2500 μm
Objem	1 ml – 10 ml
Koncentrace	0,1 ppm – 10 ppm
Tlak vzduchu	0,5 – 5 bar

Tab. 2: Výsledky měření fosforečnanu amonného

	ϕ [μm] Poloha maxima	ϕ [μm] Medián	ϕ [μm] Střední hodnota	(1–99 %) D [μm]
Ammonium-phosphat BC	30,617	23,042	19,712	1,227–83,359
Ammonium-phosphat BC	30,617	24,390	21,112	1,324–83,170
Ammonium-phosphat DS-5	79,137	43,089	36,267	2,173–181,792
Ammonium-phosphat DS-5	79,137	45,155	38,646	3,262–183,756

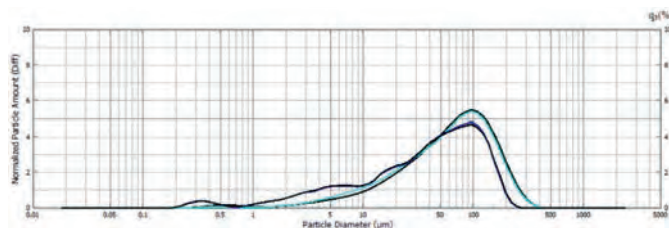
Obr. 3: Distribuční křivky velikostí částic fosforečnanu amonného



Tab. 3: Výsledky měření oxidu hořečnatého

	ϕ [μm] Poloha maxima	ϕ [μm] Medián	ϕ [μm] Střední hodnota	(1–99 %) D [μm]
Magnesium-oxid BC	100,628	43,125	29,493	0,307–193,134
Magnesium-oxid BC	100,628	42,504	29,261	0,312–195,627
Magnesium-oxid DS-5	100,628	64,637	50,706	1,063–284,851
Magnesium-oxid DS-5	100,628	61,598	48,770	1,260–280,541

Obr. 4: Distribuční křivky velikostí částic oxidu hořečnatého.



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

Vědci ze skupiny Fotoelektrochemie **Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů** (RCPTM) pod vedením profesora Patrika Schmukiho vyvinuli novou technologii umožňující ukotvení jednotlivých atomů platiny na povrch TiO_2 . Oxid titaničitý je jeden z nejdostupnějších 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) 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 pasti pro ukotvení individuálních atomů platiny po jednoduché impregnaci roztokem Pt_4^{+} . Metoda dovozuje elegantně kontrolovat hustotu povrchových defektů a tedy i míru pokrytí vrstev TiO_2 jednotlivými atomy platiny. Takto navázané atomy zvyšují fotokatalytickou účinnost oxidu titaničitýho až 150krát ve srovnání s obvykle používanými 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.

» www.rcptm.cz

DĚLENÍ IZOMERŮ XYLENU

Průmyslový proces, který v současnosti v petrochemických závodech po celém světě spotřebovává obrovské množství energie, by mohl být nahrazen alternativním procesem, který nevyžaduje žádnou tepelnou energii nebo zvýšený tlak.

Profesorka Niveen Khashab z **Centra pokročilých membrán a porézních materiálů krále Abdullaha** (KAUST) ze Saúdské Arábie a její kolegové vyvinuli nový způsob, jak oddělit deriváty benzeny zvané xyleny. Xyleny se vyskytují ve třech různých izomerních formách, které se od sebe liší pouze v poloze jediného atomu uhlíku. Xyleny se používají v mnoha rozsáhlých

Závěr

Naměřené výsledky ukazují velmi dobrou opakovatelnost měření u obou způsobů dispergace. Podle očekávání byly výsledky měření v kapalině díky kvalitnější dispergaci posunuty k menším velikostem než při měření suchých prášků. Tento posun se liší podle tendence částic k aglomeraci.

Z podkladů firmy Shimadzu přeložil Ing. Marek ČERNÍK, uniexport@uniexport.co.cz.

VĚDA A VÝZKUM

aplikacích, včetně polymerů, plastů a vláken a jako přísady do paliva, ale mnoho použití využívá pouze jeden ze tří izomerů. Protože jsou si izomery podobné, jsou jejich fyzikální vlastnosti, jako je teplota varu, velmi blízké, což činí dělení energeticky náročné.

Globální energetické náklady na separaci těchto izomerů pomocí destilace jsou každoročně asi 50 gigawattů. K oddělení izomerů xylenu použila Khashab a její tým cyklické molekuly zvané kukurbiturily (cyklické oligomery glykolurilu). Prostor uvnitř těchto molekul může hostovat menší molekuly. Tým ukázal, že prostor uprostřed kukurbit[7]urilu má ideální velikost pro umístění ortoizomeru xylenu. Za použití procesu zvaného extrakce kapalina-kapalina použil tým kukurbit[7]uril k oddělení ortoxylenu od ostatních izomerů. Na rozdíl od předchozích 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 provozech petrochemických společností. Kromě toho je kukurbit[7]uril levný, komerčně dostupný nebo snadno výrobitelný a vysoce stabilní ve srovnání s většinou porézních materiálů.

» www.kaust.edu.sa

MIKROSYSTÉM PRO RYCHLEJŠÍ A UDRŽITELNĚJŠÍ PRŮMYSLVOU CHEMII

Syntéza prekurzorů plastů, jako jsou polymery, zahrnuje specializované katalyzátory. Tradiční metoda hledání a screeningu těch správných pro daný výsledek však spotřebovává litry rozpuštědel, generuje velké množství chemického odpadu a je to nákladný a časově náročný proces zahrnující mnoho pokusů.

Ryan Hartman, profesor chemického a biomolekulárního inženýrství na **New York Tandon University**, a jeho laboratoř vyvinuli laboratorní „inteligentní mikrosystém“ využívající strojové učení pro modelování chemických reakcí, který ukazuje možnost odstranění tohoto nákladného procesu a minimalizaci škod na životním prostředí.

Ve svém výzkumu zveřejněném v časopise *Nature Machine Intelligence* využili vědci prototypového mikroreaktoru ve spojení s automatickou infračervenou termografií in situ, aby studovali exotermickou polymeraci (generování tepla). Tyto reakce jsou obtížně kontrolovatelné z důvodu nedostatku experimentálních kinetických dat. Spojením efektivní mikrofluidní technologie s algoritmy strojového učení k získání vysoce věrných dat založených na minimálních

iteracích dokázali snížit chemický odpad o dva řády a dobu trvání výzkumu z týdnů na hodiny.

Hartman vysvětlil, že navrhování mikrofluidního uspořádání vyžaduje, aby tým nejprve odhadl termodynamiku polymerační reakce, v tomto případě reakce s využitím metalocenových katalyzátorů, široce používaných v polymeraci polyetyleny a dalších termoplastických polymerů v průmyslovém měřítku. Vědci nejprve odhadli množství uvolněného tepla a množství komponent. Znalost těchto veličin umožňuje navrhnout mikrofluidní zařízení, které může sledovat aktivitu katalyzátorů a nabízet škálovatelné mechanismy napodobující vnitřní kinetiku potřebnou pro procesy v průmyslovém měřítku.

Výzkumný tým pomocí katalyzátorů na bázi zirkonocenu spojil mikrofluidní reaktor s automatickou pumpou a infračervenou termografií k detekci změn reaktivity sloučenin, které uvolňují teplo během své tvorby vedoucí k efektivnímu vysokorychlostnímu experimentování při mapování reaktivity katalyzátoru. Jelikož byl tento proces prováděn v malém reaktoru, byli schopni použít katalyzátor rozpuštěný v kapalině, což eliminuje potřebu extrémních podmínek pro zahájení katalýzy.

Faktem je, že většina plastů se vyrábí za použití metalocenových katalyzátorů vázaných na částice oxidu křemičitýho, čímž se vytváří heterogenní substrát, který polymerizuje monomery, jako je propylen a etylen. Nedávný pokrok v homogenní katalýze s rozpuštěným metalocenem umožnil mírnější reakční podmínky.

Hartmanova skupina dříve prokázala, že umělé neuronové sítě (ANN) lze použít jako nástroj pro modelování a pochopení polymerací. V novém výzkumu použili neuronové sítě k modelování exotermní polymerace katalyzované zirkonoceny. Pomocí systémů MATLAB a LabVIEW pro řízení reakcí generováním pokročilých výpočetních algoritmů vědci vytvořili řadu ANN pro modelování a optimalizaci katalýzy na základě experimentálních výsledků.

Chemické společnosti obvykle používají reaktory o objemu 100 mililitrů až 10 litrů ke screeningu stovek katalyzátorů, které by mohly být následně použity při výrobě plastů. Zde se používá objem méně než mililitr a zmenšování laboratorních experimentů se zmenšuje měřítko potřebných zařízení. Tato práce poskytuje užitečný nástroj pro vědeckou i technicko-ekonomickou analýzu složitých katalytických procesů.

Objevy Hartmana a jeho skupiny otvírají dveře novému typu výzkumu, který zahrnuje především koncept automatizované nebo „robotické“ chemie, zvýšení propustnosti, věrnost dat a bezpečné zacházení s vysoce exotermickými reakcemi.

» www.engineering.nyu.edu



Zvýšený výkon

Granulometr SALD-2300, pracující na principu laserové difrakce, poskytuje výběr funkcí, možností a analytických aplikací umožňujících provádět měření v řadě oblastí jako jsou farmacie, kosmetika, potravinářství, nápoje, pigmenty, nátěrové hmoty, keramika nebo materiály pro elektroniku.

Široký rozsah

Měření v širokém rozsahu koncentrací částic od 0,1 ppm do 200.000 ppm (20 %).

Uživatelsky přívětivý software

Funkce umožňující automatický výpočet indexu lomu minimalizuje riziko chybného zadání indexu lomu. Software má implementovanou funkci asistenta pro měření. Měření mohou být prováděna na základě vytvořených SOP (standardních operačních postupů).

Rozsah měření

17 nm až 2.500 μm . Stejnorodá data v celém širokém rozsahu. Doba měření od 1 s.

Vysoká citlivost

Přístroj SALD-2300 dosahuje při měření excelentní citlivosti.



Unikátní suché vývěvy nXDS



SPOL. S R.O.

Dodává: 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

Produktivní Bezpečný Kompaktní Ethos LEAN



SPOL. S R.O.

Dodává: 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

MĚŘENÍ SYPKÝCH MATERIÁLŮ, PRACHU A GRANULÍ



PROCES

- ✓ Měření průtoku
- ✓ Měření vlhkosti
- ✓ Detekce sype se / nesype se
- ✓ Detekce protržení filtrů
- ✓ Měření prašnosti



Pro více informací nás prosím kontaktujte.
Naši specialisté jsou vám k dispozici.



Okružní 2326, 544 01 Dvůr Králové n.L., Czech republic, www.polz.cz
tel.: +420 602 649 663, e-mail: polz@polz.cz

RYCHLÉ A SPOLEHLIVÉ STANOVENÍ OBSAHU UHLÍKU A SÍRY POMOCÍ ELEMENTÁRNÍ SPALOVACÍ ANALÝZY – UŽITEČNÝ DOPLNĚK K XRF

BECH L.

METALCO TESTING s.r.o., ludek.bech@metalco.cz, www.metalco.cz

Součástí výrobního procesu vysoce kvalitního cementu je kontrola kvality vstupních surovin, stejně jako meziproductů a finálních produktů. V každé výrobní fázi se odebírají, zpracovávají a analyzují vzorky pro stanovení chemického složení materiálu.

Pro rychlé, přesné a spolehlivé stanovení uhlíku a síry jsou k XRF analyzátorům užitečným doplňkem elementární analyzátoři využívající technologii spalování. Kromě redukce velikosti vzorku již není nutná žádná další příprava. Na rozdíl od XRF analýzy lze měřit obsah prvků C a S již od několika ppm až do 100 % a obvykle se získají výsledky během 60 až 120 sekund.

Elementární spalovací analýza

V závislosti na matrici vzorku (např. cement nebo palivo) se pro stanovení obsahu C a S používají různé typy analyzátorů. Elementární analyzátoři obecně spalují vzorek v proudu kyslíku a následně se analyzují uvolněné plyny (CO_2 a SO_2) pomocí celý infračerveného záření.

Anorganické vzorky s nízkým obsahem C a S (např. cement) jsou obvykle spalovány v indukční peci (obr. 3) při teplotách až do 2200 °C. Nejprve se musí pomocí laboratorního mlýna redukovat velikost částic vzorků (cementového slínku, sádry, syrové směsi nebo vápna) na cca 200 μm a poté se naváží malý reprezentativní vzorek (200 mg) do keramického kelímku (obr. 1). V dalším kroku se do kelímku přidají urychlovače (1 g wolframu a železa). Kompletní analýza obsahu C a S trvá pouze 60 sekund.

Obr. 1: Navážka vzorku



Organické vzorky (např. paliva) nelze kvůli jejich odlišnému chování při spalování zpracovat v indukční peci. Paliva, která jsou obvykle používána v cementářském průmyslu (uhlí, koks, sekundární paliva), mají vyšší obsah uhlíku než cement a lze je měřit pouze pomocí odporové pece (obr. 4) při teplotách kolem 1300 °C. Po redukci velikosti částic vzorku paliva na cca 200 μm lze reprezentativní vzorek (500 mg) analyzovat přímo bez přidání urychlovačů. Obsah C a S se získá během 120 sekund.

V zásadě se musí laboratoř rozhodnout, zda se pro její požadavky hodí více elementární analyzátor s indukční nebo odporovou pecí. ELTRA Elementrac CS-d (obr. 2) je jediným analyzátořem na trhu, který kombinuje tyto dvě spalovací techniky do jednoho zařízení (Eltra Dual Furnace) a je proto ideální pro různé analytické aplikace v cementárně.

Obr. 2: ELTRA Elementrac CS-d elementární spalovací analyzátor pro stanovení obsahu C a S v organických a anorganických vzorcích



Příklad použití cementu

Vzhledem k velkému celosvětovému objemu výroby cementu je pro kontrolu kvality výroby nutné spolehlivé stanovení obsahu C a S. Pokud je například obsah S příliš vysoký, mohl by být cement znehodnocen chemickou reakcí s kyselinou sírovou. V cementářském průmyslu je obsah C obvykle certifikován jako obsah CO_2 a obsah S je uveden jako obsah SO_3 . ELTRA Elementrac Software poskytuje výsledky v různých formách (S, SO_3 , SO_4 , C, CO_2).

Přesnost měření pomocí CS-d ukazuje následující výsledky z měření 10 vzorků cementu:

% CO_2 ... 6,01 ± 0,04

% SO_3 ... 2,61 ± 0,04

Obr. 3: Analýza anorganického vzorku v indukční peci



Obr. 4: Analýza organického vzorku v odporové peci



Příklad použití paliva

Při výrobě cementu se používají různá paliva. Obsah uvolněné síry v těchto palivech je velmi důležitým parametrem při odsířování spalín. Uhlí na jedné straně vykazuje poměrně vysoký obsah síry, až 5 %.

Na druhou stranu sekundární paliva (jako dřevo nebo biomasa) mají obsah síry jen asi 0,02 %. Spalovací pec CS-d je schopna analyzovat tyto vzorky velmi přesně a spolehlivě.

Přesnost měření pomocí CS-d ukazuje následující výsledky z měření 10 vzorků dřeva:

% C ... $49,86 \pm 0,18$

% S ... $0,02 \pm 0,001$

Přesnost měření pomocí CS-d ukazuje následující výsledky z měření 10 vzorků uhlí:

% C ... $64,42 \pm 0,07$

% S ... $0,56 \pm 0,002$

Závěr

Pro rychlé, přesné a spolehlivé stanovení obsahu C a S ve vzorcích cementu, paliv a souvisejících produktů jsou elementární spalovací analyzátoři užitečným doplňkem k XRF analyzátorům. Díky kombinaci odporové a indukční pece nabízí ELTRA Elementrac CS-d jedinečnou nabídku na trhu, zahrnující široký rozsah aplikací pro stanovení C a S v organických a anorganických vzorcích.

UNIKÁTNÍ RAMANŮV RUČNÍ SPEKTROMETR AGILENT VAYA – OVĚŘENÍ TOTOŽNOSTI VSTUPNÍCH SUROVIN PŘÍMO PŘES PAPÍROVÉ PYTLE

PRULLIÈRE F.

Agilent Technologies, United Kingdom

Agilent Vaya je ruční Ramanův spektrometr, jež umožňuje ověření totožnosti vstupních surovin a to přes průhledné i neprůhledné obaly. Možnost měření přes neprůhledné obaly znamená velké zjednodušení a urychlení procesu příjmu vstupních surovin v regulovaných (GMP) prostředích. Tento článek popisuje, jak může být přístroj Vaya užitečný ve skladových prostorách farmaceutických firem při ověření totožnosti vstupních surovin přes papírové obaly, neboť papírové pytle jsou primárními či sekundárními typy obalů pro vstupní suroviny určené pro výrobu farmaceutických produktů. Papírové pytle jsou hojně využívány jako obalový materiál z důvodu snadné recyklaci a dalšímu využití. Další výhodou jsou i nízké ekonomické náklady na balení. V těchto obalech je tak do farmacie dodáváno mnoho surovin jako jsou například monohydrát laktózy, mannitol, mikrokrytalická celulóza a sacharóza.

Magnézium stearát, mikrokrytalická celulóza, mannitol, sacharóza a laktóza jsou komoditami, které jsou často používány jako plnidla nebo pomocné látky v pevných orálně podávaných dávkách. Tyto materiály jsou typicky dodávány v papírových obalech, snadno se s nimi manipuluje a zachází. Při příjmu a před použitím je u těchto pomocných látek potřeba ověřit totožnost v souladu s regulačními požadavky.

Pomocné látky jsou při příjezdu vyloženy z nákladního vozu a jsou přesunuty do karanténního místa v rámci skladovacích prostor. Následuje vizuální kontrola, zda jsou všechny pytle přesunuty do vzorkovacího prostoru, kde jsou pak otevřeny a navzorkovány. Buď mohou být některé suroviny rovnou změřeny pomocí ručních přístrojů (Raman nebo NIR,) anebo jsou vzorky posílány do laboratoře kontroly kvality, kde jsou provedeny analýzy pomocí FTIR instrumentů či dalších jiných analytických technik. Když jsou jednotlivé pytle navzorkovány/zanalyzovány, tak se zapečetí a vrátí zpět do karanténního prostoru, kde suroviny čekají, až budou analýzy hotové a bude možné uvést suroviny do výroby. Tento proces je velmi náročný jak na čas tak i na samotnou práci personálu, a může trvat i několik dnů, než je proces u konce (tab. 1).

Ověření totožnosti přes papírové obaly

Vaya využívá specifické technologie SORS (Spatially Offset Raman Spectroscopy). Toto unikátní řešení je ideální pro ověření totožnosti vstupních surovin přes neprůhledné obalové materiály jako jsou papírové pytle. Umožňuje testování přímo v karanténním prostoru a vynechává tak potřebu vzorkovací místnosti.

Tab. 1: Potřebný čas pro ověření totožnosti 200 papírových pytlů monohydrátu laktózy pomocí FTIR a běžného ručního Ramana

Oddělení / metoda	Doba trvání měření (hodiny)		
		FTIR – měřeno v laboratoři	Běžný raman ve vzorkovacím prostoru
QC	Příprava na vzorkování obalů	0,5	0,5
Sklad	Přesun materiálu z karantény do vzorkovacího prostoru	0,5	0,5
QC	Otvírání papírových obalů	1,5	1,5
QC	Vzorkování	1	1
QC	Opětovné utěsnění papírových obalů	10	10
Sklad	Přesun materiálu ze vzorkovacího prostoru do karantény	0,5	0,5
QC	Konfirmační test	33,5 (započítán i čas čekání)	1,7
Celkově	47,5 hodin (není zahrnut čas čištění a úklidu)	14,7 hodin (není zahrnut čas čištění a úklidu)	

Dokončení na další str.

SORS využívá metody dle farmakopéy – využívá chemického „otisku prstu“ k identifikaci vstupních surovin uvnitř obalu. S využitím vlastnosti šíření fotonů uvnitř difuzně rozptylujících médií generuje SORS Ramanovo spektrum suroviny bez obalového materiálu, a je tedy možné ověřit suroviny proti známé referenci.

Experimentální část

Aby byly ukázány možnosti spektrometru Agilent Vaya, byla naměřena SORS spektra různých pomocných látek v papírových pytlích a byla porovnána s příslušnými referenčními spektry změřených přes tenké polyethylenové linery. Měřenými vzorky byly magnézium stearát, mikrokrystická celulóza, mannitol a sacharóza. SORS spektra byla zaznamenána pro každou látku ve dvou různých typech materiálů. Prvním materiálem byl třívrstvý papírový pytel (vrchní bílá vrstva, dvě spodní hnědé vrstvy s polyethylenovým linerem) od německého výrobce DFE Pharama. Druhým materiálem byl dvouvrstvý hnědý papírový pytel s polyethylenovým linerem od německého výrobce Meggle Group. Byl zaznamenán skenovací čas pro každé spektrum. Referenční spektra byla zaznamenána v běžném režimu „back scattering“ přes polyethylenový liner. Toto referenční spektrum pak bylo odečteno od spektra vzorku, aby tak byl eliminován jakýkoliv příspěvek obalového materiálu v referenčním spektru.

Výsledky a diskuse

SORS dokáže identifikovat materiály skrz papírové pytle.

Obrázek 1 ukazuje překrývající se spektra polyethylenových linerů (referenční spektra) se spektry měřeními přes papírové pytle. Jelikož Vaya generuje spektra bez interferencí pocházejících z obalů, tak je vysoce vhodný pro ověření totožnosti vstupních surovin v několika-vrstvých papírových pytlích.

Obr. 1: Ověření totožnosti surovin přes vícevrstvé papírové pytle pomocí Agilent Vaya



Vaya dokáže ověřit celé šarže během pár hodin namísto několika dnů.

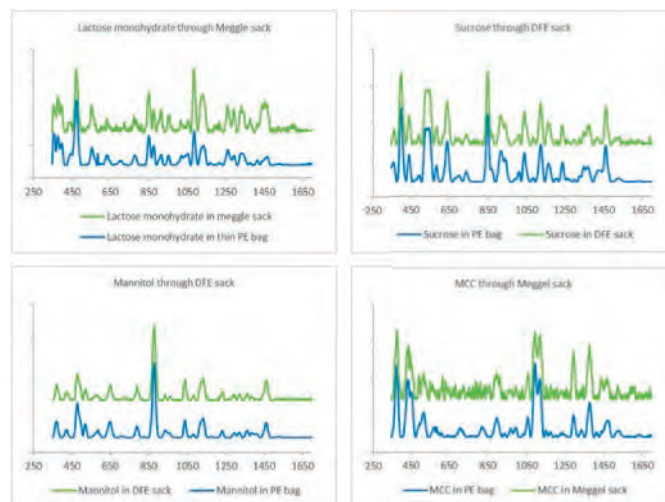
V tabulce 2 jsou uvedeny časy měření a procesování pro jednotlivé ověřovací testy každé účinné látky. Čas ověření totožnosti jednoho vícevrstvého papírového pytle, který Vaya potřebuje, je 90 sekund či méně. Použitím tohoto přístupu již v karanténním prostoru lze celý čas procesu ověření identity zkrátit faktorem 3 či větším v porovnání s použitím běžného přenosného Ramana ve skladovacích prostorech a faktorem větším než 9 pokud budeme porovnávat s použitím FTIR spektrometru v QC laboratoři. Vaya dokáže eliminovat většinu časově náročných kroků jako je vzorkování, čištění apod. Při použití spektrometru Agilent Vaya je proces ověření totožnosti zkrácen natolik, že sklad je schopný uvolnit přijaté suroviny do výroby ještě ten den, kdy byly přijaty.

Při použití Agilent Vaya je zachována integrita obalu během analýzy. Není třeba vzorkovacích prostor. Tento přístup rovněž eliminuje potřebu nákladného spotřebního materiálu jako jsou různá vzorkovací náčiní či vialky. Celkové náklady jsou tak sníženy na minimum.

Tab. 2: Porovnání časů potřebných pro měření jednotlivých surovin v jednotlivých obalových materiálech a j srovnání celkového času analýzy pomocí SORS a pomocí běžného Ramana a FTIR

Účinné látky	Standardní skenovací čas	Obaly	Celkový čas [hod.]	Časový korekční faktor pro porovnání	
				Běžný raman	FTIR v QC
Mono-hydrát laktózy	1 min 20 s	Dfe	4,4	× 3,5	× 10,7
Mono-hydrát laktózy	1 min	Meggle	3,3	× 4,7	× 14,3
MCC	1 min 20 s	Dfe	4,4	× 3,5	× 10,7
MCC	1 min 30 s	Meggle	5,0	× 3,1	× 9,5
Sacharóza	45 s	Dfe	2,5	× 6,3	× 19,0
Sacharóza	30 s	Meggle	1,7	× 9,4	× 28,5
Mannitol	40 s	Dfe	2,2	× 7,1	× 21,4
Mannitol	35 s	Meggle	1,9	× 8,1	× 24,4

Obr. 2: Srovnání spekter monohydrátu laktózy, sacharózy, mannitolu a MCC v papírových pytlích a v PE lineru



Závěr

Ramanův spektrometr Agilent Vaya může výrazně urychlit příjem vstupních surovin, protože umožňuje ověření totožnosti i skrz neprůhledné obaly v karanténním prostoru. Vynecháním kroku otevírání obalu a vzorkování Vaya výrazně redukuje čas potřebný pro příjem velkých objemů účinných látek z řádů dnů na pár hodin. Výsledkem je také výrazné snížení nákladů.

Literatura

- [1] EU GMP Annex 8: Sampling of Starting and Packaging Materials.
- [2] Application of Spatially Offset Raman Spectroscopy to In-Container Testing of Raw Materials for PIC/S GMP Annex 8 Using the Agilent RapID Raman System, Agilent publication number 5991–8859.

*Z materiálů fy Agilent připravila Martina HÁKOVÁ,
Produktový specialista, HPST, s.r.o.,
martina.hakova@hpst.cz*

Zvyšte efektivitu bez zvýšení nákladů! Nový ruční Raman Agilent Vaya

Ověřte totožnost vstupních surovin za pár sekund, aniž byste otvírali obal!

- Ověření totožnosti i přes neprůhledné obaly.
- Není třeba vzorkovacího místa, minimální nutnost manipulace se surovinami.
- Kompatibilita s většinou surovin a obalových materiálů.
- Jednoduché zacházení, vhodné pro GMP, dedikované postupy.

info@hpst.cz | www.hpst.cz



Authorized
Distributor



**Potentiostaty
Galvanostaty
ZRA (Zero Resistance Ammeter)**



Prístroje od firmy Gamry Instruments vhodné pre širokú škálu aplikácií

- korózne merania
- fyzikálna elektrochémia
- testovanie senzorov
- bioelektrochémia
- testovanie a meranie batérií
- hodnotenie povlakov
- polovodiče
- fotovoltaika a ďalšie aplikácie

**VÝHODNÉ AKADEMICKÉ ZĽAVY PRE
UNIVERZITY A VYSOKÉ ŠKOLY**

INTERTEC s.r.o., ČSA 6, Banská Bystrica, Tel.: +421 905 441 876, e-mail: vkolarik@intertec.sk, www.laboratornepristroje.sk

RAMANOVA MIKROSKOPIE PRO CHARAKTERIZACI POLYMERŮ

TKÁČ J.

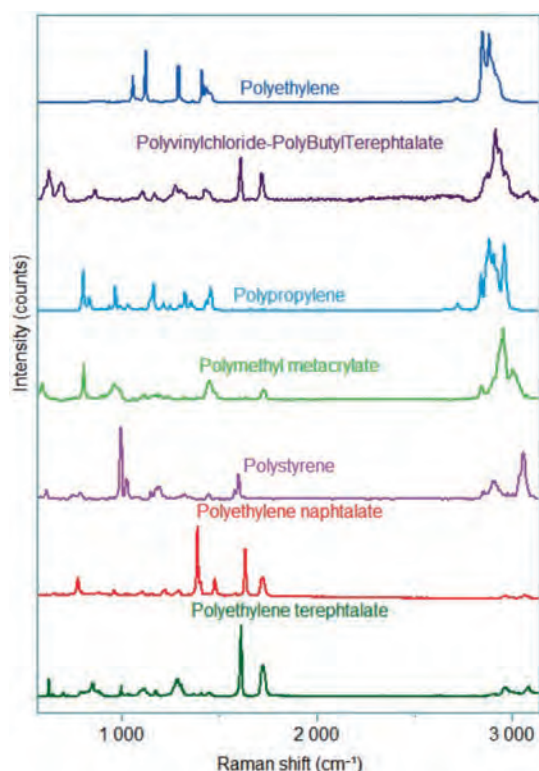
Specion, s.r.o.

Při analýze polymerů se Ramanova mikroskopie stala jedním z nejdůležitějších charakterizačních nástrojů pro velké množství chemických a strukturálních informací, které tato technika nabízí. Ramanova mikroskopie se dá využít v oblastech od charakterizace surovin, přes procesy syntézy, až po kontrolu produktu a zkoumání vad, pokrývající celý proces výroby polymerů. Tyto jedinečné možnosti Ramanovy mikroskopie jsou uvedeny v tomto článku se zaměřením na některé akademické a průmyslové aplikace v oblasti polymerů.

Charakterizace surovin

Ramanova mikroskopie je optická technika poskytující spektra založená na změnách polarizace molekulárních vibrací. Každé pásmo Ramanova spektra je tedy otisk prstu specifické molekulární vibrace v jejím chemickém prostředí. Každá molekula tak bude mít své specifické Ramanovo spektrum. Tudiž i dvě molekuly založené na podobných chemických vazbách, ale s odlišnou chemickou strukturou, budou mít dvě různá spektra.

Obr. 1: Ramanova spektra různých polymerů



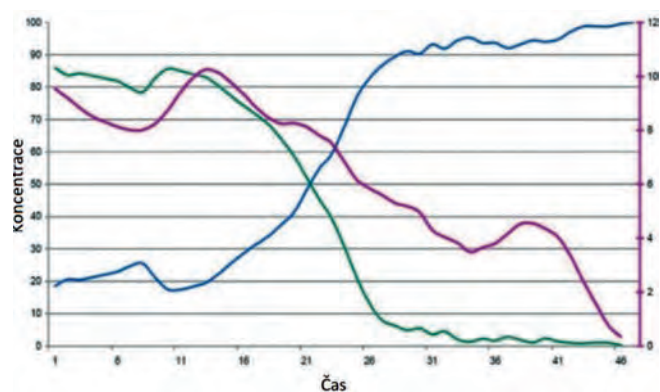
Naměřená Ramanova spektra pak mohou být použita jako nástroje pro identifikaci neznámých látek. V současné době je již takto naměřeno velké množství spekter, které jsou převedeny na komplexní knihovny. Pomocí těchto knihoven pak můžeme spolu s výkonnou počítačovou technikou rychle porovnat naměřené spektrum neznámé látky s databází spekter a neznámou látku tak rychle identifikovat. Obr. 1 ukazuje, jak snadná může být identifikace neznámého polymeru z jeho Ramanova spektra. Například polymery s karbonylovou skupinou mají pás mezi 1650 a 1750 cm⁻¹. Taková spektrální diferenciací vyžaduje Ramanův spektrometr s kombinací vysoké citlivosti a dobrým spektrálním a prostorovým rozlišením.

Monitorování procesu polymerace

Charakteristické vlastnosti Ramanovy mikroskopie (neinvazivní, nedestruktivní měření) nám dávají vynikající nástroj pro monitorování polymerace. Jelikož každá procesní sloučenina má svůj vlastní otisk prstu, můžeme snadno monitorovat polymerizaci pomocí specifických

procesních sond ve spojení s Ramanským spektrometrem. Pro monitorování polymerizačních procesů nám krásně poslouží spektrometr Horiba MacroRAM. Příklad monitorování takového procesu je znázorněn na obr. 2. Během polymerizačního procesu můžeme vidět pokles koncentrace činidel v průběhu času a zvyšující se podíl polymeru.

Obr. 2: Monitorování polymerizace pomocí Ramanovy spektrometrie – činidla zeleně (VC2) a fialově (ACM), syntetizovaný polymer v modré barvě



Originální kontrola produktů

Při výrobě polymerů se většinou polymerní filmy kombinují tak, aby se zlepšily fyzikální a chemické vlastnosti požadovaného produktu. Z tohoto důvodu se vyvíjejí vícevrstvé filmy, kde každá vrstva přináší svou vlastní chemickou a fyzikální charakteristiku pro finální produkt. Pořadí, tloušťka různých vrstev, spojování vrstev jsou, stejně jako krystalická forma a orientace polymeru, kritickými parametry při výrobě polymerů. Pro analýzu a kontrolu polymerních vrstev se hojně využívá mikroskop Horiba LabRAM Soleil, který je perfektním nástrojem pro charakterizaci těchto produktů na základě jejich selektivity a vysokého prostorového rozlišení s mikronovým rozlišením. Příklad charakterizace vícevrstvého filmu je uveden na obr. 3. Tento vzorek je kombinací vrstev polyethylenu s nízkou hustotou (LDPE – Low Density Polyethylene), ethylenvinylalkoholu (EVOH) a ethylenvinylacetátu (EVA), prokládaného polyamidem (PA).

Obr. 3: Charakterizace vícevrstvého filmu Ramanským mapováním. Každá barva představuje specifický typ polymeru – oranžová: LDPE, zelená: EVA, žlutá: PA, azurová: (EVOH) a modrá: LDPE



Zjišťování vad

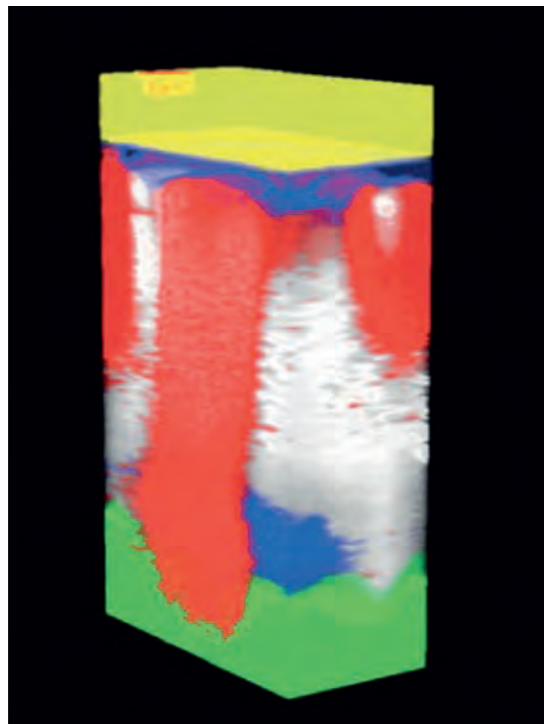
Jedním z hlavních požadavků pro polymerní průmysl je zkoumání zdrojů defektů. Takové vady mohou pocházet z různých částí v průběhu výrobního procesu. Při těchto procesech mohou nastat problémy s polymorfismem nebo jednoduše z fyzického nebo teplotního stresu a/nebo napětí materiálu. Každý z těchto zdrojů lze identifikovat na základě Ramanova spektra defektu. Konfokální Ramanova mikroskopie umožňuje vysokou prostorově rozlišenou charakterizaci vícevrstvého filmu jak na povrchu, tak také pod jeho povrchem. Důležitou součástí Ramanských mikroskopů pro taková měření je přístroj vybavený pravou konfokální clonou (angl. true pinhole) s velmi vysokou citlivostí. Právě dříve zmíněný Ramanův mikroskop Horiba LabRAM Soleil je perfektním nástrojem pro charakterizaci a zkoumání původu defektů. Pomocí tohoto přístroje jsme byli schopni zkoumat vady v 3D projekci.

Na obr. 4 je takové zkoumání ilustrováno pomocí softwaru LabSpec 6, který představuje 3D Ramanovo mapování vícevrstvého filmu s viditelnými vadami. Ramanova mapa ukazuje různé vrstvy (žlutá: polypropylen, modrá: polyetylen, červená: polyetylen s nízkou hustotou, zelená: polyvinylchlorid, ale také přítomnost další látky (bílá: polyamid). Na základě Ramanovy 3D mapy je snadné pochopit, že problémy nastaly ve výrobním procesu na úrovni červené vrstvy.

Závěr

Ramanova mikroskopie je vynikajícím nástrojem pro výzkum polymerů. Ramanovu mikroskopii lze použít k charakterizaci surovin, monitoru polymerizačního procesu, k prozkoumání změn orientace a krystalizace a také ke kontrole kvality produktů, a to pochopením defektů a distribuce sloučenin.

Obr. 4: 3D Ramanova mapa vícevrstvého filmu znečištěného bílou vrstvou – žlutá: polypropylen, modrá: polyetylen, červená: polyetylen s nízkou hustotou, zelená: polyvinylchlorid, bílá: polyamid

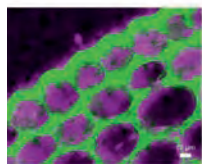


HORIBA LabRAM Soleil

Revoluce pro Ramanovu spektrometrii v oblasti zobrazování díky vývoji nových funkcí spektrometru

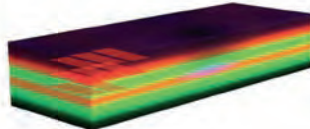
SmartSampling

Patentované rychlé mapování nejsložitějších vzorků – místo hodin minuty!



QScan

Patentovaná vysoce kvalitní skenovací technologie pro 3D konfokální zobrazování



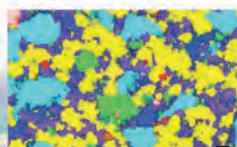
EasyImage

Rychlé a jednoduché řízení akvizice s výsledky na expertní úrovni



EasyNav

Automatické funkce pro rychlou navigaci na vzorku a ostré výsledky



SWIFT

Technologie rychlých hyperspektrálních zobrazovacích režimů



PECION, s.r.o.
LABORATORNÍ A ZKUŠEBNÍ TECHNIKA

info@specion.biz / www.specion.biz

STANOVENÍ DISTRIBUCE VELIKOSTI ČÁSTIC – SPOLEHLIVÉ IN SITU MĚŘENÍ PŘÍMO V ANALYZOVANÉM VZORKU, V ČASOVĚ ROZLIŠENÝCH EXPERIMENTECH POMOCÍ DLS ANALYZÁTORU VASCO KIN

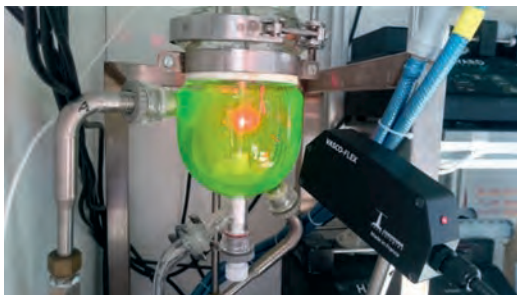
Cordouan Technologies

Velikost nanočástic (hydrodynamický průměr) je důležitou vlastností, která souvisí se specifickým měrným povrchem, schopností procházet membránami a povrchovými interakcemi, agregací a stabilitou suspenzí, funkční kapacitou (self assembly), optickými, mechanickými a elektrickými vlastnostmi. Vhodnou metodou pro charakterizaci nanočástic v suspenzích je dynamický rozptyl světla (DLS, dynamic light scattering), který je použitelný pro částice od 1 nm do 10 μm . Přístroj Vasco KinTM je nejnovější generací DLS analyzátorů pro kinetickou analýzu distribuce velikosti nanočástic bezkontaktně ve vzorku (in situ) v časově rozlišených experimentech. Lze jej využít při monitorování syntézy nanočástic, posuzování stability suspenzí či jako součást fyzikálně chemické charakterizace suspenzí nanočástic.

Bezkontaktní měření

V kombinaci s měřicí hlavou pro bezkontaktní měření (in situ remote optical head) umožňuje Vasco KinTM sledovat vzorek v reálném čase přímo v nádobě propustné pro laser bez nutnosti přenášení vzorku. Výhodou in situ stanovení je zamezení rizika kontaminace, snížení rizika pro operátora (např. při analýze radioaktivních vzorků), úspora spotřebního materiálu a času. Zajímavá je možnost propojit více experimentálních přístupů současně: například měřit v kapiláře s okénkem v kombinaci se SAXS [1] nebo SANS, sledovat nanočástice v reaktoru pro mikrovlnnou syntézu nebo působit vlivem silného magnetického pole (in situ přístup měření neohrožuje elektroniku přístroje!) [2]. Možností je celá řada, stačí zajistit přístup laserového paprsku do reakční nádoby například jeho zaměřením do mikrofluidního kanálu nebo tlakové cely (použit 1 cm silný křemen).

Obr. 1: Sledování syntézy nanočástic v tlustostěnném reaktoru pomocí měřicí hlavy pro bezkontaktní měření (in situ remote optical head)



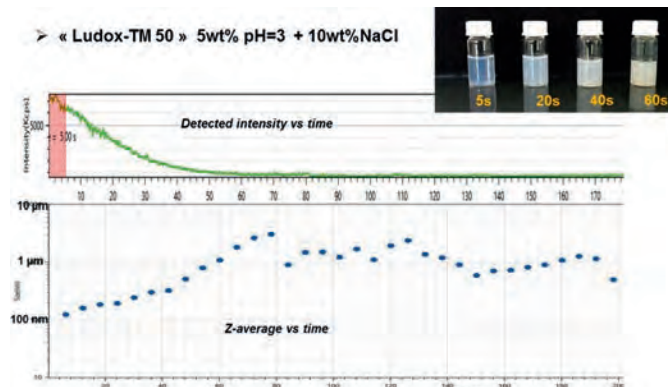
Popis konfigurace, kinetická měření

Dle charakteru vzorků lze zvolit vhodnou vlnovou délku laseru (405, 488, 515, 638, 785 nm), flexibilně upravit měřicí uspořádání (pracovní vzdálenost a úhel) či přidat fluorescenční filtry a polarizátory. Přístroj je přenosný, s použitím externího zdroje lze pracovat přímo v terénu. K přístroji lze připojit různé měřicí hlavy, například speciální měřicí hlavu pro velmi zředěné a tmavé/koncentrované vzorky (až 40 % hm. koncentrace) nebo temperační hlavu s Peltierovým článkem v teplotním rozsahu 5–90 °C. Přístroj umožňuje rychlá kinetická měření s rozlišením až 200 ms, která jsou vhodná pro sledování syntézy nanočástic nebo stability suspenzí v reálném čase.

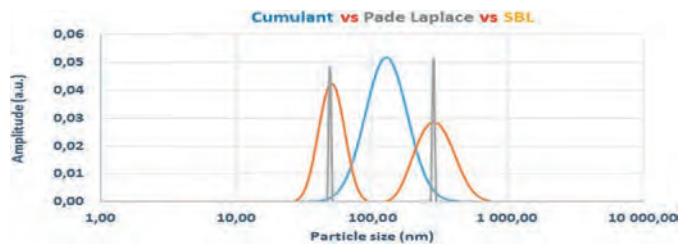
Vyhodnocení a analýza dat

Pokročilý software NanoKin obsahuje unikátní matematické algoritmy umožňující efektivní analýzu polydisperzních vzorků v časově rozlišených experimentech. Lze tedy sledovat vývoj suspenze v čase, ať už agregaci, disoluci nebo sedimentaci. Analýzy využívají kromě klasického modelu Cumulant (Gaussova distribuční funkce, pouze jedna průměrná populace nanočástic) dvou unikátních matematických

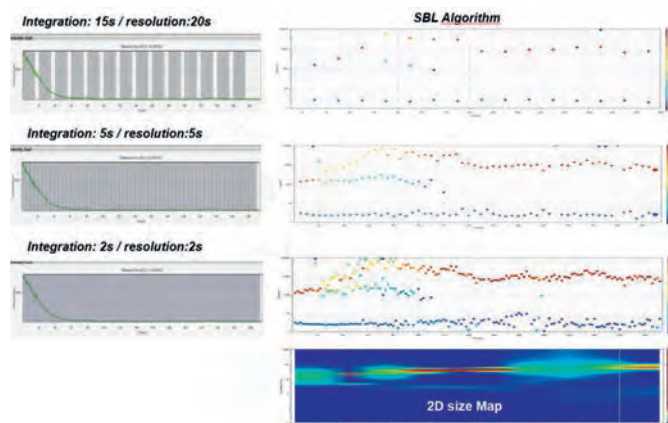
Obr. 2: Kinetická analýza gelace vyhodnocená pomocí průměrné velikosti nanočástice (Z-average)



Obr. 3: Porovnání matematických algoritmů využívaných při analýze dat



Obr. 4: Vyhodnocení kinetických dat pomocí SBL, porovnání časově rozlišeného experimentu a vizualizace pomocí 2D mapy



algoritmů, a to Pade Laplace (diskrétní distribuční funkce, neomezený počet populací) a Sparse Bayesian Learning (kontinuální distribuční funkce, neomezený počet populací).

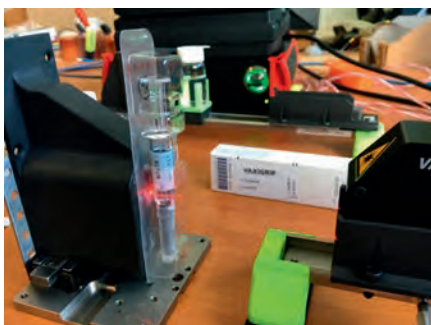
Součástí tohoto software je rozsáhlá databáze rozpouštědel a simulační mód umožňující predikci chování komplexních vzorků. Výsledky měření lze exportovat v různých formátech. Online kinetická analýza umožňuje komplexní analýzu vzorků – například analyzovat konformační dynamiku proteinů v reálném čase. Výsledky lze vizualizovat pomocí 2D map. Kromě distribuce velikosti nanočástic lze také stanovit počet a objem částic.

Možné aplikace

Kombinace kinetických měření, in situ analýzy a posouzení distribuce velikosti nanočástic pomocí pokročilých algoritmů lze využít pro celou řadu aplikací:

- posouzení morfologie částic,
- přesná kvantifikace účinné složky u vakcín na bázi nanočástic (HIV) [3],
- kinetika koagulace (např. asfalteny),
- gelace, sol-gel přechod,
- fytotoxicita a biologická aktivita,
- stabilita a dynamika chování micel,
- analýza nanoplastů ve vodě [4],
- analýza inkoustových pigmentů,
- velikost a chování protilátek a proteinů,
- polymerace.

Obr. 5: Posouzení míry agregace protilátek ve vakcíně



Závěr

Vasco Kin™ patří mezi nejnovější generaci DLS analyzátorů tím, že umožňuje přesné kinetické analýzy v časově rozlišených experimentech. V kombinaci s možností bezkontaktního měření pomocí speciální optické hlavy (in situ) a analýzou pomocí pokročilých algoritmů je jedinečný a nabízí řešení mnoha komplexních problémů. Umožňuje monitorovat syntézu, sledovat aglomeraci a posuzovat stabilitu suspenzí v reálném čase. Během jednoho kontinuálního experimentu umožňuje Vasco Kin™ přístup ke všem naměřeným veličinám (distribuce velikosti, intenzita rozptýleného světla, korelogramy atd.) a slouží uživateli jako sofistikovaný nástroj pro kontrolu dat. Přístroj je vysoce citlivý díky využití výkonného laseru a frekvenčně stabilizovaného bezartefaktového APD detektoru a umožňuje pracovat ve velice náročných podmínkách.

Pro náročné uživatele vyžadující současné stanovení zeta-potenciálu lze využít 2 v1 analyzátor Amerigo™ (DLS + Laserová Dopplerovská elektroforéza) nebo Wallis™ (LDE), které se chlubí nejlepším rozlišením zeta-potenciálu na trhu (0,1 mV).

Literatura

- [1] SCHWAMBERGER, A. Combining SAXS and DLS for simultaneous measurements and time-resolved monitoring of nanoparticle synthesis. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* 2015, 343 (2015), s. 116–122.
- [2] HEMERZ, G. Thermosensitive polymer-grafted iron oxide nanoparticles studied by in situ dynamic light backscattering under magnetic hyperthermia. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2015, 48 (494001), s. 13.
- [3] KLEIN, M. Advanced nanomedicine characterization by DLS and AF4-UV-MALS: Application to a HIV nanovaccine. *J. Pharmaceut Biomed.* 2020, 179, s. 113017.
- [4] TER HALLE, A. Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51(23), s. 13689–13697.

*S použitím materiálů firmy Corduan Technologies připravila:
Mgr. Anna PLESKAČOVÁ, Ph.D., PRAGOLAB s.r.o.,
pleskacova@pragolab.cz.*

UNIKÁTNÍ ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP Z BRNA UMÍ ZOBRAZIT KAPSULE S ŽIVÝMI BUŇKAMI PRO VÝZKUM NOVÝCH ANTI-VIROTIK – JEDINÝ A PRVNÍ NA SVĚTĚ!

Vědci z Ústavu přístrojové techniky AV ČR, spolu se svými slovenskými kolegy, představili novou metodu, která posunuje hranice možností environmentální rastrovací elektronové mikroskopie při výzkumu a vývoji velice citlivých vzorků v přirozeném stavu. Tato metoda může být využita například pro vývoj nových léčiv.

V centru nového objevu stojí tým brněnských vědců ze skupiny Environmentální elektronové mikroskopie Ústavu přístrojové techniky (ÚPT) AV ČR, který vede Ing. et Ing. Vilém Neděla, Ph.D. Ve spolupráci s vědeckou skupinou Oddělení glykobiotechnologie, Chemického ústavu, Slovenské akademie věd (SAV), kterou reprezentují Ing. Peter Gemeiner, DrSc. a Ing. Marek Bučko, Ph.D. Vědci objevili novou metodu pro studium zcela vlhkých a extrémně citlivých biopolymerních kapsul v nativním stavu.

To vše za pomoci unikátního environmentálního rastrovacího elektronového mikroskopu (EREM), který již řadu let vyvíjejí. Zpráva o nové

metodě už byla publikována v jednom z nejprestižnějších vědeckých časopisů z oboru elektronové mikroskopie – *Ultramicroscopy*.

Obr.: Laborať environmentální elektronové mikroskopie s vysokorozlišovacím environmentálním elektronovým mikroskopem QUANTA 650 FEG



Díky nově objevené metodě nyní můžeme sledovat extrémně citlivé vzorky v přirozeném stavu, což dosud nebylo bez jejich úprav nebo poškození možné. V klasickém rastrovacím elektronovém mikroskopu se totiž tlak plynů blíží tlaku ve vesmíru, takže některé vzorky nebylo možno pozorovat, aniž by byly složité upravovány nebo poškozeny. To znehodnocovalo výsledky výzkumů. Vědci ze skupiny Environmentální elektronová mikroskopie ÚPT AV ČR dokázali pomocí složitých výpočtů a řady experimentů nastavit svůj speciálně upravený EREM tak, aby mohli i ty nejcitlivější vzorky pozorovat v jejich

přirozeném stavu a získat tak přesné, ničím neovlivněné výsledky. Mezi výše zmíněné extrémně citlivé vzorky patří například PEC kapsule, které pro jejich pozorování ve funkčním stavu upravovat nelze. Ve svém přirozeném stavu proto byly v elektronovém mikroskopu pozorovány vůbec poprvé v historii.

PEC kapsule jsou kulovité částice s průměrem asi jeden milimetr. Jejich povrch je tvořen polopropustnou membránou, jádro potom hustším gelem. PEC kapsule ve své gelovité struktuře obsahují asi 95% vody a fyziologické prostředí pro živé buňky. Ty jsou procesem nazývaným imobilizace uzavřené uvnitř kapsulí a produkují vysoce čisté chemické látky používané například pro výzkum a vývoj nových antivirotik.

Kromě výše zmíněných antivirotik jsou PEC kapsule využívány především v biotechnologii na ochranu citlivých buněk před vnějšími vlivy a jejich stabilizaci a v medicínském výzkumu léčby cukrovky. Aktuální biotechnologické využití, ve spolupráci s VUT ve Vídni, spočívá v imobilizaci geneticky upravených bakterií *Escherichia coli* obsahujících v přírodě se nevyskytující sekvence enzymů nazývané enzymové kaskády, které jsou schopné zabezpečit stabilní produkci prekurzorů pro vývoj potencionálně nových léčiv včetně antivirotik. Takto navržené biotechnologické procesy jsou ekologicky šetrné, protože umožňují vícenásobné použití buněk, nižší spotřebu chemikálií a nižší produkci odpadů.

» www.isibrno.cz

NOVÉ MOŽNOSTI INFRAČERVENÝCH MIKROSKOPŮ VE VĚDĚ A PRŮMYSLU

Optická mikroskopie patří celosvětově mezi nejčastěji využívané analytické techniky. Kombinací těchto mikroskopů s infračervenou (FTIR) spektroskopií je možné získat kromě zvětšení pozorovaného objektu také důležitou informaci o jeho chemickém složení. Kombinací obou technik tedy dostáváme FTIR mikroskop – velmi užitečný nástroj pro mikroanalýzu a identifikaci objektů, jako jsou mikročástice, defekty, nehomogenity v materiálu a podobně. Následující odstavce shrnou nejčastější využití FTIR mikroskopie ve vědě a průmyslu a také odhalí nejnovější technologie používané v této instrumentaci. Jako příklad pro prezentování nejnovějších technologií poslouží FTIR mikroskop LUMOS II od německého výrobce Bruker Optics (viz obr. 3).

Kde je FTIR mikroskopii možné využít?

Jak již bylo řečeno, FTIR mikroskopie je velmi užitečným nástrojem pro analýzu mikro objektů. FTIR mikroskopy jsou přístroje, které používají jeden společný objektiv na viditelné záření (pro zvětšení objektu) a také na infračervené záření (měření IČ spekter). Při zvětšení objektu je tedy možné také naměřit infračervené spektrum z vybrané oblasti s prostorovým rozlišením až 5 μm (resp. 0,5 μm – viz odstavec Imaging). Infračervené spektrum v sobě nese chemickou informaci a je unikátní pro každou látku – díky tomu a také díky existujícím databázím infračervených spekter je možné např. identifikovat neznámé částice, nebo se dívat na rozložení chemických látek v prostoru, což s sebou přináší využití techniky FTIR mikroskopie v následujících oblastech:

a) Analýza vrstevnatých materiálů

- Výrobci nátěrových hmot, laminátů, fólií, obalových materiálů, lepidel, lakovny...
- Restaurátoři – analýza uměleckých obrazů a jiných historických předmětů.
- Kriminalisté – analýza autolaků.

Obr. 1: Ukázka analýzy vrstevnatých materiálů pomocí FTIR mikroskopie



b) Analýza mikro objektů

- Výrobci v oblasti farmaceutického, chemického, plastářského, textilního, strojírenského a elektronického průmyslu – kontrola kvality, kontrola čistoty povrchů a identifikace kontaminantů.
- Kriminalisté, restaurátoři – analýza vláken a částic.
- Výzkum a vývoj – tam, kde je potřeba měřit mikro objekty (např. analýza mikroplastů, viz obr. 3).

c) Plošná měření

- Analýza tloušťky a homogenity vrstev (např. DLC, nitridových či jiných).
- Farmacie – sledování distribuce API atd.
- Výzkum a vývoj – tam, kde je potřeba sledovat chemické složení v prostoru – např. tkáňové inženýrství, materiálové inženýrství aj.

Obr. 2 – Ukázka plošných měření pomocí FTIR mikroskopie



V jednoduchosti je síla

Výše zmíněný výčet rozhodně není konečný a ukazuje, jak široce je FTIR mikroskopie uplatňována. Tomuto faktu napomáhá také skutečnost, že instrumentace je v dnešní době cenově dostupnější a proces mikroanalýzy je maximálně zjednodušený. Uvedeme-li konkrétní příklad – u FTIR mikroskopu LUMOS II z roku 2019 jsou už všechny komponenty plně automatizované, takže obsluha přístroje může měřit velice snadno. Uživatel jen umístí vzorek, joystickem najede na oblast zájmu, stiskem tlačítka vytvoří mikroskopický snímek oblasti a několika kliknutími myš vybere oblasti pro měření IČ spekter. Pak už pracuje pouze automatizovaný systém, který se sám přepne do infračerveného módu, změní pozadí (background) a následně proměří všechny oblasti zájmu pomocí automatizovaného posuvu stolku. Uživatelé už se po doměření zobrazí vyhodnocovací okno s četnými nástroji pro vyhodnocování naměřených spekter (jednoduchá identifikace, vykreslení distribuce látek apod. – viz obr. 4). Díky této jednoduchosti může v dnešní době s přístrojem

Obr. 3 – Analýza mikroplastů pomocí FTIR mikroskopu LUMOS II (Bruker Optics)



pracovat v podstatě kdokoli. Pochopitelně je možné libovolné kroky provádět manuálně a plně je přizpůsobit konkrétním analytickým požadavkům náročnějších uživatelů. Samozřejmostí je také práce v souladu s SVP/SLP, lékopisy a CFR část 11, což jsou nezbytné předpoklady pro využití ve farmacii.

Imaging – Revoluce v mapování větších ploch

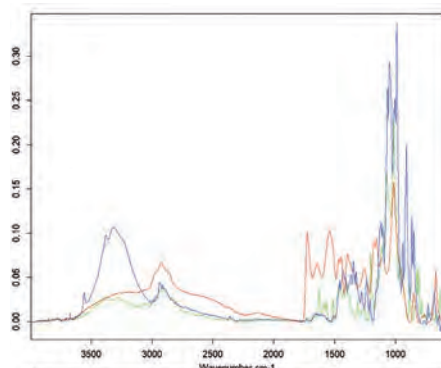
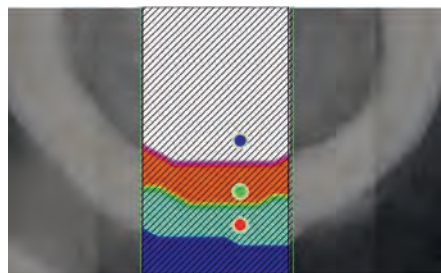
Revoluční technologii v oblasti FTIR analýzy větších ploch přináší technologie tzv. plošného FPA detektoru (Focal Plane Array). Tato technologie nahrazuje klasicky používaný detektor s jedním elementem celým polem detektorů, kterých může být až 16 534. Tím pádem je možná akvizice dat s extrémní rychlostí – místo mapování bod po bodu je měřena celá oblast zároveň (tzv. imaging, obr. 5). Je tedy měřeno až 16 534 spekter jedním měřením. V takovém případě je kromě enormní časové úspory dosaženo také o řád lepšího prostorového rozlišení, než v případě klasického mapování – tj. až na 0,5 μm (pod difrakčním limitem záření). FPA technologie je bez nadsázky revolucí v oblasti FTIR mikroanalýzy. Její využití je extrémně výhodné všude tam, kde je důležité analyzovat větší plochy s vysokým prostorovým rozlišením (např. mikroplasty, příčné řezy vícevrstvých materiálů, farmacie atd.)

Drobnosti dotvářejí celek

Mezi další technologické inovace, kterými nový mikroskop LUMOS II disponuje, patří:

- All-in-one objektiv, který umožňuje měření v transmissi, reflexi i ATR – stačí jeden objektiv na jakýkoliv mód IČ měření.
- Automatizovaná apertura – jde o systém clonek, které automatizovaně oříznou světelný svazek. To je důležité pro vymezení plochy, ze které chceme snímat IČ spektrum. U LUMOSU II se toto oříznutí děje plně

Obr. 4 – Chemická mapa tablety a ukázka IČ spekter z obou obalových vrstev (červená a zelená) a z vnitřku tablety (modrá)



automatizovaně dle nastavení plochy pro měření v softwaru.

- ATR krystal se senzorem přítlaču zabudovaný v hlavním objektivu – krystal automatizovaně vyjede do měřicí polohy a dosáhne optimálního tlaku na vzorek, tím je minimalizováno riziko jeho poškození při manipulaci s krystalem nebo nadměrným

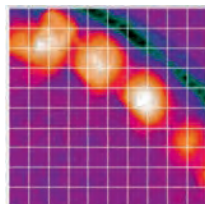
Obr. 5 – Schematická ukázka rozdílu mezi FTIR mapováním a FTIR imagingem:

a) Mapování – Bod po bodu



- DGTS a MCT detektory
- 1 spektrum/s
- Rozlišení max. 5 μm

b) Imaging – Najednou



- FPA detektor
- až 16534 spekter
- Rozlišení až 0,5 μm

přítlačem vzorku.

- Možnost až 3 detektorů na jednom zařízení – jeden plošný a dva jedno-elementové detektory s automatizovaným přepínáním.
- Termoelektricky chlazený MCT detektor – citlivý detektor, který nevyžaduje chlazení kapalným dusíkem (dusík byl doposud pro FTIR mikroskopii nezbytností). Díky tomu je možné provádět citlivou mikroanalýzu i v laboratořích, které zásobníkem na kapalný dusík nedisponují.
- Možnost rozšíření mikroskopu o boční nástavec pro jednoduchá IČ měření makroskopických vzorků.

- Velký vzorkovací prostor – vlastnost, kterou docení především zkušení mikroskopici. Možnost analyzovat vzorky s výškou až 40 mm (bez jakéhokoliv seřezávání vzorku nebo redukce jeho rozměrů) představuje veliký komfort (viz obr. 6).

Obr. 6 – Ukázka velkého vzorkovacího prostoru mikroskopu – analýza velryby pomocí FTIR mikroskopu LUMOS II



Tyto dílčí inovace vytvářejí velmi funkční celek, jakým nový FTIR mikroskop LUMOS II bezpochyby je. Otevírají nové možnosti využití FTIR mikroskopie na zcela nových pracovištích a ke zcela novým účelům. Pokud jste našli inspiraci k využití této instrumentace i u vás na pracovišti, pak tento článek splnil svůj účel.

Ing. Jan NEUMAN, Ph.D.,

Ing. David MATOUŠEK,

david.matousek@brukeroptics.cz,

OPTIK INSTRUMENTS s.r.o.,

www.optikinstrument.cz

FTIR A RAMANOVY SPEKTROMETRY A MIKROSKOPY

DLOUHÁ ŽIVOTNOST | VÝKONNOST | ŠIROKÁ NABÍDKA PŘÍSLUŠENSTVÍ | JEDNODUCHÁ OBSLUHA

Nové přístroje z portfolia:

INVENIO

Perfektní volba pro rutinní i pokročilé výzkumné aplikace

- Moderní FTIR spektrometr pro farmaceutiku, průmysl i výzkum
- Možnost přesné konfigurace s ohledem na využití
- Možnost automatizovaného multispektrálního měření (FIR, MIR, NIR)

LUMOS II

Revoluce v infračervené mikroskopii

- Extrémně rychlý chemický imaging (900 spekter/s)
- Unikátní prostorové rozlišení až 1,25 μm
- Citlivé detektory bez nutnosti chlazení kapalným dusíkem
- Plně automatizované měření

INVENIO



LUMOS II



www.optikinstrument.cz

JAK ANALYZOVAT UPRAVENÉ A SUROVÉ GEOLOGICKÉ VZORKY S DIGITÁLNÍM MIKROSKOPEM LEICA DVM6 M

Polarizační světelné mikroskopy byly používány ve vědách a studiích o zemi posledních 100 let. Od té doby byl učiněn značný pokrok ke zvýšení uživatelské přívětivosti, ergonomie a optické výkonnosti těchto mikroskopů. Avšak stále jedna věc nebyla změněna: Klasické polarizované světelné (compound) mikroskopy lze použít pouze pro upravené vzorky, kvůli pracovní vzdálenosti, které nabízejí.

To znamená, že tlustší a větší geologické vzorky se musí připravovat řezáním a leštěním, aby se vešly pod zmíněnou pracovní vzdálenost mikroskopů. Tyto přípravy vzorků vyžadují nejvyšší přesnost, a to zejména pokud jde o tloušťku, rovinnost a kvalitu leštěného nábrusu. Pro inspekci (compound) mikroskopem je zapotřebí standardní tloušťka 30 mikrometrů v procházejícím, polarizovaném světle.

Na druhou stranu, pro inspekci neupravených (surových) vzorků, musí vědci přejít na stereomikroskop, který nabízí větší pracovní vzdálenosti.

Jeden mikroskop pro upravené i surové vzorky

Tento článek vysvětluje, jak můžeme analyzovat upravené i surové vzorky pro aplikace v polarizovaném světle s jedním jediným nástrojem, jmenovitě digitálním mikroskopem Leica DVM6 M. Se správným výběrem doplňků slouží jako semi-kvantitativní polarizační mikroskop.

Obr. 1: Leica DVM6 M

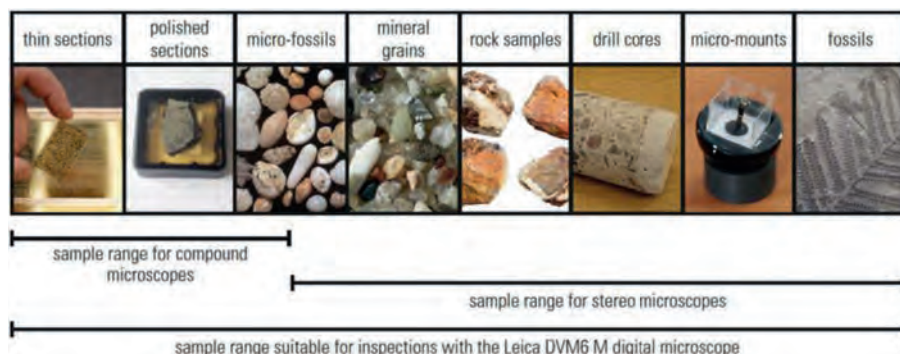


Vybaven pro všechny geologické inspekce

Digitální mikroskop Leica DVM6 M s manuálním nebo motorizovaným fokusem poskytuje dostatečnou pracovní vzdálenost a umožňuje geologům pracovat s leštěnými a neleštěnými vzorky. Základna pro transmisní světlo s vysokou numerickou aperturou jim dává digitální řešení pro různorodé aplikace s polarizovaným světlem.

Pro základnu s procházejícím světlem je k dispozici swing-in/-out polarizátor. Toto

Obr. 2: Rozmanitost geologických vzorků vyžaduje kvalifikované řešení mikroskopu



nastavení Leica DVM6 M je přizpůsobeno pro aplikace věd o Zemi a umožňuje uživatelům sledovat transparentní vzorky přes polarizované světlo. Nezáleží na tom, jestli je vzorek s krycím nebo bez krycího skla, že je neobroušený, nebo dokonce transparentní minerál (například diamanty nebo indexové minerály).

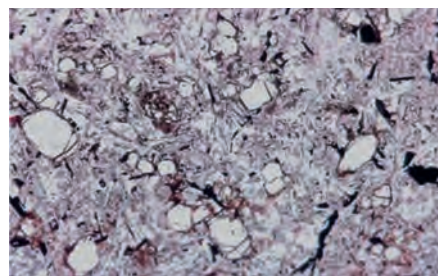
Jak Leica DVM6 M zvyšuje vaši efektivitu:

- Flexibilita při práci na obou upravených a surových vzorcích s jedním přístrojem;
- Plně integrované kruhové světlo plus koaxiální a jiné typy osvětlení pro více možností studovat a analyzovat vzorky ve srovnání s (compound) mikroskopem;
- Jednoduchá a rychlá cesta jak změnit zvětšení v celém rozsahu;
- Intuitivní software pro provoz a analýzu mikroskopu;
- Automatizované sledování a ukládání důležitých parametrů (kódování).

Analýzy upravených vzorků

Příklad tenkého výbrusu čediče je na obr. 3. Pomocí různých orientací polarizovaného světla můžeme odhalit strukturu a složení.

Obr. 3: Obrázek tenké čedičové části s rovinou polarizací

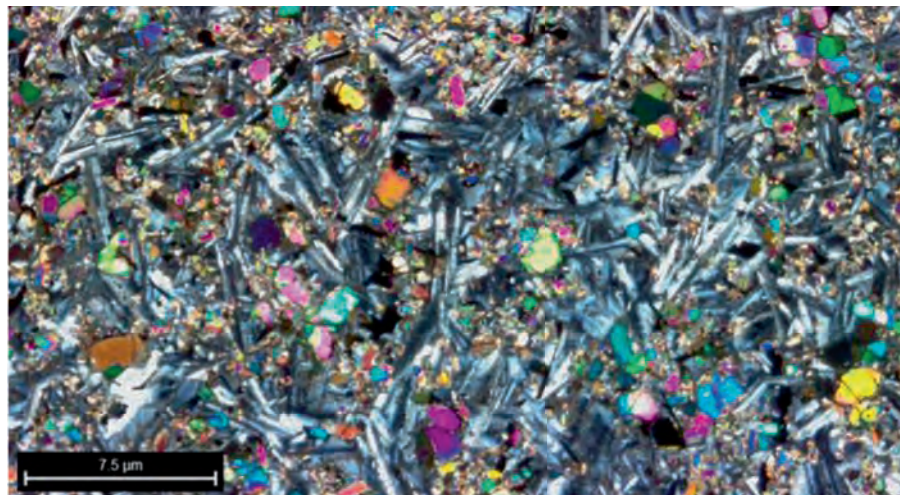


Obr. 4: Obrázek ze stejného vzorku s křížovou polarizací



Je-li oblast zájmu vzorku větší než zorné pole, může se použít Live Image Builder

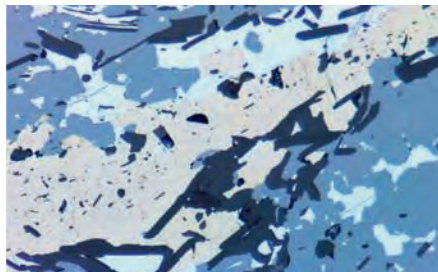
Obr. 5: Přehled obsáhlé části čedičového výbrusu



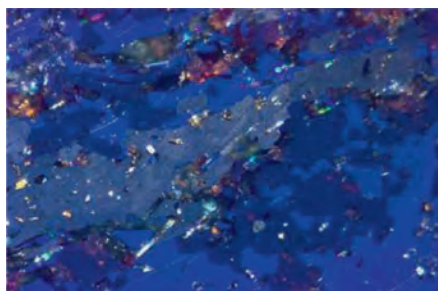
v softwaru. Tato funkce vytvoří jediný snímek z kompozitu snímků pořízených kamerou a umožňuje uživateli vidět vzorek v širším kontextu – viz obr. 5.

Pro pozorování leštěných vzorků v odraženém světle můžeme využít výhod koaxiálního osvětlení. Křížení polarizovaného světla v odraženém světle se provádí nastavením vestavěné $\frac{1}{4}$ lambda (wave) destičky (obr. 6 a 7).

Obr. 6: Minerál v rovinném odraženém polarizovaném světle



Obr. 7: Stejný vzorek ve zkříženém odraženém polarizovaném světle



Koaxiální osvětlení u Leica DVM6 M nabízí také možnost šikmého osvětlení. Můžete tak získat výrazný 3D obraz hranic zrn, rozdíly tvrdosti a škrábance. Vizualizace je dosažena pouhým posunutím jezce šikmého osvětlení. Nejsou zapotřebí žádné další kroky.

Obr. 9 ukazuje aplikaci, která je možná pouze pomocí Leica DVM6 M s integrovaným kruhovým osvětlením. Zatímco klasické polarizační mikroskopy nemají tmavé pole, s Leica DVM6 M s integrovaným kruhovým osvětlením získáte možnost pozorovat leštěné vzorky v tmavém poli a objevit tak další skryté struktury (obr. 8 a 9).

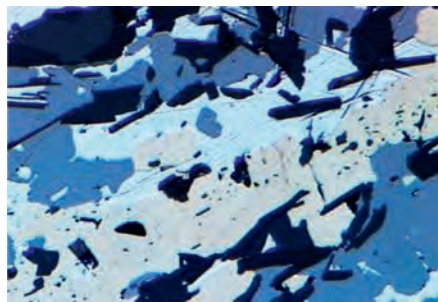
Analýzy surových vzorků

Kromě těchto „klasických“ způsobů pozorování leštěných vzorků, Leica DVM6 M umožňuje uživateli sledovat trojrozměrné vzorky. Pozorování surových vzorků se provádí podobným způsobem, jako se stereomikroskopy, díky segmentovému kruhovému osvětlení, nebo antenálnímu osvětlení, obecně známému jako „husí krky“.

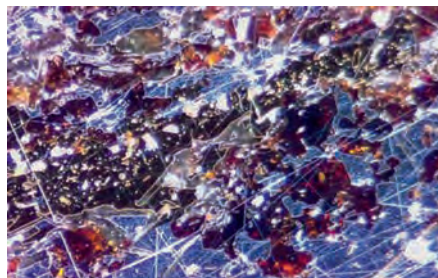
Vzorky, které jsou vyšší, než hloubka ostrosti mikroskopu lze snadno pozorovat pomocí funkce multifokus. Pak lze topografie vzorku rekonstruovat v 3D. Pokud je požadován pouze 2D obraz. Lze alternativně využít funkci Live Image Builder (obr. 10–12).

Leica DVM6 M může být vybavena třemi objektivy, které pokrývají širokou škálu zvětšení od 1x do 2,350x a rozlišení, což umožňuje

Obr. 8: Detail obrazu ze stejného vzorku. Použito šikmé odražené světlo. Je vidět rozdíly tvrdosti a škrábance



Obr. 9: Detail obrazu ze stejného vzorku s kruhovým osvětlením



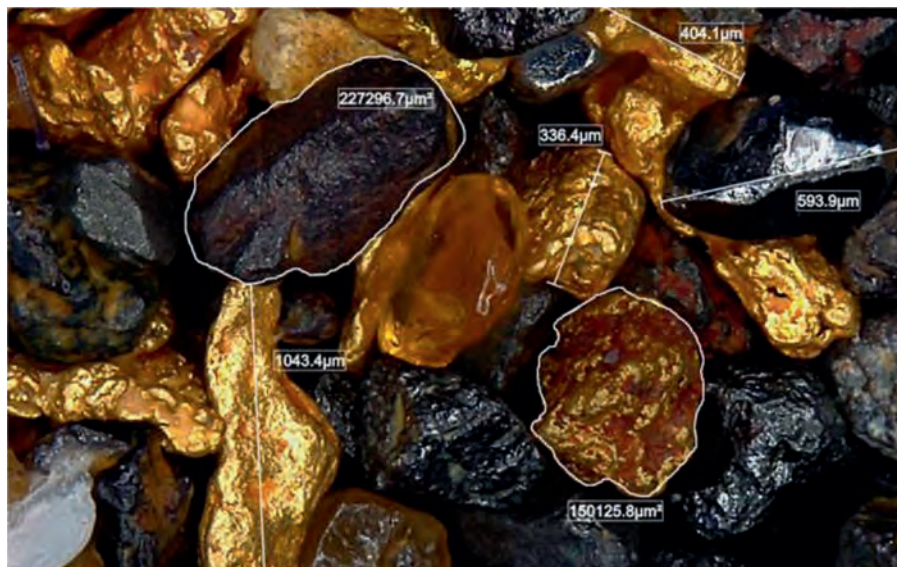
uživateli u velkých vzorků rychle přejít z makro do mikro pohledu.

Protože všechny snímky jsou automaticky kalibrovány, mohou být použity pro měření v 3D topografické rekonstrukci, povrchových vlastností a objemů – viz obr. 13.

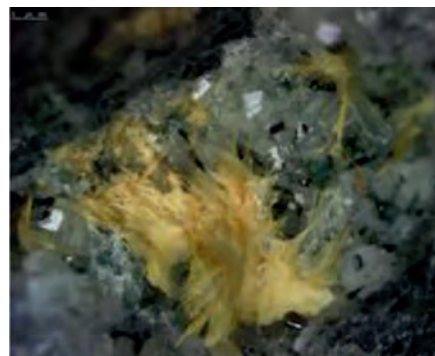
Závěr

Tato zpráva ukazuje, že je možné analyzovat upravené i surové vzorky s jedním mikroskopem. Digitální mikroskop Leica DVM6 M kombinuje makro a mikro pozorování a umožňuje uživateli analyzovat dvou i trojrozměrné vzorky. Nikdy dříve nebylo snazší zvýšit průměr zorného pole a hloubku ostrosti, Leica DVM 6 je tak účinným nástrojem pro práci se vzorky široké škály velikostí. Univerzální osvětlení Leica DVM6 M nabízí více možností studovat a analyzovat vzorky, než běžné (compound) mikroskopy.

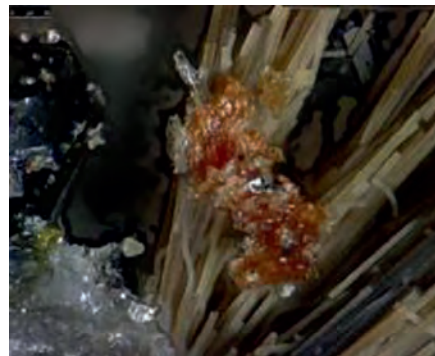
Obr. 13: Funkce Multifocus: obraz zlata a těžkých minerálů s měřením délek a povrchů



Obr. 10: Detail vzorku s kruhovým osvětlením



Obr. 11: Multifocus s kruhovým osvětlením



Obr. 12: Multifocus s transmisním polarizovaným osvětlením



Martin KOPECKÝ,
Pragolab s.r.o.,
info.chem@pragolab.cz

KONTROLA LEŠTICÍHO PROCESU MĚŘENÍM POVRCHOVÉ DRSNOSTI PODLE ISO 25178 / ISO 4288

SWOLANA P., WILERS T.

Krüss GmbH

Kromě rozměrů a úhlů obsahují technické výkresy také specifikaci drsnosti povrchu vyráběných dílů. Tento parametr je rozhodující pro mechanické vlastnosti, jako jsou tření nebo odpor proti toku, ale také pro chemicko-fyzikální vlastnosti, jako jsou odolnost proti korozi, smáčivost nebo adheze. Normy ISO 4288 a hlavně ISO 25178 navrhuji různé metody testování drsnosti, jednou z nejdůležitějších z nich je optická metoda, trojrozměrná analýza drsnosti s pomocí konfokální mikroskopie. Pro účely této studie bylo leštění simulováno broušením nejjemnějšími brusnými papíry. Účelem je prokázat, jak lze použít přístroj SRA (Surface Roughness Analyser), využívající konfokální mikroskopii, pro určování parametrů drsnosti podle norem a korelovat je s hrubostí brusného papíru. V praxi je možné takovéto korelace využít pro kontrolu a optimalizování leštících procesů a dalších kroků úpravy povrchu z hlediska specifikace drsnosti.

Účel studie

Mechanická úprava povrchů má často za cíl dosažení co nejhladšího povrchu. V závislosti na účelu daného výrobku ovšem může být požadována určitá hrubost nebo textura. Konfokální mikroskopie je ideální nástroj pro kontrolu kvality takovýchto povrchových textur, protože zaznamenává profil povrchu trojrozměrně a nezachycuje pouze obecnou hrubost, ale také směrovou závislost. Navíc, díky velkému možnému rozsahu rozlišení, je možné zachytit nerovnoměrnosti různých rozměrů, tzn. že je možné měřit nejen hrubost povrchu, ale i jeho vlnitost nebo tvar. Konfokální mikroskopie, jako Surface Roughness Analyser – SRA, proto nabízejí širokou škálu možností pro přesné monitorování shody funkčních povrchů se specifikacemi z hlediska drsnosti, struktury a přesnosti tvaru. Další výhodou je to, že konfokální mikroskopie je jakožto bezdotyková metoda velmi vhodná pro integraci do výrobního procesu jako in-line nástroj kontroly kvality.

V tomto článku je použit jednoduchý leštící proces pro předvedení, jak mohou být hodnoty drsnosti určené přístrojem SRA korelovány s parametry procesu – v tomto případě s hrubostí brusného papíru.

Experiment

Zkoumané povrchy

Zkoumány byly povrchy čtyř desek z nerezové oceli, z nichž každý byl leštěn brusnými papíry různé hrubosti po dobu 5 minut.

Tab.: Vzorky desek leštěné brusnými papíry různé hrubosti

Číslo vzorku	Velikost zrna
1	500
2	1000
3	1500
4	2000

Analýza drsnosti

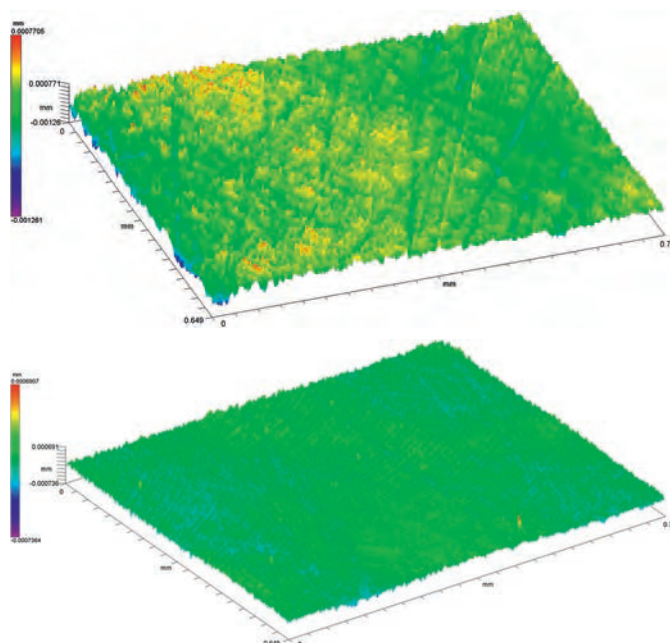
Analýza textury povrchu byla prováděna přístrojem KRÜSS Surface Roughness Analyser – SRA a programem itom. Pro tento účel byly měřeny plochy o rozměru 1,96 x 1,76 mm objektivem se zvětšením 20x se zdvihem 27 µm. V souladu s normami ISO 25178 a ISO 4288 byl zvolen filtr 0,25 mm pro eliminování nerovností vyššího řádu („odfiltrování vlnitosti“; λ_c) a používá se pro výpočty liniových i plošných parametrů drsnosti.

Výsledky

Pro vyhodnocení leštícího procesu a určení nezbytných kroků leštění je drsnost porovnávána na základě liniových a plošných aritmetických průměrů výšky (R_a , S_a) a kvadratických průměrů výšky (R_q , S_q) povrchu různých vzorků. Pro výrobní proces prezentovaný zde jako model je specifikována hodnota parametru $R_a = 0,09 \mu\text{m}$. Na základě měření je potřeba rozhodnout, kterou hrubost brusného papíru je potřeba použít.

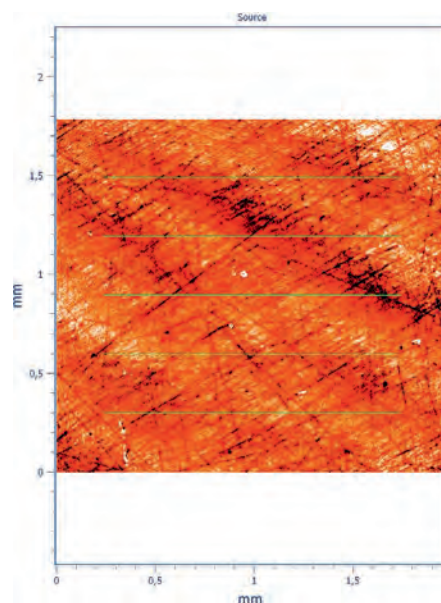
Na obr. 1 jsou zobrazeny příklady 3D prezentace topologie měřených vzorků s nejvyšší (vzorek 1) a druhou nejvyšší (vzorek 2) drsností. Rozdíly jsou zřejmé již z rozdílné homogenity barev izoplotů.

Obr. 1: Izoplotty povrchů vzorků 1 a 2

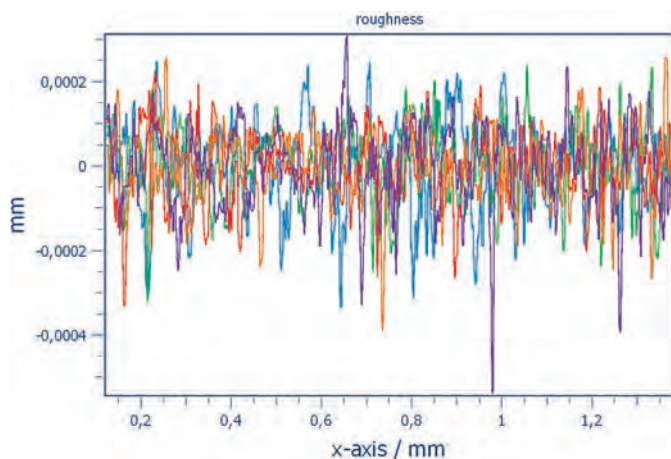


Pro určení liniových parametrů drsnosti R_a a R_q určí program itom v měřené oblasti 5 měřených úseků a vypočte drsnost podél těchto úseků. Obr. 2 a 3 ukazují výběr měřených úseků a odpovídající profily drsnosti pro vzorek 1.

Obr. 2: Volba měřených úseků pro určení lineární drsnosti pro vzorek 1



Obr. 3: Profily drsnosti podél vybraných měřených úseků vzorku 1

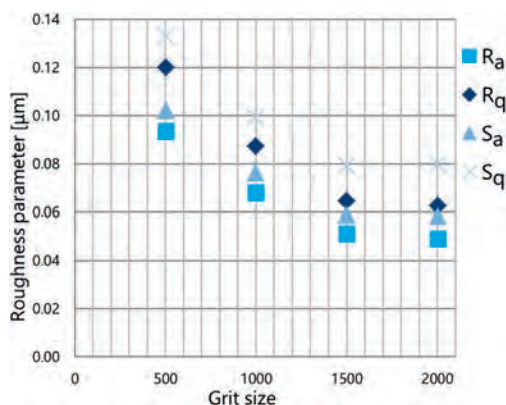


Aby bylo možné si udělat co nejlepší představu o kvalitě povrchu, byly také určeny plošné drsnosti S_a a S_q . Aby byly zprůměrovány místní rozdíly, byla pro výpočet použita celá měřená plocha. Na obr. 4 je zobrazen výběr plochy pro vyhodnocení.

Obr. 4: Výběr plochy pro vyhodnocení na základě plošné drsnosti S_a a S_q vzorku 1.

Na obr. 5 jsou zobrazeny parametry R_a , R_q , S_a a S_q jako funkce hrubosti brusného papíru. Z diagramu je zřejmé, že hodnota $R_a = 0,09$ specifikovaná v našem modelovém procesu je dosažena brusným papírem s hrubostí 1000 a pro dosažení požadované drsnosti není potřeba povrch brousit jemnějším brusným papírem.

Obr. 5: Diagram s vyneseními parametry drsnosti v závislosti na hrubosti brusného papíru



Parametry drsnosti posledních dvou povrchů se od sebe téměř neliší, protože měření těchto dvou vzorků byla na hraně rozlišení. Aby bylo možné lépe rozlišit hladší povrchy, je možné provést měření s objektivem s rozlišením 100x.

Obr. 6: Surface Roughness Analyser firmy KRÜSS



Shrnutí

Měření drsnosti povrchu má velký význam při kontrole vytvořených povrchů a nástrojů používaných pro obrábění. S přístrojem Surface Roughness Analyser firmy KRÜSS, založeném na principu konfokální optické mikroskopie, byly parametry drsnosti leštěných desek z nerezové oceli určeny podle požadavků norem ISO 4288 a ISO 25178 při době měření jednoho vzorku kratší než 60 s. Výsledky měření ukázaly, že při použití druhé nejnižší hrubosti brusného papíru bylo možné vyhovět požadavkům na drsnost povrchu, definovanou parametrem R_a . Na základě toho lze říci, že další kroky leštění jemnějšími brusnými papíry není potřeba aplikovat.

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



Uni-Export Instruments, s.r.o.

KRÜSS SRA

Surface Roughness Analyser

- analýza drsnosti libovolných povrchů
- výškové rozlišení až 10 nm
- tvorba 3D map s využitím konfokální mikroskopie
- vysoká rychlost měření při velkém výškovém rozsahu
- vyhodnocování tvarových parametrů povrchů



www.kruss-scientific.com

ZÁSADY PROJEKTOVÁNÍ MODERNÍ LABORATOŘE Z POHLEDU VÝROBCE LABORATORNÍHO NÁBYTKU

V současné době se více než kdy dříve ukazuje důležitost kvality a provedení laboratorních provozů. Z toho jasně vyplývá, že laboratoř není běžným „tuctovým“ pracovištěm, ale velmi specializovaným prostorem, na který jsou kladeny vysoké nároky kvalitativní, technologické a samozřejmě i koncepční.

Laboratoře patří v současnosti k běžnému životu v průmyslu, farmacii, medicíně, výukovém i praktickém školství, zkušebnictví, výrobě a jinde. Zaměření jednotlivých laboratorních provozů je již ze stručně vyjmenovaných disciplín značně rozdílné, a tedy i požadavky na jejich koncepci, materiálové a technologické řešení jsou velmi pestré. Při navrhování koncepce laboratorních provozů je třeba brát v úvahu i budoucí vybavení přístrojovou technikou, skladování a manipulaci jak se vzorky, tak i se spotřebním materiálem, a v neposlední řadě i dnes často opomíjený servis laboratorního nábytku a zejména digestoří, kde je přímý dopad na bezpečnost práce. Shrme-li tento úvod, pak je jasné, že od prvopočátku je třeba klást důraz na vybavení laboratorním nábytkem a na tzv. srdce laboratoře, které tvoří digestoře a mediové stěny.

Požadavky na laboratorní nábytek

Laboratorní nábytek a jeho pracovní sestavy v moderním pojetí 21. století jsou technologicky sofistikované výrobky na pomezí mezi klasickým nábytkem a špičkovou přístrojovou technikou. Kromě běžných požadavků na úložný prostor, pracovní plochy, estetický a funkční design a logické uspořádání v místnosti musí být nábytkové prvky vybaveny bezpečnými a všem platným normám odpovídajícími rozvody potřebných médií pro jednotlivá pracovní místa. Nábytkové

sestavy se tak stávají neoddělitelnou součástí stavby, a to právě prostřednictvím systému napojovacích míst pevně spojených s budovou. Z výše uvedeného faktu vyplývá nutnost hlubší úvahy o laboratoři jako o funkčním celku s určitým časovým předstihem, nejlépe ještě v době přípravy projektu rekonstrukce místnosti či budovy nebo v přípravné fázi před stavbou objektu nového.

Samostatnou a velice širokou oblastí je volba materiálu pro jednotlivé nábytkové prvky. Moderní laboratoře jsou vyráběny z moderních, mechanicky a chemicky odolných materiálů. To se týká jak laboratorního nábytku, tak zejména digestoří a mediových stěn určených pro rozvody médií na určené místo. Trendy prosazující z čistě finančního důvodu levné a okamžité řešení nemají v současné době v laboratořích místo, i když se s nimi bohužel stále setkáváme. Levná řešení mají dopad nejen na životnost a užitnou hodnotu laboratoří, ale zejména i na bezpečnost práce a další bezpečnostní aspekty.

Pro tzv. dřevěný laboratorní nábytek platí, že materiálem pracovních stolů jsou laminované desky. Avšak i „lamino“ má své rozdíly a zde je třeba dbát zvýšené pozornosti a požadovat nejvyšší kvalitu ať už jde o kvalitu povrchové oboustranné fólie či vnitřní skladbu dřevní hmoty. Nekvalitní a levná lamina trpí vylamováním dveřních kování, výlomem nábytkových nožek, jsou barevně nestálá a projevují se na nich výrazně procesy stárnutí působením vnějších vlivů, například trvalým dopadem slunečního záření. Velkým problémem bývá i průhyb v místě zatížení pracovních desek.

Vysoká kvalita užitého plošného materiálu je pak dobrým základem pro výběr nábytkového kování, u kterého jsou jeho specifické vlastnosti, jako například úhel otevírání dveří

skříněk 90° s otevřením do uličky, případně až 180° či 270°, velmi důležité a zvyšují tak užitnou hodnotu laboratoře a její životnost. Vědecký pokrok v posledních 20 letech také výrazně zasáhl do technologie lepení hran na nábytkové dílce a to zejména v technologii lepení hran plošných dílců tzv. bezspárou technologií lepení. Tato technologie eliminuje průsak kapalin do spáry mezi plochou a hranou a účinně zabraňuje degradaci desek, lidově „nabobtnání“. Tyto nalepované plastové hrany jsou z ABS plastu v široké barevné škále pro estetické, logistické a bezpečnostní řešení interiéru.

Na plošný materiál navazuje problematika pracovních povrchů, kdy je nezbytné vždy posoudit a vyhodnotit vhodný materiál odolný vůči chemikáliím, které jsou v laboratoři užívány, a to i nadčasově s ohledem na možné změny povahy práce dané laboratoře v budoucnosti. Zvýšený okraj pracovní desky je aktivním prvkem bezpečnosti práce a bezpečnosti provozu laboratoře a lze jej jako takový doporučit. Běžně užívaných materiálů pro pracovní desky se na trhu nachází zhruba 20 typů. Liší se fyzikální a chemickou odolností vůči látkám a určeným aplikacím. Desky z lité keramiky mohou být pro někoho nezbytné, stejně tak mohou být zbytečným luxusem. I u tohoto nábytkového prvku je vidět výrazný vliv technického pokroku. Materiál vysokotlakový laminát (HPL) je znám několik posledních let a již si pro své vlastnosti získal pevné místo na trhu poměrem cena-výkon. Přední výrobci laboratorního nábytku, a to nejen zahraniční ale i tuzemští, svými zkušenostmi posouvají užitné vlastnosti svých produktů a ve spolupráci s univerzitami obohacují trh novými produkty, například vývojem antibakteriálních materiálů apod.

Moderní a skutečně laboratorní nábytek má prakticky a funkčně vyřešen přístup k rozvodům tak, aby v případě oprav, údržby a revizí nemusely být sestavy složité demontovány. Zodpovědný investor by neměl opomenout při posuzování kvality laboratorního nábytku způsob ani materiál, kterým jsou média uvnitř stolů rozvedena. Nejenom, že tyto rozvody podléhají normám a na závěr i revizním či tlakovým zkouškám, ale přehnané šetření může mít za následek časté havárie, při kterých může dojít ke zničení interiérového vybavení např. vodou či ohněm.

Jsou-li řádně vybrány nábytkové materiály a výrobky z nich, máme-li vyřešeno rozmístění nástěnných závěsných skříní, skříní vysokých úložných či jejich nástavců, víme-li již v jakém složení a kde budou umístěny podskříňky, přichází na řadu výběr materiálu na pracovní desky, a následně určení jejich tvarů a umístění v interiéru.

Obr.: Příklad instalací laboratorních digestoří MERCI®



Digestoře, odtahované boxy a médiové stěny

Funkčním srdcem laboratorního interiéru jsou pak digestoře, odtahované boxy a médiové stěny. Základní filosofií při řešení tohoto problému je důraz na jejich provozní odolnost a bezpečnost. Především z těchto důvodů a také pro jeho ohnivzdornost je v moderních laboratořích jako klíčový materiál těchto prvků nejčastěji volen ocelový plech s příslušnou povrchovou úpravou nejčastěji elektrostaticky naneseným epoxidovým vypalovacím lakem, případně s ošetřením spodním ochranným nátěrem.

Jak části digestoří, tak i médiových stěn podléhají při výrobě přesně definovaným technologickým procesům tak, aby výsledkem jejich výroby byla vysoká odolnost, dlouhá životnost a správná funkčnost.

Objektivní posouzení vhodnosti všech procesů spojených s ochranou a estetickou úpravou plechů lze zjistit testováním v nezávislých zkušebních ústavech. Laboratorní digestoř je z hlediska platné legislativy tzv. nízkonapěťový spotřebič. Jako takový podléhá zkouškám elektrických vlastností z hlediska správné funkce v rozsahu určitých mezí napětí a elektromagnetické kompatibility. Tyto zkoušky musí být doloženy příslušnými protokoly a certifikáty a investor by je měl od dodavatele vyžadovat.

Základní funkční zkouškou každé laboratorní digestoře je prověření shody s evropskou normou EN-14175 především s články 1, 2, 3, příp. 4. Vzhledem k tomu že digestoř svými funkcemi, jako je odtah nebezpečných látek či tepla z místa probíhající laboratorní práce slouží i jako bezprostřední ochrana zdraví obsluhy, je proto nutné funkcím digestoře věnovat náležitou pozornost. Digestoř bez prověření funkčních vlastností, které definuje tato norma, by vůbec neměla být instalována a může ohrozit jak samotný prostor nebo budovu, tak zejména zdraví a život obsluhy. Digestoře jsou v řádném pracovním režimu velmi citlivé i na řešení vzduchotechnických režimů nejen vlastní digestoře, ale i místnosti jako celku. Je proto nezbytné obrátit se při řešení jejich instalace na specialisty v oboru.

Systém současných moderních médiových stěn sloužících k rozvodu kapalných a plyných médií včetně elektroinstalací klade důraz na komfortní dostupnost uživatelských zakončení (dle normy EN 13792/2000), jejich snadnou údržbu a bezpečnost provozu. I na médiové stěny se vztahují jak zkoušky elektromagnetické kompatibility, tak i práce v určitých mezích napětí a zkoušky tlakové nebo revizní.

Ekonomika a bezpečnost provozu

Při stoupajících cenách energií je potřeba brát v úvahu i ekonomičnost provozu laboratoře a volit správné osvětlení, výměnu vzduchu, hlučnost vnitřních agregátů, druhy kanalizací či zajištění dostatku vody z domovního řádu pro jednotlivé vodovodní baterie. Jedná se o celý

komplex faktorů, které by měly být splněny, aby laboratorní interiér byl vhodně připraven k instalaci přístrojů, doplněn spotřebním materiálem a místnost bezproblémově fungovala mnoho let a sloužila pro nerušenou práci.

Všichni přední evropští a světoví výrobci kladou velký důraz na bezpečnost provozu, a tedy i snadnou havarijní i preventivní údržbu. Řádně provozovaná digestoř by měla být každý rok zkontrolována autorizovaným servisním pracovníkem výrobce a výstupem

tohoto servisu musí být protokol s uvedením zjištěných hodnot, závad a doporučeními případných oprav.

Jakákoliv povrchnost, neodbornost či nemístné šetření při budování laboratorního interiéru ve snaze nakoupit co nejlevněji se hrubě nevyplácí. I pro laboratoře totiž stále platí, že nejsme tak bohatí, abychom si mohli kupovat levné věci.

Team společnosti MERCI s.r.o.,
www.merci.cz

LAUDA ROZŠIŘUJE SVÉ PORTFOLIO O TŘEPAČKY S TECHNOLOGIÍ „GFL“

Třepačky LAUDA Varioshake jsou uživatelsky velmi přívětivé, robustní a odolné, a proto jsou ideálním společníkem pro každodenní práci v laboratoři. Jejich robustní mechanický systém s nízkým opotřebením zajišťuje extrémně hladký chod a spolehlivý trvalý provoz. Elektronický systém řídí měkký start. Ve srovnání s předchozím modelem šetří místo až o 35 procent, třepačky Varioshake jsou přizpůsobeny omezenému prostoru dostupnému v laboratořích. Všechny modely třepaček LAUDA Varioshake jsou zpracovány v novém moderním designu LAUDA.

Třepačky LAUDA Varioshake jsou k dispozici ve verzích s nosností od 8 do 30 kg a pracovními plochami do 676 x 540 mm. V závislosti na modelu jsou zařízení vybavena uživatelsky příjemným analogovým nebo digitálním ovládáním. Modely Varioshake VS 8 OE a VS 8 BE jsou mimořádně kompaktní a nabízejí rozšířený rozsah teploty až do 60 °C (místo 50 °C typických pro sériovou výrobu) pro použití v inkubátorech. Třepačky z produktové řady LAUDA Varioshake nabízejí využitelný objem 45 až 150 l s třepacími plochami až 676 x 540 mm a vynikající teplotní stabilitou $\pm 0,2$ K. Třepačky LAUDA Varioshake jsou vybaveny velkým počtem možných třepacích pohybů. Od okružních třepaček pro kulaté nádoby, jako jsou Erlenmeyerovy baňky nebo

Petriho misky, a horizontálních třepaček až po vertikální třepačky Varioshake s rotací 360°, produktová řada Varioshake nabízí pohybové vzory pro širokou škálu aplikací.

Obr.: Třepačka LAUDA Varioshake



Rozsáhlý sortiment příslušenství umožňuje přizpůsobení zařízení LAUDA Varioshake individuálním požadavkům. Modulární systém umožňuje snadnou výměnu a rychlé a snadné přizpůsobení prakticky jakékoli velikosti nebo tvaru baňky. Sortiment příslušenství zahrnuje lepicí rohože, univerzální příslušenství, podnosy, stojany a svorky. Kromě toho jsou téměř všechna pomocná zařízení celosvětově kompatibilní v rámci produktové řady Varioshake shaker. Rychlé a snadné dovýbavení proto není problém.

» www.lauda.de

MASARYKOVA STŘEDNÍ ŠKOLA CHEMICKÁ
PRAHA 1, KŘEMENCOVA 12

POŘÁDÁ DNE 17.9.2020 OD 13 DO 19 HODIN

DEN ABSOLVENTŮ ŠKOLY

ZVEME VŠECHNY ŽÁKY, BÝVALÉ ŽÁKY,
ABSOLVENTY A PŘÁTELE ŠKOLY

SLAVNOSTNÍ ZAHÁJENÍ VE 14 HODIN



Masarykova
střední škola
chemická

WWW.MSSCH.CZ

DEKONTAMINACE VIRŮ POMOCÍ PAR PEROXIDU VODÍKU

KUZMA M.

Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha, kuzma@biomed.cas.cz, <http://ms.biomed.cas.cz/>

Současná epidemie koronaviru velmi aktualizovala problematiku metod, které brání šíření infekcí v prostředí se zvýšeným výskytem lidí, jako jsou zdravotnická zařízení, dopravní prostředky, nebo administrativní budovy. V těchto prostorech není možné efektivní nasazení kapalných dekontaminačních prostředků. Vhodnou alternativou jsou metody využívající plynných dekontaminačních prostředků, mezi nimiž jsou páry peroxidu vodíku efektivním a bezpečným prostředkem pro eliminaci virové zátěže.

V případech virových epidemií, jako je současné šíření koronaviru, které ochromilo prakticky život lidí na celém světě, je jedním z hlavních úkolů, zabránění jejímu šíření. U onemocnění, která jsou přenosná kapénkovou infekcí, hrají významnou roli místa s vysokou koncentrací lidí, jako jsou prostředky městské hromadné dopravy, nákupní centra, ale dnes i velmi rozšířené sdílené kancelářské prostory („open space office“), apod.

Bylo prokázáno, že v současné době šířící se koronavirus, virus SARS-CoV-2, zůstává životaschopným a infekčním v podobě aerosolu mnoho hodin a na povrchu i dny [1]. I když toto není jediný důvod epidemiologického chování tohoto viru, je to významný faktor, který ovlivňuje rychlost šíření infekce.

Pro efektivní zabránění šíření infekce je tedy důležité dodržovat nejen osobní hygienická opatření, ale nasadit účinné prostředky pro eliminaci nákazy (dekontaminace) ve sdílených prostorech. V případě velkých prostor s komplikovanou geometrií a velkým množstvím instalovaných zařízení je aplikace kapalných dekontaminačních prostředků na exponované povrchy pracná a časově velmi náročná. Proto se jako efektivní jeví nasazení dekontaminačních prostředků na bázi plynu nebo mlhy. Aplikace mlhy, která spočívá v přidávání kapalného dekontaminačního prostředku do proudu plynu, také obvykle vyžaduje aktivní účast člověka, který zajistí rovnoměrné rozšíření dekontaminačního prostředku v prostoru. Na druhé straně plynné dekontaminační prostředky, které se mohou samovolně šířit v prostředí, vyžadují aktivní účast člověka jen při umístění generátoru v prostoru a inicializaci procesu. Tento postup navíc dovoluje vysokou míru automatizace a snadnou periodizaci protiinfekčních opatření.

Plynná dekontaminační činidla

Účinných plynných dekontaminačních prostředků existuje celá řada, ale při velkoplošné aplikaci je třeba vedle účinnosti vzít v úvahu i jejich toxicitu, efekt na životní prostředí, možnost snadného rozkladu, apod. Jako plynné dekontaminační prostředky se osvědčily metyl bromid, ozón, oxid chloričitý a peroxid vodíku. Většinou se jedná o látky s vysokou toxicitou nebo látky, které se špatně rozkládají, jsou nebezpečné pro životní prostředí, apod. Výjimkou je peroxid vodíku, který není netoxický, ale snadno se rozkládá na vodu a kyslík, a není tedy nebezpečný pro životní prostředí a je možné jej snadno eliminovat z dekontaminovaného prostoru.

Páry peroxidu vodíku

Páry peroxidu vodíku (VPH – Vapor Hydrogen Peroxide), jak se tato technologie obvykle označuje, je dnes již rozšířená ve farmaceutickém průmyslu, zdravotnictví a biologických laboratořích jako účinný prostředek pro dekontaminaci a dezinfekci výrobních a laboratorních prostor, ale také se prosazuje jako účinný prostředek pro sterilizaci operačních sálů a nemocničních prostor. Dnes jsou na trhu běžně dostupné VPH generátory firem Steris, Bioquell ale také české firmy Block a.s., které jsou validované pro farmaceutické a zdravotnické účely.

Vliv parametrů dekontaminace

Využití VPH procesu bylo studováno na řadě mikroorganismů včetně virů. Výsledky těchto studií na virech jsou shrnuty v tabulce 1. Výsledek dekontaminace je závislý na dekontaminovaném viru, délce dekontaminace,

koncentraci par peroxidu vodíku, kontaminovaném materiálu a míře znečištění povrchu. Viry jsou z hlediska morfologického velmi heterogenní, což je jedním z důvodů, že jejich citlivost k VPH dekontaminaci není stejná, a to vede k odlišné účinnosti na různé druhy virů. Nejrozsáhlejší studii dekontaminace virů provedl Hecker et al. [2]. Ti dosáhli buď úplné, nebo skoro kompletní inaktivace testovaných virů. V této práci byl u viru prasečí cholery prokázán významný vliv média, ve kterém je virus nanášen na dekontaminovaný povrch. Při dekontaminaci viru naneseném v prasečí krvi byla dekontaminace méně účinná než při nanesení v hovězím séru, které se používá jako standardní kultivační médium virů. Toto srovnání ukazuje na významný parametr pro efektivitu dekontaminačního procesu, a to zašpinění povrchu. Tento negativní vliv prokázali i další [3, 4]. Rovněž Goyal et al. [5] testovali řadu virů, přičemž i oni prokázali efektivnost VPH pro dekontaminaci virů. Na rozdíl od Hecker et al. [2], využívali pro dekontaminaci vlhký HVP proces firmy Bioquell, který je ale podle Eterpi et al. [4] méně efektivní. Jako důvod je uváděn fakt, že při VHP procesu firmy Steris dochází ke generování vyššího množství par peroxidu vodíku, což eliminuje i významnější vliv organické kontaminace povrchu [3]. Koncentrace par peroxidu vodíku je významným parametrem pro dosažení dekontaminace. Eterpi et al. prokázali, že stejného efektu je možné dosáhnout při nižší koncentraci par peroxidu vodíku prodloužením doby působení [4]. Při dekontaminaci velkých prostor může být dosažení vysoké koncentrace par peroxidu vodíku velmi náročné. Proto je studována možnost aplikace velmi nízkých koncentrací par peroxidu vodíku (< 100 ppm) [6, 7]. Výsledky ukazují, že je možné dosáhnout dekontaminace virů i při nízké koncentraci par peroxidu vodíku, ale vyžaduje to relativně čistý exponovaný povrch. Pokud je přítomna biologická kontaminace, jako například krev, pak při nízké koncentraci nedochází k dekontaminaci, ale pokud je koncentrace par peroxidu vodíku vyšší než 400 ppm ani přítomnost krve nebrání eliminaci virové zátěže [4, 7].

Závěr

Dostupná odborná literatura ukazuje, že páry peroxidu vodíku jsou efektivní metodou pro dekontaminaci virů, a to i v případě, že je povrch znečištěn, např. krví. Klíčovým parametrem je dosažení dostatečné koncentrace v dekontaminovaném prostoru a udržet ji dostatečnou dobu. Odborná literatura ukazuje, že pro zaručeně úspěšné provedení procesu je třeba dosáhnout alespoň koncentrace 400 ppm peroxidu vodíku v ošetřovaném prostoru po dobu několika hodin. Vzhledem k tomu, že se peroxid vodíku rozkládá na netoxická rezidua, a protože i jeho limity pro dlouhodobou expozici a akutní toxikologické vlastnosti jsou příznivější než u jiných plynných dekontaminačních prostředků, jeví se páry peroxidu vodíku jako vhodné činidlo pro nasazení v případech nutnosti dekontaminace velkých prostor s cílem zamezit v šíření nebezpečných infekcí, jaké jsme svědky v současné době.

Poděkování: Autor by rád poděkoval za podporu Národnímu programu udržitelnosti (NPU I Lo1509).

Literatura

- [1] Patients, L., Taylor, D., Lindsay, A. C., Halcox, J. P. Correspondence Niacin Compared with Ezetimibe. *N. Engl. J. Med.* 2020, 382, s. 1564–1567.

Tab. 1: Přehled vědeckých prací o dekontaminaci virů pomocí VHP

Reference	Virus	Aplikace	koncentrace VHP	Redukce virové zátěže
[2]	AIV, ASFV, BTV, HCV, NDV, PRV, SVDV, VEV, VSV	nerezová ocel	neuvedena (Steris)	
[3]	MS2	nerezová ocel	neuvedena (Bioquell)	> 6 log
[4]	MVM, PPV, AV-5, VV, PV-1	nerezová ocel	500–2000 ppm (Steris)	> 4 log
[5]	hADV-1, FCV, TGEV, AIV- H9N9, SwIV-H3N2	nerezová ocel	neuvedena (Bioquell)	hADV-1 – > 5,61 log FCV – > 6,28 log TGEV – > 5,28 log AIV- H9N9 – > 4,83 log SwIV-H3N2 – > 4,92 log
[6]	IV – H1N1	nerezová ocel	10–90 ppm	2 – 4,7 log
[7]	Phi6, MS2	sklo, lepicí páska, nerezová ocel, glazovaná keramika	25 nebo 400 ppm	Phi6 – > 3,5 log MS2 – > 2,5 log
[9]	BVDV, MVM, HAV	nerezová ocel	466–482 ppm (Bioquell)	BVDV – > 5,2 log MVM – > 5,0 log HAV – 4 log
[10]	norovirus	plast	860 ppm	4,5 – 5,0 log
[11]	MS2	nerezová ocel	neuvedena	> 5,0 log
[12]	FCV, MNV	plast	474–505 ppm	FCV – 3,65 log MNV – 3,67 log
[13]	FCV	nerezová ocel sklo vinyllová podlaha plast keramická dlaždice	neuvedena	nerezová ocel – 5,2 log sklo – ≥ 5,2 log vinyllová podlaha – ≥ 5,6 log plast – ≥ 4,9 log keramická dlaždice – ≥ 5,2 log
[14]	laktokokový fág	nerezová ocel	neuvedena	> 6 log
[8]	myší norovirus	ovoce a zelenina	108–123/60 min	jablka – 4 log borůvky – 4 log, jahody – 0 log okurky – 1,9 log
[15]	MS2	hlávkový salát	neuvedena	> 3 log
[16]	MNV, ΦX174, B40-8	hlávkový salát	neuvedena	~ 3 log (velmi krátký čas, 5 min)
[17]	rekombinantní adenovirus	nerezová ocel	neuvedena (Bioquell)	> 8 log

hADV-1 – lidský adenovirus typ 1, kočičí kalicivirus – FCV, TGEV – koronavirus infekční gastroenteritidy, AIV – virus ptačí chřipky, SwIV – virus prasečí chřipky, MNV – myší norovirus, bakteriofágy MS2, ΦX174 a B40-8, BVDV – virový průjem skotu, MVM – minutový myší virus, HAV – virová hepatitida A, ASFV – virus afrického moru prasat, BTV – virus katarální horečky ovcí, HCV – virus prasečí cholery, NDV – Virus newcastleské choroby, PRV – virus pseudorabies; SVDV – virus vezikulární choroby prasat; VEV – virus vezikulárního exantému; VSV – virus vezikulární stomatitidy, PPV – prasečí parvovirus, AV-5 – lidský adenovirus typu 5, VV – virus vakcinie, PV-1 – Poliovirus typ 1, IV – virus chřipky.

[2] Heckert, R. A., Best, M., Jordan, L. T., Dulac, G. C., Eddington, D. L., Sterritt, W. G. Efficacy of vaporized hydrogen peroxide against exotic animal viruses. *Appl. Environ. Microbiol.* 1997, **63**(10), s. 3916–3918, doi: 10.1128/aem.63.10.3916-3918.

[3] Pottage, T., Richardson, C., Parks, S., Walker, J. T., Bennett, A. M. Evaluation of hydrogen peroxide gaseous disinfection systems to decontaminate viruses. *J. Hosp. Infect.* 2010, **74**(1), s. 55–61, doi: 10.1016/j.jhin.2009.08.020.

[4] Eterpi, M., McDonnell, G., Thomas, V. Virucidal Activity of Disinfectants against Parvoviruses and Reference Viruses. *Appl. Biosaf.* 2010, **15**(4), s. 165–171, doi: 10.1177/153567601001500402.

[5] Goyal, S. M., Chander, Y., Yezli, S., Otter, J. A. Evaluating the virucidal efficacy of hydrogen peroxide vapour. *J. Hosp. Infect.* 2014, **86**(4), s. 255–259, doi: 10.1016/j.jhin.2014.02.003.

[6] Rudnick, S. N., McDevitt, J. J., First, M. W., Spengler, J. D. Inactivating influenza viruses on surfaces using hydrogen peroxide or triethylene glycol at low vapor concentrations. *Am. J. Infect. Control.* 2009, **37**(10), s. 813–819, doi: 10.1016/j.ajic.2009.06.007.

[7] Wood, J. P., Richter, W., Sunderman, M., Calfee, M. W., Serre, S. D., Mickelsen, L. Evaluating the Environmental Persistence and Inactivation of MS2 Bacteriophage and the Presumed Ebola Virus Surrogate Phi6 Using Low Concentration Hydrogen Peroxide Vapor. *Environ. Sci. Technol.* 2020, **54**, s. 3581–3590 doi: 10.1021/acs.est.9b06034.

[8] Becker, B., Dabisch-Ruthe, M., Pfannebecker, J. Inactivation of murine norovirus on fruit and vegetable surfaces by vapor phase hydrogen peroxide. *J. Food Prot.* 2020, **83**(1), s. 45–51, doi: 10.4315/0362-028X.JFP-19-238.

[9] Kindermann, J., Karbiener, M., Leydold, S. M., Knotzer, S., Modrof, J., Kreil, T. R. Virus disinfection for biotechnology applications: Different effectiveness on surface versus in suspension. *Biologicals*, **64**(2), s. 1–9, 2020, doi: 10.1016/j.biologicals.2020.02.002.

[10] Holmdahl, T., Odenholt, I., Riesbeck, K., Medstrand, P., Widell, A. Hydrogen peroxide vapour treatment inactivates norovirus but has limited effect on post-treatment viral RNA levels. *Infect. Dis. (Auckl)*.

Dokončení na další str.

- 2019, **51**(3), s. 197–205, doi: 10.1080/23744235.2018.1546056.
- [11] Kumar, J. A., Cadnum, J. L., Jencson, A. L., Donskey, C. J. Efficacy of a multi-purpose high level disinfection cabinet against *Candida auris* and other health care-associated pathogen. *Am. J. Infect. Control.* 2019, **48**(7), s. 849–850, doi: 10.1016/j.ajic.2019.11.029.
- [12] Holmdahl T., et al. Hydrogen peroxide vapor decontamination in a patient room using feline Calicivirus and Murine Norovirus as surrogate markers for human norovirus. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 2016, **37**(5), s. 561–566, doi: 10.1017/ice.2016.15.
- [13] Bentley, K., Dove, B. K., Parks, S. R., Walker, J. T., Bennett, A. M. Hydrogen peroxide vapour decontamination of surfaces artificially contaminated with norovirus surrogate feline calicivirus. *J. Hosp. Infect.* 2012, **80**(2), s. 116–121, doi: 10.1016/j.jhin.2011.10.010.
- [14] Otter, J. A., Budde-Niekkel, A. Hydrogen peroxide vapor: A novel method for the environmental control of lactococcal bacteriophage. *J. Food Prot.* 2009, **72**(2), s. 412–414, doi: 10.4315/0362-028X-72.2.412.
- [15] Xie, Y., Hajdok, C., Mittal, G. S., Warriner, K. Inactivation of MS2 F(+) coliphage on lettuce by a combination of UV light and hydrogen peroxide. *J. Food Prot.* 2008, **71**(5), s. 903–907, doi: 10.4315/0362-028X-71.5.903.
- [16] Li, D., et al. Inactivation of murine norovirus 1, coliphage ϕ X174, and *Bacillus fragilis* phage b40-8 on surfaces and fresh-cut iceberg lettuce by hydrogen peroxide and UV light. *Appl. Environ. Microbiol.* 2011, **77**(4), s. 1399–1404, doi: 10.1128/AEM.02131-10.
- [17] Berrie, E., Andrews, L., Yezli, S., Otter, J. A. Hydrogen peroxide vapour (HPV) inactivation of adenovirus. *Lett. Appl. Microbiol.* 2011, **52**(5), s. 555–558, doi: 10.1111/j.1472-765X.2011.03033.x.

Abstract

VIRUS DECONTAMINATION USING HYDROGEN PEROXIDE VAPOUR

Summary: The current coronavirus epidemic has greatly updated the issue of methods that prevent the spread of infections in environments with an increased incidence of people, such as medical facilities, vehicles, or office buildings. Effective use of liquid decontamination agents is not possible in these areas. A suitable alternative is methods using gaseous decontamination agents, among which vapor hydrogen peroxide is an effective and safe means to eliminate viral load.

Key words: Vapor hydrogen peroxide, virus decontamination, large area decontamination.

VĚDA A VÝZKUM

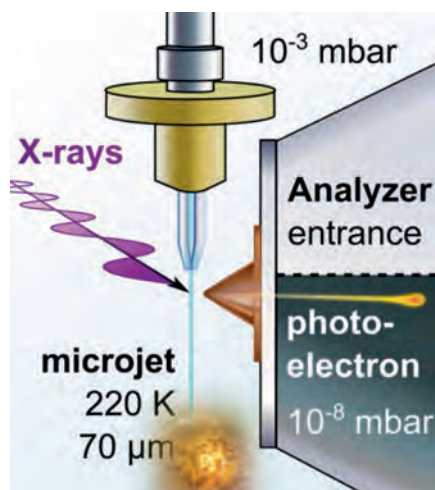
JAK VZNIKÁ KOV?

Co znamená, že je něco kov, a jak vlastně kov vzniká? To jsou učebnicové otázky, na které existuje jednoduchá odpověď: kov je charakterizován volnými elektrony, které způsobují jeho velkou elektrickou vodivost. Jak přesně ovšem vzniká z původně vázaných elektronů kovový vodivostní pás a jak přitom materiál vypadá na mikroskopické úrovni? Právě to se podařilo ukázat vědcům ze skupiny Pavla Jungwirtha z **Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR** ve spolupráci s výzkumníky z USA a Německa, kteří s využitím fotoelektronové spektroskopie a pokročilých výpočtů elektronové struktury popsalí a na molekulové úrovni zmapovali zrod kovového roztoku alkalických kovů v amoniaku z původního elektrolytu. Výsledky svého výzkumu nyní zveřejnili v jednom z nejprestižnějších vědeckých časopisů *Science* (DOI: 10.1126/science.aaz7607), kde také jejich článek vybrali pro grafiku na obálku.

Alkalické kovy rozpuštěné v kapalném amoniaku představují modelové systémy zajímavé pro zkoumání přechodu modrého elektrolytu s nízkou koncentrací rozpuštěných elektronů k bronzové či zlaté zbarvenému kovovému roztoku (s vodivostí srovnatelnou s měděným drátem) s vysokou koncentrací volných elektronů. Ideálním nástrojem pro mapování mikroskopických změn elektronové struktury materiálu, charakteristických pro tento přechod, je fotoelektronová spektroskopie. Tato technika využívající ultravysokého vakua se dlouho považovala za neslučitelnou se zkoumáním tekutých kapalin, jako je např. kapalný amoniak. První úspěšná fotoelektronová měření čistého kapalného amoniaku se díky využití techniky mikronáštíků podařilo uskutečnit až v roce 2019 týmu Pavla Jungwirtha ve spolupráci s vědci z Jihokaliifornské Univerzity (USA) a na berlínském synchrotronu BESSY II.

„Takhle to dopadá, když dáte teoretické skupině na hraní laborku,“ odkazuje Pavel Jungwirth

Obz.: Schematické zobrazení mikronáštíku tekutého amoniaku s rozpuštěnými alkalickými kovy a jeho měření na synchrotronu BESSY II v Berlíně. Na spodním konci náštíku je umístěn obrázek kovového amoniaku zlaté barvy.



na rozhodnutí ředitele ústavu poskytnout mu malou laboratoř.

Tento úspěch otevřel dveře k dalšímu zkoumání systémů alkalických kovů a tekutého amoniaku prostřednictvím fotoelektronové spektroskopie a vyústil v nejnovější publikaci v časopise *Science*, která mapuje přechod z elektrolytu ke kovovému roztoku kapalného amoniaku a lithia, sodíku a draslíku.

S využitím fotoelektronové spektroskopie pomocí rentgenového synchrotronního záření výzkumníci poprvé zachytili fotoelektronový signál kolem 2 eV odpovídající elektronům rozpuštěným v tekutém amoniaku. S rostoucí koncentrací alkalického kovu se pak přechod ke kovovému chování projevuje ve fotoelektronovém spektru tvorbou vodivostního pásu s ostrou Fermiho hranou a přidruženými plasmonickými píky.

Společně s nejmodernějšími výpočetními postupy pro stanovení elektronových struktur tak poskytují tato měření detailní molekulový popis přechodu nekovové látky v kovovou, a tím nám umožňují lépe porozumět, jak vzniká kovové chování a s ním spojené vlastnosti jako velmi vysoká elektrická vodivost.

„Právě publikovaná studie o kovovém amoniaku nám snad otevře dveře k realizaci našeho „nejvýbušnějšího“ snu – přípravy kovové vody tak, že ji velmi opatrně smícháme s alkalickými kovy,“ uzavírá Pavel Jungwirth.

» www.uochb.cz

ČEŠTÍ VĚDCI PŘÍSPĚLI K VÝVOJI NOVÉ TŘÍDY JEDNOROZMĚRNÝCH ORGANICKÝCH VODIČŮ

Mezinárodní tým vědců za účasti výzkumníků z **Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) Přírodovědecké fakulty Univerzity Palacké v Olomouci** a **Fyzikálního ústavu AV ČR (FZÚ)** v Praze navrhl a experimentálně potvrdil možnost přípravy jednorozměrných vodivých polymerů na bázi uhlíku. Vzhledem k tomu, že uhlík je jedním z nejdostupnějších prvků, vykazují nové polymerní vodiče v porovnání s běžnými kovovými vodiči potenciálně nejen nižší výrobní náklady, ale také větší stabilitu a lepší možnosti řídit jejich materiálové vlastnosti. Společná práce českých, španělských a švýcarských vědců, kterou publikoval časopis *Nature Nanotechnology*, představuje nový přístup k vývoji nekovových vodičů využitelných v solární energetice, optických technologiích či nanoelektronice. O významu práce svědčí fakt, že editoři časopisu *Nature Nanotechnology* věnovali článku speciální komentář News & Views.

„Výhodou nových polymerů je vysoká reprodukovatelnost přípravy a očekávaná vyšší stabilita oproti původním obohaceným vodivým polymé-

rům. Možnost konstrukce stabilních uhlíkových vodivých polymerů otevírá nové možnosti pro miniaturizaci a zvýšení výkonu řady elektronických součástek," říká Pavel Jelínek, který vede český tým.

Kovové vodiče, které jsou v současné době nedílnou součástí většiny komerčních elektrických a elektronických zařízení, vedou elektrický proud pomocí volných elektronů v jejich strukturách. Organické molekuly na bázi uhlíku a vodíku ve většině případů volné elektrony neobsahují a chovají se jako izolanty. Jsou ovšem známy organické vodiče, tzv. vodivé polymery, které vedou elektrický proud díky obohacení jinými prvky. Tyto cizí prvky dodávají nebo odebírají ze struktury uhlíkových polymerů elektrony, čímž vzniká potřebný volný elektrický náboj odpovědný za vysokou elektrickou vodivost. Za objev těchto polymerů byla v roce 2000 udělena Nobelova cena za chemii. Výhodou polymerních vodičů oproti běžným kovovým vodičům je nenáročnost jejich výroby a snadné zpracování běžnými technologiemi, lepší mechanické vlastnosti a možnost ladit jejich elektrické i optické charakteristiky. Některé z nich proto našly uplatnění v organických LED diodách, solárních článcích, tranzistorech nebo různých typech senzorů. Naopak hlavní nevýhodou stávajících vodivých polymerů je jejich nízká chemická a tepelná stabilita, která souvisí s přítomností cizích prvků v jejich struktuře. Řada laboratorů ve světě se proto snaží o přípravu nových typů vodivých polymerů, které by cizí prvky neobsahovaly. Jako prvnímu se to podařilo právě česko-španělsko-švýcarskému týmu.

„V naší práci jsme studovali tzv. π -konjugované polymery, které jsou charakteristické střídáním jednoduchých a dvojných vazeb mezi atomy uhlíku. Nicméně vhodnou volbou základních stavebních jednotek polymeru lze připravit jednorozměrný systém, který se nachází v blízkosti fázového přechodu, na základě kompenzace vnitřního mechanického napětí polymeru a jeho elektronové struktury. Právě s použitím správných výchozích molekul vznikl vysoce vodivý polymer s volnými elektrony bez nutné přítomnosti cizích prvků. Tento přístup k syntéze 1D vodivých polymerů může vést k vývoji nové generace organických vodičů pro molekulární elektroniku," uvedl Pavel Jelínek.

Syntéza 1D polymerních řetězků probíhala na povrchu zlata. Chemickou strukturu a elektrické vlastnosti vědci zkoumali pomocí rastrovacího mikroskopu s chemicky upraveným hrotem, který umožňuje zobrazit jednotlivých molekul. „Vodivé polymery byly připraveny nanášením vhodných molekul, které vyvinuli španělští kolegové, na povrch zlata. Jejich následné tepelné zpracování vedlo k tvorbě dlouhých 1D řetězků bez jakýchkoliv strukturních poruch. Základní stavební jednotky polymerů byly vzájemně propojeny uhlíkovými můstky. Elektrické vlastnosti 1D polymerů lze navíc ladit právě vhodnou volbou základních stavebních jednotek a posunout se například k vývoji 1D organických polovodičů. Vyvinuté polymery by mohly nalézt uplatnění nejen při vývoji molekulární elektroniky, ale i nových optoelektronických zařízení nebo organických solárních cel," říká Bruno de la Torre působící ve FZÚ a RCPTM.

Výsledky studie navazují na spolupráci španělského a českého týmu, která v nedávné minulosti vedla k vývoji chemických protokolů pro syntézu polymerů, jejichž příprava není možná pomocí běžných postupů. „Práce v Nature Nanotechnology ukazuje unikátní možnosti chemie na površích, kde se uplatňují odlišná chemická pravidla oproti reakcím probíhajícím v kapalném

nebo plynném prostředí. Lze tak připravit zcela unikátní materiály jako jsou právě 1D molekulární vodiče s vlastní vodivostí vyplývající přímo z jejich struktury. Tyto poznatky by mohly pomoci k řešení řady dalších vědeckých výzev a přípravě nové generace nízkodimenzionálních struktur se zcela novými optickými, magnetickými a elektrickými vlastnostmi," dodává Radek Zbořil z olo-mouckého RCPTM.

» www.fzu.cz, www.rcptm.cz

VĚDCI Z ČVUT A AV ČR ZÍSKALI EVROPSKÝ PATENT

Patentované řešení vědců z ČVUT a AV ČR prodlouží životnost palivových článků v jaderných reaktorech za havarijních i standardních podmínek, a to pokrytím povrchu palivových článků tenkou polykrystalickou diamantovou vrstvou. K výzkumu v této oblasti odborníky inspirovala například jaderná havárie ve Fukušimě. Český patent byl minulý měsíc úspěšně přijat Evropským patentovým úřadem (EPÚ), nyní si nalezne cestu do praxe.

Výsledky výzkumu jsou přesvědčivé a navzdory cennému materiálu není výroba vrstvy z diamantových nanokrystalů nedostupnou záležitostí. Vědci usilují o získání patentu v USA a Koreji a v současnosti vede Centrum pro Inovace a transfer technologií Fyzikálního ústavu AV ČR jednání o prodeji patentovaných řešení s řadou evropských, asijských a amerických výrobců jaderného paliva.

„Je to zcela nový způsob ochrany povrchu palivových článků," říká Irena Kratochvílová z Fyzikálního ústavu AV ČR. „Prakticky nikdo nečekal, že velmi tenká polykrystalická diamantová vrstva tak významně zhorší podmínky pro korozi kovového substrátu v jaderném reaktoru, a to dokonce o desítky procent jak za pracovních, tak i za havarijních teplot," doplňuje vědkyně, která významným způsobem přispěla k výzkumu.

S velmi dobrými výsledky proběhly také testy ochrany zirkoniových slitin proti korozi pokrytím dvojvrstvou. „Tyto dvouvrstvé povlaky snižují oxidaci povrchů oproti nechráněným vzorkům o více než 88 % při pracovních podmínkách a o 17 % při havarijních teplotách reaktoru," upozorňuje spoluautorka řešení.

Inovativní řešení antikorozi ochrany povrchu zirkoniových slitin užívaných v jaderných reaktorech patentovali v rámci České republiky Radek Škoda, Jan Škarohlíd (za Fakultu strojní ČVUT) a Irena Kratochvílová, František Fendrych, Andy Taylor (za Fyzikální ústav AV ČR) již v roce 2015. Patent byl podpořen dalším výzkumem a rozsáh-

lými testy v rámci projektu TAČR ve spolupráci s americkou firmou Westinghouse.

Žádost o udělení evropského patentu podali výzkumníci v roce 2016. V dubnu 2020 vydal EPÚ definitivní souhlas s jeho udělením.

Řešení výrazně snižuje ekologickou zátěž

„Všichni výrobci jaderného paliva zkoumají a testují po Fukušimě odolnější povrchy a v následujících deseti letech uvidíme jejich běžné použití ve všech reaktorech na světě," zdůrazňuje docent Radek Škoda z Českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT.

Prvotním důvodem bylo omezit, případně zamezit, vysokoteplotní oxidaci zirkonia při havarijních stavech s teplotami nad 800 °C. Během této exotermické reakce se uvolňuje obrovské množství tepla, ale také vodíku, který může explodovat, zkorodované zirkoniové tyče mohou popraskat a uvolnit radioaktivní látky do primárního okruhu. Uvolňování tepla také dále komplikuje chlazení aktivní zóny a posiluje další průběh vysokoteplotní oxidace zirkoniové slitiny. Tento druh koroze zirkoniových slitin se dle patentu snižuje pokrytím vnějšího povrchu jaderného paliva ochrannou vrstvou, která je tvořena polykrystalickou diamantovou vrstvou.

„V rámci dalšího výzkumu jsme ale zjistili i značný potenciál polykrystalické diamantové vrstvy ve snižování koroze palivových článků, a to až o 40 % za pracovních teplot reaktoru," uvádí Radek Škoda. Tím se podle něj prodlouží doba použití paliva, které se typicky odstraňuje z reaktoru z důvodu zkorodovaného povrchu a nikoli dostatečného vyhoření.

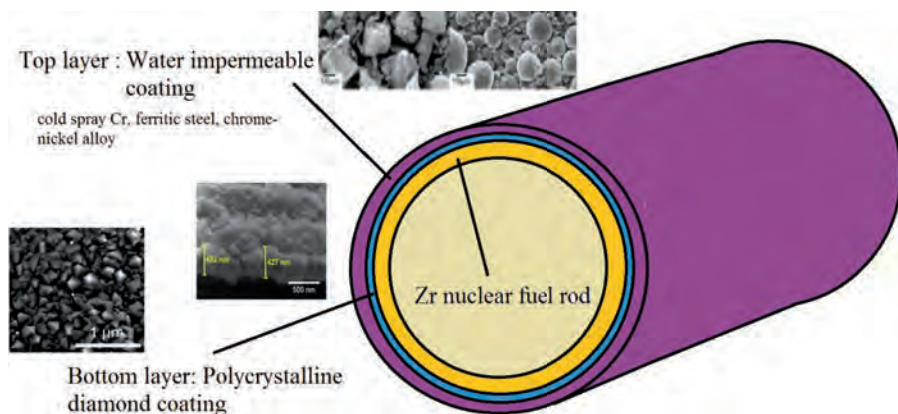
Vrstva chrání i při havarijních teplotách

Tradičně se jako ochrana proti korozi povrchu kovových materiálů ve vysokoteplotním vodním prostředí používá povrch ochrannými vrstvami, nepropouštějící molekuly vody (typicky se jedná o speciální slitiny, resp. keramiky). Pokud ale při zvýšených teplotách následkem změn objemu podkladového materiálu dojde k popraskání vodou nepropustné ochranné vrstvy, v místech nových prasklin se pak velmi rychle rozvine koroze podkladového kovového materiálu.

Hlavní a velmi specifický antikorozi efekt polykrystalického diamantového povlaku spočívá v tom, že uhlík z diamantové vrstvy postupně se zvyšující se teplotou proniká do povrchu podkladového zirkoniového materiálu a mění jeho fyzikální a chemické vlastnosti. To významně snižuje pravděpodobnost koroze zirkonia a průniku vodíku do zirkoniového povrchu. Ochranná polykrystalická diamantová vrstva tak aktivně brání oxidaci podkladu bez ohledu na poruchy a trhliny vzniklé zejména při havarijních teplotách.

» www.fzu.cz, www.cvut.cz

Obr.: Schéma palivového článku s ochrannou dvojvrstvou FOTO: Fyzikální ústav AV ČR, ČVUT



VYVÍJÍME NOVÉ PŘÍSTUPY KE KATALÝZE

„Věda nemá hranice. Když se kolem sebe díváte s očima otevřenými, mohou vás napadat přesahy do úplně nových vědních disciplín, a to mě na vědě moc baví,“ říká Petr Kovářček, vedoucí výzkumné skupiny, která díky start-up grantu Nadace Experientia vznikne od ledna 2021 na VŠCHT v Praze. Tématem výzkumu bude nový přístup ke katalýze. „Obsah projektu je průnikem organické chemie – samoorganizace molekul, čemuž jsem se věnoval během doktorátu, a materiálové chemie – povrchů, kterým se věnuji teď,“ popisuje Petr Kovářček.

Stal jste se historicky druhým držitelem start-up grantu Nadace Experientia. Co to pro vás znamená?

Znamená to pro mě moc a hned na několika úrovních. Osobně je to pro mě velká čest. Příběh manželů Dvořákových a Nadace Experientia je úžasný a téměř neuvěřitelný. Považuji to za velmi prestižní grant, uděluje se jen jeden ročně. Po pragmatické stránce se díky tomu mohu začít svobodně a na vlastní zodpovědnost věnovat vlastním výzkumným tématům.

Mít vlastní výzkumnou skupinu byl váš sen?

Řekněme, že to byl dlouhodobý plán. Už během doktorátu jsem začal přemýšlet, že bych si jednou chtěl založit vlastní skupinu.

A VŠCHT byla jasná volba?

VŠCHT je má alma mater. Pak jsem strávil pět let v zahraničí a život cizopata mě bavil. Rodinné povinnosti mně ale zavelely vrátit se zpět a v českém prostředí byla VŠCHT jasná volba.

Titul Ph.D. jste získal v laboratoři nositele Nobelovy ceny J. M. Lehna na University of Strasbourg ve Francii. Jak jste se tam dostal?

Můj tehdejší vedoucí diplomové práce mi řekl: „Jestli chceš pokračovat v supramolekulární chemii, tak se na Ph.D. přihlaš k tomu nejlepšímu.“ Tak jsem napsal nobelistovi. Když se mi ani po čtyřech měsících neozval, začal jsem hledat dál a hlásil jsem se do jiné laborky, ze které mi trochu podrážděně napsali, proč se k nim hlásím, když nastupuji k Jean-Marie Lehnovi. Tak jsem mu napsal znovu a on mi to potvrdil. V té druhé laborce se J.-M. Lehn dotazoval na personální reference.

Jaké to je pracovat pod vedením nobelisty?

Jedním slovem skvělé. Jean-Marie Lehn je úžasná osobnost. Měli jsme schůzky pravidelně téměř každý týden, často i pozdě večer nebo o víkend. Schůzky byly dlouhé a trvaly i 5–6 hodin, ale člověk z nich odcházal pozitivně nabitý a často jsem měl chuť se i pozdě v noci vrátit do laborky a ještě tu novou reakci zkusit.

V zahraničí jste strávil celkem pět let, co vám to dalo?

Moc! Život v zahraničí je obrovská zkušenost, kterou si nesete s sebou dál. Po vědecké

stránce to bylo až neuvěřitelné, bylo skvělé mít možnost každý týden diskutovat s nositelem Nobelovy ceny. Po osobní stránce jsem se naučil mnoho o sobě. Byla to výzva. Už třeba jen kvůli francouzštině. Musíte si najít bydlení, založit účet v bance v jazyce, kterému sotva rozumíte.

Jaký byl návrat do Česka na Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR?

Třeba v tramvaji to byl docela šok – najednou jsem všem, všude a všechno rozuměl. Ale vážně, i po vědecké stránce to byl skok. Do té doby jsem se věnoval především organice a komplexní syntéze a teď jsem přišel do skupiny, která dělá materiály, což znamená mnoho fyziky. Ze začátku jsem vůbec nevěděl, o čem je na seminářích řeč, musel jsem se hodně učit, abych ve skupině vůbec dokázal komunikovat a fungovat.

Čemu jste se doteď věnoval?

Mé projekty během doktorátu byly hodně abstraktní. Snažili jsme se rozpoehybovat molekuly tak, aby jedna molekula „chodila“ podél druhé, což jsme poté „překládali“ do jazyka chemických vazeb a molekul. Vždy, když přišla otázka: „A k čemu je to dobré?“ bylo těžké dát exaktní odpověď, a to i kolegům chemikům. U materiálu je to výrazně jednodušší. Každý rozumí tomu, že děláme nové materiály například pro elektroniku.

Nové univerzální katalyzátory

Od ledna 2021 zakládáte vlastní výzkumnou skupinu na VŠCHT. Máte už název? Čemu se budete věnovat?

Název ještě nemám, o získání grantu vím asi tři týdny. Obsahem projektu je hledání nového přístupu ke katalýze, což je široký obor, který nabízí mnoho možností. Tematicky je to průnik organické chemie – samoorganizace (self-organization), čemuž jsem se věnoval během doktorátu, a materiálové chemie – povrchů, kterým se věnuji teď.

Proč potřebujeme nové katalyzátory?

Dnešní průmyslové katalyzátory mají přesně definované složení a katalyzují konkrétní reakce za pevně daných podmínek – jinak nefungují. Naopak přírodní katalyzátory – enzymy – katalyzují reakce i v neuvěřitelně komplexním prostředí s obrovskou selektivitou. Například v buňce si enzym vybere jen to, co pro reakci potřebuje a udělá to, co má. A já bych chtěl využít tento přístup a vytvořit katalyzátory, u kterých bychom předem nemuseli znát konkrétní podmínky katalýzy.

Jak by to mělo fungovat?

Je to jako chemická polévka, která obsahuje mnoho různých molekul. Katalyzátor si v polévce sám najde to, co potřebuje a katalyzuje reakci. Tím bychom mohli katalyzovat i nové reakce, protože předem nemusíme znát podmínky katalýzy, ty zjistíme až zpětně.

Jak?

Představme si, že polévku nalijeme na talíř – na povrch, který nám poskytne potřebný gradient, což je skrytý potenciál – energie. Když aplikuji stimul, např. světlo, změním distribuci jednotlivých komponent polévky. Když se stane, že se samoorganizací vytvoří katalytická vrstva, vše okolo můžeme odmýť a zůstane jen aktivní povrch, který má schopnost katalýzy. V řeči chemiků budeme zkoumat organické molekuly, které po stimulaci světlem o určité vlnové délce mají schopnost samoorganizace a mohou vytvořit povrch, který bude vykazovat elektrickou polarizaci a změni redoxní stav povrchových molekul a tím je aktivuje pro katalýzu.

Do budoucna bychom tedy mohli mít takovou univerzální chemickou polévku, do které přidáme látky pro reakci, kterou chceme katalyzovat, a systém si sám najde vhodný katalyzátor?

Ano, takto by to teoreticky mohlo fungovat. Byla by to taková knihovna molekul, která by dokázala rychle najít vhodný katalyzátor pro danou reakci. Zatím jsme ale úplně na začátku. Je to základní výzkum a velmi inovativní a ambiciózní. Nevím, že by někdo dělal něco byt i vzdáleně podobného.

Podporu od Nadace Experientia a VŠCHT jste získal na tři roky. Jaká jsou vaše očekávání? Čeho za tu dobu chcete dosáhnout?

Tři roky jsou ve vědě poměrně krátká doba. V mnoha směrech začínám od nuly. Úspěchem pro mě bude, když se mi podaří vybudovat fungující skupinu, která získá další financování a bude moci pokračovat dál. Po vědecké stránce doufám, že odpovíme na první koncepční otázky a nastavíme směr dalšího výzkumu.

Baví mě, že věda nemá hranice

Co vás baví na vědě?

Že nemá hranice. Líbí se mi citát ze Star Treku „Space, the final frontier (Vesmír, konečná hranice).“ A Vesmír je podle našich současných znalostí nekonečný. Když něco víte, je to jako kolečko, které má obvod. Když víte více, je to větší kolečko, které má větší obvod a tak dále. Čím více toho víte, tím ta hranice do neznáma je větší. Věda nemá hranice států. Neexistuje něco jako česká věda. Věda je jen dobrá nebo špatná. Neexistují ani hranice oborů – že my chemii dělíme na anorganickou a organickou je atomům upřímně jedno. Když se kolem sebe díváte s očima otevřenými, mohou vás napadat přesahy do úplně jiných vědních disciplín, a to mě na vědě moc baví.

Co vás přivedlo k chemii?

To bylo v mém případě poměrně jednoduché. Oba rodiče jsou chemici, vystudovali potravinářství na VŠCHT. A organická chemie si mě získala, protože je nekonečná. Fascinuje mě ta rozmanitost uhlíku, kolik různých látek tvoří, jak spolu interagují. To je krásné.

Co byste poradil studentům, kteří zvažují vědeckou kariéru?

Musí vás to bavit. Věda se nedá dlouhodobě dělat proto, že vám to někdo poradí. Pokud víte, že vás věda baví, je nutnost vyjet do zahraničí a ideálně opakovaně, na různá místa. Další rada je nebát se. Kdybych se bál, nikdy bych nenapsal nobelistovi, nezískal bych tento grant a tak dále. A poslední rada – mějte oči otevřené, dívejte se kolem sebe a uče se.

Co vás baví mimo vědu?

Volný čas teď věnuji především rodině. Ale baví mě hudba ve spojení s pohybem, například scénický tanec nebo opera. Ale jen jako divák – zpívat mě slyšet nechcete. Se ženou nás také baví gastronomie – ochutnávat nová

jídla, nové chutě. Naše dovolené jsou často hlavně o jídle. A mě osobně baví i molekulární gastronomie, což je spojení chemie a jídla dovedené k dokonalosti.

Profil: Ing. Petr Kovaříček, Ph.D.



Jako druhý v historii získal start-up grant Nadace Experientia a od ledna 2021 zakládá vlastní výzkumnou skupinu na VŠCHT v Praze, kde se bude věnovat vývoji nových katalyzátorů. Od Nadace Experientia získal tříletou podporu 2 miliony korun ročně a dalších 0,7 milionu korun ročně získá od VŠCHT. Vystudoval organickou chemii na VŠCHT, doktorát získal v laboratoři nositele Nobelovy ceny J.-M. Lehma na University of Strasbourg ve Francii. Jako postdoktorand působil na Humboldt University v Berlíně ve skupině prof. S. Hechta. V současné době působí na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

Se svolením přezato z www.experientia.cz,
autor: Pavla HUBÁLKOVÁ

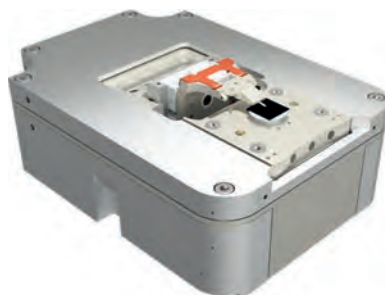
VĚDCI OTEVŘOU NOVÉ MOŽNOSTI MIKROSKOPICKÉHO ZKOUMÁNÍ MATERIÁLŮ

Další posun v mikroskopickém zkoumání materiálů pomocí inovovaného zařízení LiteScope, které vyvinula a vyrábí brněnská společnost NenoVision, je cílem projektu Technologické agentury ČR zahájeného letos v dubnu. Kromě společnosti NenoVision, která je historicky první spin-off dalšího účastníka projektu, výzkumného centra CEITEC VUT, se do něj zapojí Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM) Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého, Fakulta informačních technologií Vysokého učení technického (VUT FIT) v Brně a Ústav fyziky materiálů (ÚFM) Akademie věd ČR.

„Od projektu si slibujeme vznik velmi silného konsorcia, které nám zásadním způsobem pomůže prorazit s našimi produkty na celosvětový trh. V současné době skoro žádná začínající firma v oblasti vědeckých přístrojů nemá kapacitu ani potřebné know-how, aby sama dokázala aplikačně oslovit zákazníky po celém světě. Je tedy logické, že se snažíme spolupracovat s univerzitními partnery, kteří nám dlouhodobě mohou pomoci vyvíjet vhodná řešení pro specifické oblasti výzkumu. Spolupráce je oboustranně výhodná. Partneři mohou jako jedni z prvních používat nové techniky měření a využít je pro hlubší pochopení zkoumaných jevů, vlastností materiálů a nových technik,“ uvedl hlavní řešitel projektu Jan Neuman z NenoVision. Ambicí partnerů je podle něj to, aby se Česká republika stala nejen centrem elektronové mikroskopie, ale také přelomových korelativních technik, které dovolují kombinovat informace z různých typů mikroskopů, např. z mikroskopu atomárních sil a skenovacího elektronového mikroskopu.

Mikroskop LiteScope, vyvinutý v roce 2016, umí jako jediný na světě propojit současně dvourozměrný obraz z elektronového mikroskopu a trojrozměrný obraz z mikroskopu atomárních sil s velkou přesností. Díky tomu má uplatnění při analýzách vzorků v oblasti

Obr.: Mikroskop LiteScope (zdroj: www.nenovision.com)



nanotechnologií, materiálového výzkumu, polovodičového průmyslu nebo například při výzkumu solárních článků. Cílem projektu Nová generace integrace mikroskopie atomárních sil a elektronové mikroskopie (GEFSEM) je rozšířit zařízení o nové funkce, které v současné době nejsou dostupné vůbec, nebo jen ve velmi omezené míře.

„V rámci projektu je plánováno vyvíjet nové moduly, které jsou vysoce atraktivní pro stávající výzkum i na našem pracovišti. Hodně si slibujeme od silného konsorcia, které se podařilo v rámci projektu sestavit. Naše skupina se bude se podílet na vývoji a aplikačním testování pokročilých metod sondové mikroskopie. Integraci těchto technik do elektronového mikroskopu získáme unikátní experimentální sestavu k výzkumu a vývoji elektronických a optoelektronických součástek na bázi 2D materiálů,“ řekl Miroslav Kolíbal z CEITEC VUT.

Také ÚFM má se spoluprací s firmou NenoVision zkušenosti, v minulosti se zúčastnil tří společných projektů s cílem vylepšit a rozšířit některé funkční vlastnosti zařízení LiteScope. „V pokračování naší spolupráce vidíme oboustranný přínos. Z pohledu ÚFM se jedná zejména o rozšíření portfolia charakterizačních metod o korelované měření struktury a elektrických vlastností povrchů polovodičových filmů. Velmi zajímavá je pro

nás i možnost kombinovat přímá měření na zařízení LiteScope s teoretickými a počítačovými modely defektů v pevných látkách, které jsou jedním z hlavních výzkumných směrů naší skupiny,“ objasnil důvody pro účast v projektu Roman Gröger z ÚFM.

Olomoucké RCPTM vyvíjené metody otestuje na svých dvojrozměrných materiálech, které vyvíjí v rámci projektu 2D chemie. „Nás to obohatí o nové možnosti analýzy 2D materiálů a firmě NenoVision poskytneme zpětnou vazbu a pomůžeme ji identifikovat zajímavé problémy, které se řeší v oblasti chemie a vlastností 2D materiálů. Korelativní metody pro nás otevírají nové pohledy do nanosvětla a dovolují studovat vlastnosti, které jsme dříve získávali jen s velkými obtížemi,“ objasnil zastupující ředitel RCPTM Michal Otyepka. Na společném projektu oceňuje nejen možnost rozšířit množství používaných analytických metod, ale také šanci komunikovat přímo s výrobcem zařízení nebo sdílet know-how v oblasti analýzy nanomateriálů s partnery.

Možnost zapojit se do interdisciplinárního výzkumu zaujala i výzkumníky z Fakulty informačních technologií (FIT) VUT. „Naše výzkumná skupina se dlouhodobě zabývá zpracováním obrazu a počítačovým viděním. Obrázky z elektronového mikroskopu a dalších senzorů jsou pro nás trochu „exotické“ a zajímá nás, co v nich budeme schopni vidět a rozpoznávat. Je zajímavé, jak zkušenosti z jednoho druhu obrazů mohou obohatit úplně jinou disciplínu,“ doplnil Adam Herout z FIT VUT.

Tento projekt je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci Programu TREND, a to částkou 23 736 761 korun. Doba realizace potrvá do 31.3.2023.

Zdroj: Žurnál Online, Martina Šaradinová,
Univerzita Palackého v Olomouci
– www.zurnal.upol.cz

NADACE EXPERIENTIA MÁ NOVÉ STIPENDISTY: PODPOŘÍ VÝZKUM MATERIÁLŮ BUDOUCNOSTI, NOVÝCH ANTIBIOTIK A KATALYZÁTORŮ

Stipendisty Nadace Experientia pro rok 2020 jsou Lenka Štacková z Masarykovy Univerzity, která vycestuje na University of Zurich a Ondřej Kováč z Univerzity Palackého, který zamíří na Innsbruck University. Rozšíří tak řadu na již 15 excelentních mladých chemiků, kteří díky nadační podpoře dostali šanci vycestovat na roční stáž na špičkové zahraniční vědecké pracoviště. Novým držitelem tříletého start-up grantu Nadace Experientia se stává Petr Kovaříček z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. Vlastní výzkumnou skupinu zabývající se vývojem nových katalyzátorů založí od ledna 2021 na VŠCHT v Praze.

Mladá vědkyně Lenka Štacková z Masarykovy Univerzity získává od Nadace Experientia stipendium ve výši 1 260 000 Kč, díky kterému stráví rok na University of Zurich ve skupině prof. Juríčka. „Budu se věnovat vývoji nových materiálů, které by díky vodivostním a magnetickým vlastnostem mohly nalézt uplatnění například v elektronice budoucnosti,“ popisuje svůj projekt oceněná vědkyně.

Její kolega Ondřej Kováč z Univerzity Palackého v Olomouci bude podpořen částkou 950 000 Kč, díky níž vycestuje na roční stáž na Innsbruck University k prof. Magauerovi, kde se bude věnovat totální syntéze nového antibiotika Kibdelomycinu. „S narůstajícím problémem antibiotikové rezistence potřebujeme nová antibiotika. Kibdelomycin má jiný mechanismus účinku než dosud známá antibiotika a mohl by být účinný i na rezistentní kmeny bakterií,“ vysvětluje Ondřej Kováč.

Historicky druhý start-up grant Nadace Experientia získává mladý vědec Petr Kovaříček. Od ledna 2021 zakládá vlastní výzkumnou skupinu na VŠCHT v Praze, která se bude věnovat vývoji nových katalyzátorů. Od Nadace bude po dobu tří let dostávat podporu 2 miliony korun ročně a dalších 0,7 milionu korun ročně získá od VŠCHT. „Získá takto prestižního grantu je pro

mě velká čest a mám radost, že se mi tímto splní sen o založení vlastní výzkumné skupiny,“ říká oceněný chemik. Petr Kovaříček vystudoval organickou chemii na VŠCHT, doktorát získal v laboratoři nositele Nobelovy ceny J. M. Lehna na University of Strasbourg ve Francii. Jako postdoktorand působil na Humboldt University v Berlíně ve skupině prof. Hechta. Nyní působí na Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

„Máme velkou radost z vítězných projektů a už nyní se těšíme na výsledky našich nových mladých vědců a vědkyň,“ říkají zakladatelé Nadace manželé Dvořákoví. Ti již osmým rokem věnují vlastní finanční prostředky z licenčních poplatků za antivirové látky vyvinuté na ÚOCHB AV ČR zpět do vědy, odkud pocházejí. Jímí založená Nadace Experientia dosud vyčlenila na podporu mladých vědců a vědkyň celkem 26 milionů korun.

» www.experientia.cz

TVORBA POLYMERŮ RŮZNÝCH DÉLEK

Vědci z ETH v Zürichu vyvinuli nový způsob výroby polymerů různých délek. Je to příprava pro použití nových tříd polymerních materiálů v dříve nepředstavitelných aplikacích.

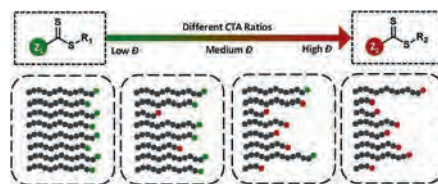
Skupina vědců vedená Athinou Anastasaki, profesorkou polymerních materiálů na katedře materiálových věd, nyní vyvinula metodu kontroly radikálové polymerace, což vědcům umožňuje systematicky a úplně řídit disperzitu molekul polymerních materiálů. Výsledky jejich výzkumu byly nedávno zveřejněny v časopise *Chem*.

V minulosti chemici používali jediný katalyzátor, aby mohli kontrolovat proces radikálové polymerace alespoň do určité míry. I když je zajištěno, že výsledné polymerní řetězce jsou rovnoměrně dlouhé, neumožňuje to regulovat celkové rozdělení molekulových hmotností podle potřeby.

Vědci z ETH použili současně dva katalyzátory s různými účinky – jeden byl vysoce aktivní, druhý jen mírně aktivní. To jim umožnilo přesně upravit rozdělení molekulových hmotností v závislosti na poměru, ve kterém se smíchaly oba katalyzátory. Pokud byl aktivnější katalyzátor o vyšší koncentraci, byly vyrobeny rovnoměrnější polymery,

což znamenalo, že výsledný materiál měl nízkou disperzitu. Pokud však byl méně aktivní katalyzátor koncentrovanější, vytvořilo se velké množství různých dlouhých polymerních molekul.

Obr.: Směšovací poměr dvou katalyzátorů (zelený a červený) určuje rozdělení polymerů



Tato práce znamená, že Anastasaki a její tým vytvořili základ pro vývoj nových polymerních materiálů. Jejich proces je navíc škálovatelný, funguje nejen v laboratoři, ale také při aplikaci na větší množství látek. Další výhodou této metody je to, že i polymery s vysokou molekulovou hmotností mohou pokračovat v růstu po dokončení polymeračního procesu. Vysoká účinnost a škálovatelnost metody již přitáhla zájem průmyslu. Polymery vyrobené novým postupem lze použít v medicíně, vakcínách, kosmetice nebo 3D tisku.

Ref.: doi: 10.1016/j.chempr.2020.04.020

» www.ethz.ch

NOVÝ KRYSTALICKÝ FOSFOREČNAN VÁPENATÝ

V laboratořích Leibnizovy univerzity v Hannoveru (LUH) byl objeven a analyzován nový typ krystalického fosforečnanu vápenatého. Ortofosforečnany vápenaté, skupina biominerálů, jsou životně důležitou součástí lidského těla a lze je nalézt v pevných strukturách, jako jsou kosti nebo zuby. Ortofosforečnany vápenaté krystalizují v asi desítkách různých struktur, z nichž většina již byla identifikována v 18. a 19. století. Od té doby nebyly objeveny žádné nové krystalické fosforečnany vápenaté. Ve spolupráci s vědci z Číny, Švédska a Austrálie nyní tým z Ústavu anorganické chemie LUH objevil nový typ krystalického fosforečnanu vápenatého.

Nový krystalický fosforečnan vápenatý má díky své struktuře jedinečné vlastnosti, které jej odlišují od podobných dosud známých fosforečnanů vápenatých, nová struktura fosfátu je termodynamicky méně stabilní. To znamená, že se dokáže rychle převést na jiné struktury fosforečnanu vápenatého. Díky této vlastnosti by mohl být použit nový typ kalciumfosfátu v různých lékařských aplikacích nebo ke zlepšení kvality vody. Může být například použit jako materiál pro implantáty. Metastabilní fosforečnany vápenaté se v současné době používají jako kostní cement pro připojení implantátů. V průběhu času se materiál pomalu vstřebává a nahrazuje se přírodní kostí. Ve srovnání s běžnými materiály je nový minerál složen ze stejných chemických složek. Má však jinou strukturu. Z tohoto důvodu by vytvrzené cementy složené z nového minerálu mohly být mnohem více podobné struktuře přírodní kosti než konvenční receptury, což by mohlo být prospěšné jak z hlediska strukturální integrace, tak i z hlediska těla absorbujícího cement.

Kromě toho by nový krystalický fosforečnan vápenatý mohl být použit jako nosič léčiv. Díky své metastabilitě prokazuje zvýšenou kapacitu pro uchovávání farmaceutických substancí a usnadňuje sjednocení nehomogenních látek. Ve srovnání s jinými známými strukturami mohou být sloučeniny do těla zavedeny snadněji. Nako-

Obr.: Stipendisté Nadace EXPERIENTIA s jejími zakladateli manželi Dvořákovými



nec by se minerál mohl použít při úpravě vody. Díky svým strukturálním vlastnostem by nový a bezpečný fosforečnan vápenatý mohl vázat toxické látky ve vodě efektivněji než dosud používané sloučeniny.

Kromě toho se očekává, že nový minerál pomůže vědcům lépe porozumět určitým chorobám tím, že poskytne nový pohled na krystalizační mechanismy fosforečnanů vápenatých. To by mohlo umožnit vyvodit závěry o mechanismech raných stadií arteriosklerózy, jakož i o vývoji chorob ledvin a močového měchýře nebo patologické mineralizaci svalové tkáně, aby bylo možné zasáhnout během přechodných stádií nemoci.

» Zdroj: www.uni-hannover.de

CHYTRÉ TERMOREGULAČNÍ TEXTILIE

Představte si jeden oděv, který by se dokázal přizpůsobit měnícím se povětrnostním podmínkám a udržoval svého nositele v chladu v poledních hodinách, ale také v teple, když fouká večerní vítr. Kromě nošení venku by mohl být takový oděv také nošen uvnitř, což výrazně snižuje potřebu klimatizace nebo tepla. Nyní vědci uveřejnili v *ACS Applied Materials & Interfaces* zprávu, že vytvořili silnou a pohodlnou tkaninu, která zahřívá a chladí pokožku, bez přívodu energie.

„Chytré textilie“, které mohou uživatele zahřát nebo ochladit, nejsou nic nového, ale obvykle nemůže stejná tkanina vykonávat obě funkce. Tyto textilie mají také další nevýhody – mohou být objemné, těžké, křehké, a taky drahé. Mnoho z nich potřebuje externí zdroj energie. Guangming Tao a její kolegové chtěli vyvinout praktičtější textilní materiál pro osobní termoregulaci, který by mohl překonat všechna tato omezení.

Vědci zpracují hedvábí a chitosan, materiál z tvrdé vnější kostry měkkýšů, na vlákna s porézními mikrostrukturami. Póry vyplňují polyetylen-glykolem (PEG), polymerem, který při fázovém přechodu absorbuje a uvolňuje tepelnou energii. Poté povléknou vlákna polydimetylsiloxanem, aby bylo zabráněno úniku kapalného PEG. Výsledná vlákna jsou pevná, ohebná a odpuzují vodu. Vědci je zkoušejí na tkanině, kterou vloží do polyesterové rukavice. Když osoba, která nosí rukavici, vložila ruku do horké komory (50 °C), pevný PEG absorboval teplo z okolí, roztavil se na kapalinu a ochladil kůži pod tkaninou. Poté, když se rukavice přesunula do chladné (10 °C) komory, PEG ztuhl, uvolnil teplo a zahřál kůži. Výzkumníci tvrdí, že proces výroby textilie je kompatibilní se stávajícími technologiemi textilního průmyslu a může být rozšířen v hromadné výrobě.

Orig. publ.: Jiawei Wu et al. Flexible and Robust Biomaterial Microstructured Colored Textiles for Personal Thermoregulation. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020. DOI: 10.1021/acsami.0c02300

» www.acs.org

KLÍČOVÝ POKROK V PRODUKCI BIOPALIV

Mezinárodní výzkumná spolupráce učinila důležitý krok směrem ke komerčně životaschopné výrobě biobutanolu, alkoholu, jehož silný potenciál jako paliva pro benzínové motory by mohl znamenat odklon od fosilních paliv. Klíčovým průlomem je vývoj nové organokovové struktury neboli MOF, která dokáže účinně oddělit biobutanol od výluhu fermentované biomasy potřebné pro

výrobu paliva. Zjištění byla zveřejněna v časopise *Journal of American Chemical Society*.

Vědci z **Oregonské státní univerzity** nyní hledají partnera v průmyslu, aby se pokusili rozšířit metodu separace pomocí organokovových sloučenin. Biopaliva jsou udržitelnou a obnovitelnou alternativou paliv a biobutanol se v poslední době ukázal jako atraktivní alternativa ve srovnání s bioetanolem a bionaftou. Ale jeho oddělení od fermentačního výluhu je významnou překážkou na cestě k ekonomicky konkurenceschopné výrobě.

Butanol, také známý jako butylalkohol, je více příbuzný benzínu než etanolu a lze jej syntetizovat z ropy nebo z biomasy. Bioetanol (etylalkohol) je běžná přísada do biopaliv, ale obsahuje výrazně méně energie než benzín a může být také škodlivý pro součásti motoru.

Proces vytváření biobutanolu je znám jako fermentace ABE (aceton-butanol-etanol). Získá se vodný výluh, který má maximální obsah asi 2 % hmotnostních butanolu. Z tohoto důvodu je zapotřebí separační nástroj, který může dobře fungovat ve vodném prostředí a také v přítomnosti organických rozpouštědel, v tomto případě ace-

tonu, který je klíčovou složkou produktů, jako je odstraňovač laku na nehty a ředidlo na nátěrové hmoty.

Stylianou a jeho kolegové na univerzitách ve Švýcarsku, Číně, Velké Británii a Španělsku syntetizovali novou organokovovou sloučeninu založenou na iontech mědi a karboran-karboxylátových ligandech, známých jako mCB-MOF-1. MOF může absorbovat butanol z fermentačního média adsorpcí s vyšší účinností než destilace nebo jakákoliv jiná existující metoda. MOF je stabilní v organických rozpouštědlech, v horké vodě a v kyselých i zásaditých vodných roztocích.

Biopaliva mohou zvýšit energetickou bezpečnost a dodávky energie a mohou také být velkou součástí energetického plánu, který zachycuje a ukládá uhlík, což by bylo dobré pro splnění cílů v boji proti změně klimatu. Biobutanol je lepší než bioetanol z různých důvodů, včetně toho, že má téměř stejnou hustotu jako benzín a dobře se mísí s benzinem. Biobutanol může také potenciálně nahradit syntetický butanol jako nezbytný prekursor při výrobě řady průmyslových chemikálií.

» www.oregonstate.edu

FESTIVAL VĚDY

ZÁBAVNÁ VĚDECKO-TECHNICKÁ LABORATOŘ NA KULAČÁKU NA TÉMA INOVACE PRO BUDOUCNOST

LETOS ONLINE startujeme 3. září 2020

www.festival-vedy.cz



— ORGANIZÁTOŘI —





HLAVNÍ PARTNER



HLAVNÍ MEDIÁLNÍ PARTNER



PARTNEŘI



ZA PODPORY



SPOLCHEMIE V LOŇSKÉM ROCE OPĚT ÚSPĚŠNĚ SNIŽOVALA SVOU EKOLOGICKOU STOPU

Svoji ekologickou stopu v loňském roce opět úspěšně snižovala v řadě sledovaných parametrů ústecká **SPOLCHEMIE - Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost** ze skupiny **Kaprain**. Firmě se podařilo snížit nejen emise do ovzduší, ale i produkci odpadů či spotřebu energie. „Například specifická spotřeba energie při výrobě našich produktů poklesla od roku 2013 o 1900 MJ na jednu tunu. Pro ilustraci lze uvést, že to představuje úsporu energeticky přibližně srovnatelnou s 12,7 milióny litrů nafty,” popsal konkrétní příklad generální ředitel firmy Daniel Tamchyna.

SPOLCHEMIE klade na ochranu životního prostředí velký důraz. Jako jediná firma na světě získala mezinárodní certifikát EPD pro své epoxidové pryskyřice vyráběné z obnovitelných zdrojů. Své úspěchy a pokrok transparentně každý rok zveřejňuje v pravidelné zprávě o ochraně životního prostředí.

Meziročně opět poklesly emise do ovzduší. Další, tříprocentní snížení se podařilo i díky instalaci nového nízkoemisního hořáku na vodíkové kotelny. V dlouhodobém měřítu klesly emise od roku 2011 dokonce téměř o polovinu (45 %). V oblasti ochrany vod a nakládání s odpadními vodami se sledované parametry daří držet pod úrovní z uplynulých let.

Dlouhodobě se daří také snižovat produkci odpadů. Například meziroční pokles produkce nebezpečných odpadů odpovídá množství běžného odpadu, které vyprodukuje 440 průměrných českých rodin za celý rok.

Vedení nejvýznamnějšího ústeckého exportéra a zaměstnavatele, ale hledí i do budoucnosti. Vedle přípravy projektu na dodávání ekologického vodíku pro pohon ústecké MHD i zájemců z řad veřejnosti připravuje i další dva zásadní projekty, které významně pozitivním způsobem ovlivní environmentální dopady. „Chystáme projekt od-solování odpadních vod z výroby epoxidových pryskyřic a pak také projekt výroby prekurzorů pro chladiva čtvrté generace. Ta mohou zásadně pomoci v boji proti globálnímu oteplování,” popsal další cíle SPOLCHEMIE v oblasti ochrany životního prostředí Daniel Tamchyna.

» www.spolchemie.cz

UNIPETROL LONI INVESTOVAL DO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ REKORDNÍCH 2,26 MILIARDY KORUN

Náklady skupiny **Unipetrol** na ochranu životního prostředí dosáhly v minulém roce historicky nejvyšší úroveň 2,26 miliardy korun. Jediný zpracovatel ropy a jeden z nejdůležitějších výrobců plastů v České republice navýšil částku o dvacet procent oproti roku 2018. Výdaje se týkaly především výstavby nových energetických zařízení a rekonstrukce stávajících. Unipetrol se dlouhodobě zasazuje o ochranu a podporu životního prostředí. Průběžně modernizuje výrobu, snižuje objem emisních a odpadních látek a optimalizuje energetickou náročnost. Během posledních pěti

let v environmentální oblasti vynaložil na investiční a provozní náklady 7,8 miliardy korun.

„Celkové výdaje na ochranu životního prostředí ve skupině Unipetrol dosáhly v roce 2019 úrovně 2,26 miliardy korun a týkaly se zejména investičních akcí, jejichž cílem je primárně zlepšit environmentální výkonnost, dále pak nákladů na provoz zařízení pro ochranu životního prostředí, úhrad poplatků, tvorby rezerv a sanačních prací,” popisuje Tomasz Wiatrak, generální ředitel a předseda představenstva skupiny Unipetrol.

Environmentální provozní náklady meziročně stouply o 12 % na 862 milionů korun a mezi nejdůležitější aktivity patřil provoz zařízení na ochranu ovzduší, čištění odpadních vod, nakládání s odpady nebo monitoring vypouštěných látek. „Výše těchto výdajů zůstává v poslední dekádě stabilní, nicméně s plným vytížením nových zařízení, do kterých jsme v posledních dvou letech investovali, očekáváme růst těchto nákladů,” komentuje hospodaření Adam Jarosz, člen představenstva Unipetrolu zodpovědný za investiční projekty, řízení ochrany zdraví a procesní bezpečnosti.

Unipetrol loni investoval 770 milionů korun zejména do výstavby nové kotelny etylenové jednotky a intenzifikace odsíření teplárny T700 v Litvínově. Zároveň realizoval projekt rekonstrukce a obnovy kanalizačních a slopových systémů v rafinériích v Litvínově a Kralupech, dokončil revitalizaci terminálu paliv v Pardubicích a výstavbu nové kotelny v neratovické Spolaně.

Emise vypouštěných látek do životního prostředí byly v posledních pěti letech stabilizované díky rozsáhlým ekologickým investicím realizovaným v průběhu předcházející dekády. V rámci ochrany ovzduší však meziročně došlo k významnému poklesu hodnot u oxidu siřičitého, a to o 23 %.

Mimo jiné se Unipetrol aktivně zapojuje i do péče o životní prostředí v podobě hnízdění sokolů stěhovavých. Se sdružením ALKA Wildlife spolupracuje na této aktivitě od roku 2011 a doposud se na komíněch v Litvínově, Kralupech a Neratovicích vylíhlo dohromady 30 sokolích mláďat. Unipetrol se věnuje i vysazování ryb do Bíliny a Labe. Za jedenáctiletou realizaci projektu stojí 8 tun vypuštěných ryb v celkové hodnotě přes 700 tisíc korun. V areálu neratovické Spolany pak chovají včely, kterým se daří v místě bývalé výroby čokolády a sacharinu u Labe.

» www.unipetrol.cz

ZELENÝ VODÍK CENOVĚ DOSTUPNĚJŠÍ

Zelený vodík je nadějí energetiky, a to jako palivo bez uhlíku pro průmysl a dopravu a jako klíčová surovina pro chemický průmysl. Zelený vodík se vyrábí z vody elektrolýzou s využitím elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů. Je stále mnohem dražší než konvenční vodík, který se obecně získává z fosilních zdrojů. Investice do elektrolýzy jsou, stejně jako dostatečná nízkonákladová elektřina vyráběná z obnovitelných zdrojů, klíčovými faktory nákladově efektivní výroby zeleného vodíku.

Ústřední součástí elektrolýzéry, která má hlavní vliv na účinnost a spolehlivost, je iontově vodivá membrána. Společnost **Evonik Industries AG** nyní vyvinula novou aniontvýměnou membránu (AEM), která by měla přispět k průlomu elektrolýtické výroby vodíku. „Naše membrána by mohla umožnit komerční realizaci vysoce efektivní a ekonomicky životaschopné elektrolýtické tech-

nologie,” říká Oliver Conradi, který je zodpovědný za výzkum membrán ve společnosti **Creavis**, strategické inovační jednotce Evoniku.

Membrána vyvinutá vědci ve společnosti Creavis zahrnuje odolný polymer s vynikající vodivostí. Elektrolýza pomocí aniontvýměných membrán má jasné výhody ve srovnání s jinými elektrolýtickými procesy, jako je běžná alkalická elektrolýza pomocí membrán (AEL) nebo novější metoda protonové výměnné membránové elektrolýzy (PEM), která je vysoce závislá na surovinách, jako jsou drahé kovy. Inovativní koncept AEM snižuje investiční náklady, protože články používané pro elektrolýzu v alkalických podmínkách nevyžadují drahé kovy. Proto lze použít mnohem levnější materiály. Dalšími atributy této elektrolýtické platformy AEM jsou vysoká proudová hustota, velmi dobrá účinnost a vysoká flexibilita.

V projektu CHANNEL bude konsorcium vysoce kvalifikovaných partnerů z průmyslových a výzkumných organizací plánovat, konstruovat a testovat elektrolýtický systém AEM založený na nových membránách Evoniku. CHANNEL je zkratka pro cenově výhodnou jednotku výroby vodíku na bázi výměnné membránové elektrolýzy ANionN. Projekt bude trvat tři roky a bude financován přibližně 2 miliony eur z výzkumného programu Evropské unie Horizont 2020. Kromě společnosti Evonik, která poskytuje membránu AEM, jsou dalšími partnery projektu **Shell** (Nizozemsko, uživatel vodíku), **Enapter** (Itálie, konstrukce elektrolýzéry), **Forschungszentrum Jülich** (Německo, výzkum a vývoj membránových elektrodových sestav), **Norská univerzita vědy a technologie** (NTNU, katalyzátory) a **SINTEF**, nezávislá výzkumná organizace v Norsku, která odpovídá za koordinaci projektu. Konsorcium tak pokrývá celý hodnotový řetězec pro výrobu zeleného vodíku.

Obr.: Ústřední složkou elektrolýzéry, která má hlavní vliv na účinnost a spolehlivost, je iontově vodivá membrána. Společnost Evonik nyní vyvinula novou membránu (AEM), která by měla přispět k průlomu elektrolýtické výroby vodíku.



» www.evonik.com

NOVÁ TECHNOLOGIE DETEKCE ČERNÉ V PLASTECH POMOCÍ IR

Společnost **Clariant** pokračuje ve vývoji nové technologie pro zlepšení recyklovatelnosti plastů a současně nabízí vývojářům obalů a produktů více možností barevných odstínů. Nejnovější je řada tmavých odstínů, které by za normálních okolností vyžadovaly použití sazí, díky nimž by byly nedetekovatelné pomocí infračervených (NIR) senzorů používaných v automatizovaných systémech třídění polymerů v recyklačních centrech.

Nové koncepty odstínů Clariant, vyvinuté v jejím designovém a technologickém centru **ColorWorks** nedaleko Milána v Itálii, však nyní umožňují realizovat tmavé odstíny zcela bez použití sazí. Vývoj pokračuje v polyesteru (PET), polyetylenu o vysoké hustotě (HDPE) a polypropylen (PP) jak v panenské formě, tak i po recyklaci spotřebitelem (PCR).

Ve většině automatických třídících systémů je infračervené světlo používáno ke třídění plastových materiálů, a protože různé polymery odrážejí toto světlo odlišně, může systém třídit různé materiály. Bohužel, saze, které se obvykle používají k výrobě plastů černého odstínu a jiných tmavých barev, pohlcují všechno nebo většinu světla NIR, které na ně září, a tak v důsledku toho senzory nemohou „vidět“ černou barvu.

Koncem minulého roku představil Clariant technologii CESA® IR s řadou předzesilovačů, díky kterým jsou černé plasty viditelné pro záření NIR. Tento účinek byl potvrzen testováním provedeným norskou společností **TOMRA Sorting Recycling**, která je lídrem v oblasti vybavení pro recyklační linky.

Designéři však chtějí více barevných možností než čistě černou. Ve tmavých plastech jsou baleny některé exkluzivní kosmetické přípravky na ošetření obličeje nejvyšší úrovně, výživná séra a oleje. Většina z nich však stále používá saze, a proto mají problémy s recyklovatelností.

Tým ColorWorks realizoval projekt, který využil technologii CESA-IR k vývoji odstínů, které by mohly být tmavé bez použití sazí. Zpočátku byly vytvořeny tři odstíny – tmavě hnědá, sytě zelená a královská tmavě modrá. Všechny tři jsou opravdu nasycené, takže jsou téměř černé.

Až dosud výroba detekovatelných tmavých a černých plastů pomocí NIR vyžadovala pečlivé řízení množství sazí a to není v reálných podmínkách vždy možné. Tato řada je vhodná pro všechny hlavní obalové polymery včetně PET, polyetylen a polypropylen (včetně recyklovaných plastů) ve všech různých aplikacích balení, včetně misek, lahví a uzávěrů.

» www.clariant.com

WACKER PŘEDSTAVIL DISPERGOVATELNÝ POLYMER NA BÁZI OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Koncern **WACKER** rozšiřuje svou produktovou řadu polymerních pojiv na bázi obnovitelných surovin. Pod značkou VINNECO® nabídne mnichovská chemická skupina redispergovatelný polymerní prášek vyrobený za použití kyseliny octové získané na biologickém základě. Nový redispergovatelný polymerní prášek VINNECO® 5044 N je vhodný zejména pro výrobu stavebních materiálů, jako jsou hydroizolační membrány nebo suché směsi pro vnější tepelné izolační kompozitní systémy (ETICS).

Ekologická a udržitelná výstavba budov hraje klíčovou roli v celosvětovém úsilí o snížení klimaticky škodlivého oxidu uhličitého. Jak se architekti a developři stále více obracejí k obnovitelným surovinám, stále více výrobců stavebních materiálů taková řešení nabízí.

Při výrobě nového dispergovatelného polymerního prášku se WACKER spoléhá na kyselinu octovou biologického původu. Tato látka vzniká jako vedlejší produkt dřevařského průmyslu, při přípravě vláknitého materiálu pro výrobu papíru.

Dřevo pochází z certifikovaných lesů v rámci programu PEFC a nachází se v okruhu 400 km od sídla firmy WACKER v Burghausenu. Kyselina octová biologického původu je extrémně čistá s nízkým obsahem vody a díky své vynikající kvalitě představuje skutečnou alternativu k fosilním zdrojům, jako je zemní plyn nebo ropa.

Společnost WACKER používá k výrobě monomeru vinylacetátu, který – opět s použitím etylenu – kopolymeruje za vzniku vinylacetát-etylen (VAE), kyselinu octovou a etylen na bázi biomasy. Výsledné disperze kapalných polymerů se používají například při výrobě nátěrových hmot. Společnost WACKER taktéž tyto disperze používá k výrobě redispergovatelných polymerních prášků v rozprašovacích sušárnách, kde jsou disperze atomizovány a přiváděny do proudů horkého plynu, který je rychle usuší, čímž se získá jemný prášek. Tato pojiva jsou přidávána do konstrukčních materiálů, jako jsou suché maltové směsi, lepidla na dlaždice nebo hydroizolační membrány a poskytují jim vysoký stupeň flexibility a adheze.

Při výrobě může být kyselina octová biologického původu smíchána s konvenční kyselinou octovou, a je tak přímo spojena s existující výrobní linkou společnosti WACKER. Kvalita a vlastnosti pojiv jsou naprosto identické, bez ohledu na to, zda VAE, které obsahují, byl vyroben z konvenční nebo biologické kyseliny octové. Sloučenina má vždy stejné chemické a fyzikální vlastnosti. Výrobci, kteří již VINNAPAS® 5044 N používají pro výrobu maltových suchých směsí, si tedy mohou zachovat své receptury a nemusí upravovat složení.

VINNECO® 5044 N je reologicky neutrální a zlepšuje adhezi, pevnost v ohybu, deformovatelnost, oteřuvzdornost a zpracovatelnost modifikovaných kompozit, aniž by významně ovlivňoval jejich tok, tixotropii nebo zadržování vody. Pojivo je zvláště vhodné pro formulaci malt s nízkými emisemi s vysokou flexibilitou a velmi dobrou adhezí k organickým substrátům, jako je polystyren, který se používá v externích tepelné izolačních kompozitních systémech (ETICS).

» www.wacker.com

YOKOGAWA SPOLUPRAČUJE S JEPLANEM NA JEDINEČNÉ TECHNOLOGII RECYKLACE CHEMIKÁLIÍ

Společnost **Yokogawa Electric Corporation** nedávno oznámila, že podepsala dohodu o investicích a partnerství se společností **Jeplan**, což je společnost na recyklaci polyesterových materiálů s jedinečnou technologií chemické recyklace. Obě společnosti budou spolupracovat v podniku, který využívá tento špičkový recyklační proces.

Obr.: Vizualizace závodu na recyklaci polyesterových materiálů fy Jeplan



Polyesterová pryskyřice vyráběná technologií Jeplan má stejnou kvalitu jako běžná polyesterová pryskyřice na bázi ropy. Kromě umožnění opakované recyklace a opětovného použití polyesterových pryskyřic je tato technologie schopna odstranit nečistoty, které jsou v obecných recyklačních procesech obtížně odstranitelné. Jeplan provedl v pilotním závodě testy, které úspěšně prokázaly použití této recyklační technologie v téměř komerčním měřítku, a nyní plánuje zahájit velkovýrobu a dodávky recyklovaných plastů.

» www.jeplan.co.jp, www.yokogawa.com

UNIKÁTNÍ ZÁVOD NA VÝROBU HNOJIV V NĚMECKU

Výrobce hnojiv **Seraplant** z Haldensleбену v Německu nedávno oslavil dokončení výrobního závodu na výrobu jednoduchých a komplexních hnojiv obsahujících fosfáty pro zemědělství a lesnictví.

Společnost spolupracovala s renomovanými konstruktéry a odborníky na procesy ze společnosti **Glatt Ingenieurtechnik GmbH** z Weimaru na společném vývoji inovativních technologií pro tento jedinečný závod v Německu. Jedná se o regeneraci fosforu z popílku z čistírenských kalů a jeho přeměnu bez zbytků na standardní hnojiva podle vyhlášky o hnojivech. Glatt měl také na starosti plánování a realizaci, od dodávky surovin, přes zpracování suspenze a následnou granulaci ve fluidním loži, až po hotové hnojivo.

Obr.: Výrobní závod na výrobu jednoduchých a komplexních hnojiv v Haldensleбену



Seraplant investuje 22 milionů dolarů do tohoto inovativního výrobního závodu v Haldensleбену s podporou státu Sasko-Anhaltsko a vytvoří více než 20 nových pracovních míst. Projekt bude podpořen částkou téměř 5,5 milionu dolarů z financování programu „zlepšení regionální ekonomické struktury“. Zahájení výroby je plánováno na čtvrté čtvrtletí roku 2020. Závod je konstruován na roční produkci 60 000 tun fosforečných hnojiv, přičemž konečnými uživateli budou konvenční a ekologické zemědělské podniky, obchodníci se zemědělskými a zahradnickými potřebami a také průmysl hnojiv. Celý proces je zcela bez odpadu. Během procesu nevznikají žádné nebezpečné meziprodukty, zbytky nebo odpadní plyny. Projekt tak významně přispívá k udržitelnému využívání životně důležitého zdroje: fosforu. Ačkoli Německo nemá žádné přirozené zásoby fosforu, tento proces nyní znovu zpřístupňuje domácí zdroje, čímž se vyhýbá potřebě dovážet tuto vyhledávanou živinu.

» www.seraplant.com, www.glatt.com

VĚDCI KONEČNĚ ROZLOUSKNOU NEJBĚŽNĚJŠÍ CHEMICKOU VAZBU PŘÍRODY

Po téměř 25 letech práce se chemikům na Kalifornské univerzitě v Berkeley (UCB) podařilo otevřít nejběžnější chemickou vazbou v živém světě – mezi uhlíkem a vodíkem. Tyto uhlovodíkové vazby činí plně poddajnými dvě třetiny všech chemických vazeb v ropě a plastech. Tato práce otevřela dveře syntéze široké škály nových organických molekul, včetně léků založených na přírodních sloučeninách.

„Uhlíko-vodíkové vazby jsou obvykle součástí skeletu inertní části molekuly,“ uvedl John Hartwig, vedoucí Katedry organické chemie Henry Rapoport na UCB. „Bylo to výzvou a svatým grálem syntézy, abychom mohli dělat reakce na těchto pozicích, protože až dosud nebylo žádné činidlo nebo katalyzátor, který by nám umožnil přidat něco na nejsilnější z těchto vazeb.“

Hartwig a další výzkumníci již dříve ukázali, jak přidat nové chemické skupiny na vazby C-H, které lze sice snadněji rozbít, ale mohli je přidat pouze do nejsilnějších pozic jednoduchých uhlovodíkových řetězců. V květnovém 15. vydání časopisu *Science* Hartwig a jeho kolegové z UC Berkeley popsali, jak používat nově navržený katalyzátor, určený k přidání funkční chemické skupiny na nejsilnější vazby uhlíku a vodíku v místě jejího otevření, u metylové skupiny (CH_3), typicky v čele nebo na konci molekuly, kde má uhlík tři připojené atomy vodíku.

Postdoktorand na UCB Raphael Oeschger objevil novou verzi katalyzátoru založeného na kovovém iridiu, který otevírá jednu ze tří C-H vazeb na terminální metylové skupině a vloží sem sloučeninu boru, kterou lze snadno nahradit složitějšími chemickými skupinami. Nový katalyzátor je více než 50krát účinnější než předchozí katalyzátory a stejně snadno se s ním pracuje.

„Nyní máme schopnost dělat tyto typy reakcí, které by měly umožnit lidem rychle vytvářet molekuly, které by nešlo vytvářet pomocí stávajících činidel nebo katalyzátorů,“ řekl Hartwig. „Neřekl bych, že se jedná o molekuly, které nemohly být syntetizovány již dříve, ale lidé se jim vyhýbali, protože by to trvalo příliš dlouho, zabralo by to příliš mnoho času a výzkumného úsilí.“ Odměna by mohla být obrovská. Každý rok jsou používány v průmyslu téměř miliardy liber uhlovodíků jako rozpouštědla, chladiwa, zpomalovače hoření a další chemické látky, jež jsou typickým výchozím bodem pro syntézu léků.

„Chirurgický expert“ na uhlovodíky

Postdoktorand Bo Su a jeho spolupracovníci v laboratoři UCB prokázali užitečnost katalytické reakce přidáním boru nebo sloučenin boru na terminální nebo primární atom uhlíku

u 63 různých molekulárních struktur. Bór pak může být vyměněn za libovolný počet chemických skupin. Reakce se specificky zaměřuje na terminální C-H vazby, ale funguje na jiných C-H vazbách, i když molekula nemá terminální vazbu C-H.

„Pro vazbu C-B používáme borany jako činidla, která jsou jen pár kroků od jedu na mravence, kyseliny borité, přičemž vazba uhlík-bór může být přeměněna na mnoho různých sloučenin,“ řekl Hartwig. „Klasicky z toho můžete vytvořit vazbu uhlík-kyslík, ale můžete mít také vazbu uhlík-dusík, uhlík-uhlík či uhlík-fluorové nebo jiné uhlík-halogenové vazby. Takže, jakmile si připravíte vazbu uhlík-bór, existuje mnoho různých sloučenin, které mohou být takto syntetizovány.“

Podle časopisu *Chemical and Engineering News* označil organický chemik Varinder Aggarwal z Univerzity v Bristolu uvedenou katalytickou reakci za „odbornou operaci“ a novou techniku UCB za „sofistikovanou a chytrou“.

J. Hartwig dále uvedl, že jednou z potenciálních aplikací může být přeměna přírodních sloučenin, chemikálií z rostlin nebo zvířat, které mají užitečné vlastnosti, jako je antibiotická aktivita, k lepšímu. Mnoho farmaceutických společností se dnes zaměřuje na biofarmaka – organické molekuly, jako jsou bílkoviny používané jako léky, které by se touto reakcí také mohly měnit, aby se zlepšila jejich účinnost. „Při normálním postupu se musíte vrátit a předělat všechny ty molekuly od začátku, ale tato reakce by vám umožnila jít přímo,“ řekl Hartwig. „Jedná se o jeden typ chemie, která by vám umožnila vzít ty složité struktury, které příroda dělá a mají vlastní biologickou aktivitu, a zvýšit nebo změnit jejich biologické aktivity pouze malou změnou jejich struktury.“

Uvedl dále, že chemici by také mohli přidat nové chemické skupiny na konce organických molekul, aby je připravili pro polymeraci do dlouhých řetězců, které se nikdy předtím nesyntetizovaly. „To by vám mohlo umožnit, aby se biomolekuly, které by byly přirozeně hojné molekuly, jako jsou masné kyseliny, byly schopny přizpůsobit na druhém konci pro polymerní účely.“

Dlouhá historie UC Berkeley s vazbami C-H

Chemici se již dlouho snaží, aby cílené rozšíření uhlíko-vodíkové vazby nebyla jen aktivační reakce C-H. Jedním z dosud nedosažitelných snů je přeměnit metan – hojný, ale často zbytečný vedlejší produkt těžby ropy a silný skleníkový plyn, na metanol, který lze použít jako výchozí surovinu v mnoha chemických syntézách v průmyslu. V roce 1982 Robert Bergman, nyní emeritní profesor chemie na

UC Berkeley, nejprve ukázal, že atom iridia by mohl zlomit C-H vazbu u organické molekuly a vložit sám sebe a připojené ligandy mezi uhlík a vodík. Přesto, že se jednalo o významný pokrok v organické a anorganické chemii, technika byla nepraktická – vyžadovala jeden atom iridia na jednu C-H vazbu. O deset let později našli jiní badatelé způsob, jak použít iridium a další takzvané přechodné kovy, jako je wolfram, jako katalyzátor, kdy by jeden atom mohl zlomit a funkcionalizovat miliony C-H vazeb.

Na konci osmdesátých let J. Hartwig, který byl postgraduální student, spolu s R. Bergmanem pokračovali v útoku na nereaktivní C-H vazbu a v roce 2000 publikovali vědeckou stat' popisující, jak používat rhodium jako katalyzátor vazby boru na terminální C-H vazby. Jakmile byl bór vložen, chemici ho mohli snadno vyměnit za jiné sloučeniny. S následným zlepšením reakce a změnou kovu z rhodia na iridium někteří výrobci použili tuto katalytickou reakci k syntéze léků úpravou různých typů vazeb C-H. Ale účinnost reakcí na metylové C-H vazby na koncích uhlíkových řetězců zůstala nízká, protože technika vyžadovala, aby reaktivní chemikálie byly také rozpouštědlem.

S použitím nové katalytické reakce mohou chemici nyní držet chemikálie téměř v jakémkoli typu uhlík-vodíkové vazby. Při reakci jeden atom iridia odstříhne terminální atom vodíku a nahradí jej bórem. Další sloučenina boru odplouvá s uvolněným atomem vodíku. Tým připojil nový ligand k iridiu-metylovou skupinu 2-metylfenantrolin, která urychlila reakci 50 až 80krát oproti předchozím výsledkům. Hartwig uznává, že tyto experimenty jsou prvním krokem. Reakce se pohybují ve výtečku od 29 % do 85 % konečného produktu. Ale pracuje se na zlepšení.

„A nám to říká, ano, můžeme to udělat, ale budeme muset připravit ještě lepší katalyzátory. Víme, že konečný cíl je dosažitelný, pokud budeme dále zvyšovat naše pokroky, řekněme o faktor 10. Pak bychom měli být schopni zvýšit složitost molekul pro tuto reakci a dosáhnout vyšších výnosů,“ řekl Hartwig. „Je to trochu jako míle pod čtyři minuty. Jakmile víte, že se něčeho dá dosáhnout, mnoho lidí je schopno to udělat, a další věc, kterou víte, je, že uběhneme míli za tři a tři čtvrtě minuty.“

Původní publ.: Raphael Oeschger et al., Diverse functionalization of strong alkyl C–H bonds by undirected borylation, *Science*; 2020

Zdroj: https://www.chemeurope.com/en/news/1166421/scientists-finally-crack-nature-s-most-common-chemical-bond.html?pk_campaign=ca0262&WT.mc_id=ca0262

STAV CHEMICKÉHO PRŮMYSLU ČR V ROCE 2019

SOUČEK I.^{1,2}, ŠPAČEK M.³

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

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

3 Vysoká škola ekonomie a managementu (VŠEM), Praha, miroslav.spacek@vsem.cz

Článek analyzuje vývoj chemického průmyslu v zemích Evropské unie (EU) a v České republice. Článek je pojat jako komparativní analytická studie analyzující vývoj chemického průmyslu (CZ-NACE¹ 20), farmaceutického průmyslu (CZ-NACE 21, gumárenského a plastikářského průmyslu (CZ-NACE 22). Jako benchmark sloužil zpracovatelský průmysl, který vedle již zmíněných odvětví chemického, farmaceutického a gumárenského průmyslu zahrnuje některá další odvětví, jako výrobu dopravních prostředků, textilu, strojírenských výrobků, hutnictví, papírenských produktů a řadu dalších. Jako vybrané parametry, které byly podrobeny analýze, byly zvoleny klíčové charakteristiky ekonomického vývoje, jako jsou tržby, účetní přidaná hodnota, produktivita práce, počet pracovníků a vývoj mezd. Analýza se zaměřuje na meziroční porovnání těchto vybraných charakteristik v mezidobí 2018/2019.

1 Úvod

V roce 2019 operoval český chemický průmysl v relativně stabilním podnikatelském prostředí. Stabilní poptávka po produktech zpracovatelského průmyslu, ale i relativně málo oscilující kurz CZK vůči zahraničním měnám vytvářely příznivé klima pro exportní politiku. Růst HDP v roce 2019 činil 2,5 % (ČSÚ, 2020). Výkonnost české ekonomiky tažená růstem HDP okolních zemí (zejména Německa) stimulovala růst celého spotřebitelského průmyslu v ČR, i když chemický průmysl se svými růstovými parametry zaostával za tržními lídry. Dopad stagnace na downstreamová odvětví, typicky na automobilový průmysl, se projevil i v určité stagnaci produkční schopnosti chemického průmyslu. Tento argument je podpořen i faktem, že domácí spotřeba chemické produkce stagnovala ve výši 741 mld Kč. Cílem článku je analyzovat klíčové parametry ekonomické výkonnosti českého chemického průmyslu, specificky potom tvorbu přidané hodnoty, vývoj mezd a investiční intenzitu. Následně provést mezioborové srovnání s parametry zpracovatelského průmyslu jako celku. Dílčími cíli je identifikace silných a slabých stránek ve vývoji českého chemického průmyslu, stanovení jejich příčin a navržení východisek pro další rozvoj.

Výsledky chemického průmyslu v roce 2019 lze formulovat následovně:

- V odvětví chemického průmyslu (CZ-NACE 20) a gumárenského a plastikářského průmyslu (CZ-NACE 22) tržby stagnovaly. Odpovídá to celkovému vývoji chemického průmyslu v regionu EU a současně to ukazuje na vysoký konkurenční tlak v těchto odvětvích, zejména potom ze strany producentů, kteří disponují vyššími výrobními kapacitami (i mimo EU), což jim umožňuje realizovat úspory z rozsahu a získat širší manipulační prostor pro přizpůsobování své cenové politiky. V odvětví farmaceutického průmyslu (CZ-NACE 21) tržby vzrostly o 15,5 %, odpovídající významným investičním aktivitám v předchozích letech.
- Ve sledovaných odvětvích nedošlo k zásadním změnám v počtu pracovníků. Mírný nárůst v chemickém průmyslu (CZ-NACE 20) a farmaceutickém průmyslu (CZ-NACE 21) byl kompenzován poklesem v odvětví Gumárenského a zpracovatelského průmyslu (CZ-NACE 22).
- Objem vývozu chemických produktů vzrostl v roce 2019 oproti předcházejícímu roku o 25,4 mld. Kč a dosáhl úhrnné hodnoty

467 mld. Kč. Vedle toho narostl i dovoz, který se zvýšil o 19,7 mld. Kč na úhrnných 612,8 mld. Kč. Relativní zvýšení vývozu oproti dovozu resultovalo ve snížení obchodního salda na minus 145,8 mld. Kč (v roce 2018 saldo zahraničního obchodu z chemické produkce činilo minus 151,4 mld. Kč). V dlouholetém prohlubování negativního salda tak dochází k obratu, na který lze nahlížet s určitým optimismem, zejména pokud by se podařilo tento vývoj udržet i v dalších letech.

– Určité rozpaky ale budí vývoj účetní přidané hodnoty v odvětví chemického průmyslu (CZ-NACE 20). Tento parametr, který odráží efektivitu transformace vstupů (materiál, energie, služby) na výstupy (tj. výkony firem), meziročně klesl o 2,1 %. Přestože pokles tohoto parametru v odvětví chemického průmyslu byl kompenzován nárůstem ve farmaceutickém a gumárenském průmyslu (CZ-NACE 21 a 22) a to až na 4,1 %, čelí chemický průmysl výzvě, jak se s tímto problémem vyrovnat. Tento parametr je těsně propojen s klíčovým parametrem produktivity práce z přidané hodnoty (produktivita práce = přidaná hodnota / počet pracovníků). Tento zásadní ukazatel meziročně poklesl o 4,2 %. Takový vývoj znamená, že by podniky měly v zásadě zmrazit mzdy, resp. produkovat stagnující výkony s nižším počtem pracovníků.

2 Použité metody

Článek je koncipován jak na základě primárních, tak i sekundárních dat shromážděných z českých podniků chemického průmyslu, stejně jako podkladů zpracovaných pro SCHP ČR (SCHP ČR, 2019) s použitím Ročenky chemického průmyslu ČR 2019, dat a informací z databází Eurostat (Eurostat, 2019), Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2018 a 2019), celních statistik a Cefic (Cefic, 2019) pro odvětví CZ-NACE 20, 21, 22². V článku jsou využity výzkumné analytické metody, zejména potom obsahová analýza (Bryman & Bell, 2015) orientovaná na analýzu textů a extrakci relevantních informací z literárních pramenů. Vedle toho jsou využity komparativní přístupy zaměřené na porovnání sledovaných parametrů finanční výkonnosti v jednotlivých sektorech chemického průmyslu a zpracovatelského průmyslu jako celku. Pro ověření získaných poznatků byly využity kontextuální rozhovory s manažery českého chemického průmyslu zaměřené na identifikaci základních hybných sil, silné a slabé stránky českého chemického průmyslu a perspektivu rozvoje dílčích oborů (CZ-NACE 20, 21,

Pokračování na další str.

1 Zkratka CZ-NACE – je klasifikace ekonomických činností CZ-CZ-NACE dle Českého statistického úřadu, resp. Evropské unie. CZ-NACE dělí ekonomické činnosti (oblast ekonomických činností) tak, že každé statistické jednotce, která vykonává nějakou ekonomickou činnost, lze přiřadit kód CZ-NACE. CZ-CZ-NACE je národní verze CZ-NACE.

2 Do odvětví chemického průmyslu jsou v tomto článku zahrnuty tři agregace: chemický průmysl (CZ CZ-NACE 20), farmaceutický průmysl (CZ CZ-NACE 21), gumárenský a plastikářský průmysl (CZ CZ-NACE 22). Výrobní program subjektů v agregaci:

- chemický průmysl tvoří anorganické chemikálie, průmyslová hnojiva, základní petrochemické produkty, plastické hmoty v primární formě a syntetické pryskyřice, syntetické kaučuky, barvy, barviva a pigmenty, agrochemikálie, kosmetické a čisticí prostředky, chemická vlákna a řada ostatních chemických výrobků (fotochemikálie, lepidla, výbušniny apod.);
- farmaceutický průmysl (lěčiva);
- gumárenský a plastikářský průmysl zahrnuje výrobu pneumatik včetně protektorování a vzdušnic, dále široký sortiment produktů z plastů pro výrobní spotřebu a finální užití.

22). Typická délka každého rozhovoru byla cca 30-60 min, přičemž rozhovory byly písemně zaznamenávány a následně kódovány (jako kódy byla využita klíčová slova: technologie, výkonnost, inovace, konkurence). Celkem bylo realizováno 7 rozhovorů (Špaček & Červený, 2020). Analýza vychází ze souhrnných údajů Českého statistického úřadu, podkladů Ministerstva průmyslu a obchodu, celních statistik, zahraničních statistických údajů zpracovávaných Cefic a z vlastních odborných odhadů a zjištění. Pokud jsou uváděny údaje za rok 2018, jsou přepočteny na metodiku a strukturu platnou v roce 2019.

3 Ekonomický vývoj ČR v roce 2019³

Ekonomický vývoj v ČR v roce 2019 zaznamenal mírné zpomalení růstu české ekonomiky z 2,8 % na 2,5 %. Souběžně dosáhla přidaná hodnota růstu o 2,4 %. Nutno podotknout, že tento nárůst byl z 80 % tažen sektorem služeb, který profitoval z poměrně rozsáhlého nárůstu využívání komunikačních technologií. V kontextu nastupující stagnace lze hodnotit tento vývoj jako pozitivní. Zajímavé srovnání nabízí reálný růst HDP v EU, který byl 1,5 %.

Významným příspěvkem k růstu HDP byla zvýšená spotřeba domácností, která se podílela na růstu HDP 1,8 procentními body. Zvýšená spotřeba domácností byla důsledkem nejen růstu mezd, ale i nadstandardním růstem důchodů. Na tyto aspekty reagoval maloobchodní sektor růstem spotřebitelských cen, přičemž index spotřebitelských cen vzrostl o 2,8 %, což je nejvyšší nárůst za posledních sedm let.

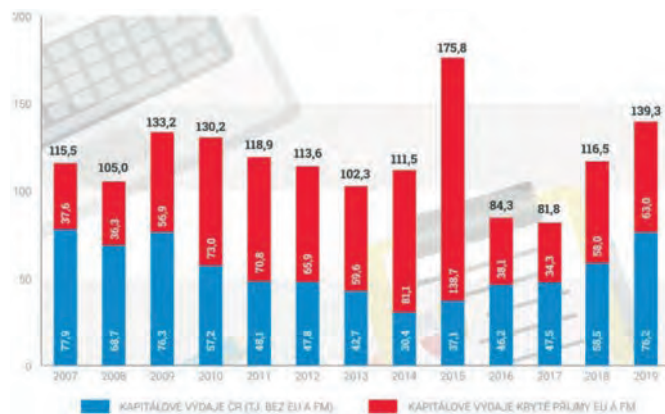
Rozporuplný efekt přineslo saldo bilance zahraničního obchodu. Prebytek zahraničního obchodu činil 345,7 mld. Kč. Nicméně zde došlo k zajímavým protichůdným efektům. V sektoru prodeje zboží došlo k nárůstu souvisejícímu s růstem exportu motorových vozidel a zlepšení deficitního salda obchodu s ropou a zemním plynem. Naproti tomu sektor služeb zaznamenal propad.

Není překvapivé, že v návaznosti na pozitivní růst ekonomiky zaznamenal nárůst i zaměstnanecký sektor. Meziroční nárůst zaměstnanosti byl 0,7 %. Podle očekávání vzrostla i průměrná hrubá nominální mzda, a to o 7,1 % na konečných 34 125 Kč. Jednalo se o druhé nejrychlejší tempo mzdového nárůstu za posledních jedenáct let. Příčinou byla zvýšená poptávka po pracovní síle, často kompenzovaná zaměstnáváním zahraničních a agenturních pracovníků. Počet volných pracovních míst více než dvojnásobně převyšoval počet nezaměstnaných. Realitou byla nejnižší míra nezaměstnanosti za několik posledních let. Nárůst personálních nákladů však snižoval ziskové marže a následně i konkurenceschopnost firem. Třeba dodat, že v závěru roku 2019 se růst zaměstnanosti vlivem vývoje v exportních odvětvích zastavil, nepříběvalo již ani volných pracovních míst a počet pracujících cizinců se na samém konci roku po dlouhé době mírně snížil.

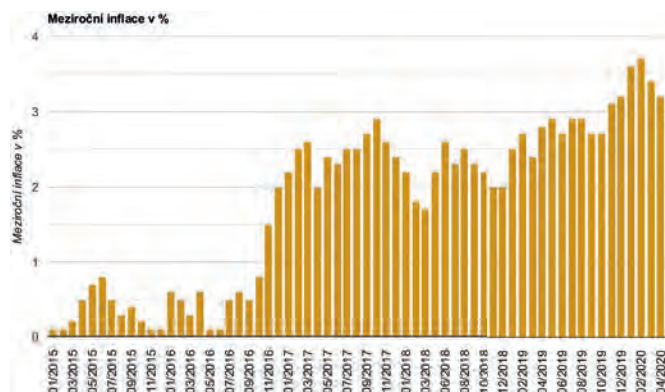
V roce 2019 byla Česká republika vnímána jako vysoce kredibilní stát. Ratingová agentura Moody's ve svém nejnovějším hodnocení potvrdila rating České republiky pro dlouhodobé závazky na vynikajícím stupni Aa3 se stabilním výhledem. Agentura vyzdvihuje obezřetnou fiskální politiku, nízkou úroveň zadlužení, efektivní měnovou politiku, zdravý bankovní sektor i dosavadní dynamiku růstu ekonomiky. Udělené ocenění tak potvrzuje vysokou úvěrovou spolehlivost České republiky, která se bude moci i navzdory očekávané recesi v důsledku koronavirové pandemie nadále výhodně financovat na domácím i zahraničních trzích. (MF ČR, 2020). Možnost státu relativně levně si půjčovat na mezinárodních finančních trzích (emise státních dluhopisů s nízkou kupónovou sazbou pod 2 %) vedla k pokračující investiční politice státního sektoru, i když s nižší dynamikou než v uplynulých letech. Investice do ekonomiky meziročně vzrostly z 116,5 mld. v roce 2018 na 139,6 mld. v roce 2019. Významná část investic byla financována z fondů EU. Strukturu financování investic ukazuje obr. 1.

Významným faktorem, který tlačí domácnosti k utrácení, je meziroční růst inflace k 31.12.2019, který činil 3,2 % (Kurzy, 2020). Průměrná míra inflace potom dle ČSÚ v roce 2019 dosáhla 2,8 % (oproti 2,1 % v roce 2018) (ČSÚ, 2020). Inflace byla iniciována zejména růstem

Obr. 1: Kapitálové výdaje státního rozpočtu za 2007–2019 (mld. Kč). Zdroj: MF ČR (2020)



Obr. 2: Meziroční vývoj inflace. Zdroj: Kurzy (2020)



Obr. 3: Vývoj kurzu Kč vůči euru. Zdroj: Kurzy (2020)



nákladů na potraviny a bydlení. Inflační nárůst přesáhl inflační cíl stanovený ČNB, který byl na úrovni 2 %. Rostoucí inflace se stala účinným motivátorem podpory nákupního chování obyvatel. Obr. 2 ilustruje meziroční vývoj inflace za léta 2015–2020, přičemž je zřejmé, že deflační tlaky na českou korunu, kterým musela ČNB čelit řízenou devizovou intervencí, jsou minulostí. Na druhou stranu začala inflace ve významnější míře ovlivňovat investiční rozhodnutí firem, kdy byly firmy nuceny ve svých prognózách obezřetněji adaptovat očekávané investiční příjmy i výdaje o inflační nárůsty, případně o inflaci korigovat diskontní sazby svých investičních valuačních modelů. Meziroční vývoj inflace ukazuje obr. 2.

Zajímavou ilustraci poskytuje vývoj směnných kurzů Kč proti euru, který je znázorněn na obr. 3. Kurz české měny se v průběhu roku 2019 pohyboval v rozmezí 25–26 Kč za euro. Koruně začala pomáhat i domácí inflace a s ní související spekulace na růst úrokových sazeb v Česku. Posílení koruny v závěru roku podpořilo uklidnění mezinárodně-politické situace a vyjasnění okolností brexitu⁴.

3 Obsah kapitoly byl zpracován ve spolupráci s Raiffeisenbank a.s. a s použitím dalších veřejně dostupných údajů

4 K významnému výkyvu však došlo ve druhém čtvrtletí 2020 v důsledku koronavirové krize. Období 2020 však není předmětem této analýzy.

Z uvedeného vývoje je evidentní, že česká proexportně orientovaná ekonomika se již nemůže spoléhat na dlouhodobou devalvaci české koruny a musí být připravena na vyostřený konkurenční boj, kdy konkurenční výhodou již nebude podhodnocená koruna, ale zejména inovace do technologií a řídicích systémů v souladu s nastartovaným konceptem Industry 4.0.

Exportní výkonnost českého průmyslu potvrdila rostoucí trend, a to i přes určité zpomalení ekonomického vývoje. Kromě tradičních exportně orientovaných odvětví (automobilní průmysl registroval meziroční nárůst 3,9 %, potravinářské výrobky 6,1 %) zaznamenal vývoz chemických výrobků nárůst o 8,2 % a farmaceutický průmysl dokonce o 12,4 %.

4 Vývoj chemického průmyslu EU v roce 2019

Chemický průmysl EU-28 (po brexitu jenom EU-27) zůstává i v roce 2019 čtvrtým největším producentem ve zpracovatelském průmyslu EU. Tento pohled může být relativizován nižším podílem chemického průmyslu na tvorbě HDP. Podle údajů Eurostatu a Cefic (2018) se podílel chemický průmysl EU (bez farmacie) na tvorbě hrubého domácího produktu EU-28 ve výši 1,1 %. Zdánlivě se to může jevit jako nízký podíl, ale nutno brát v úvahu klesající podíl průmyslu na tvorbě HDP ve vyspělých zemích a naopak růst podílu sektoru služeb.

Údaje, které jsou k dispozici, jsou za rok 2018 a ukazují, že dominantním výrobcem chemikálií je SRN s podílem 31,8 %, následována Francií s 13,4 % a Itálií s 9,4 %. Velká Británie se trochu překvapivě podílí pouze 6,1 %, což je méně než Nizozemsko (8,7 %) či Španělsko (7,4 %). Nicméně na ekonomickou sílu těchto zemí poukazuje fakt, že úhrnem generují 83,6 % celkové produkce chemických látek v EU.

Relativní vývoj produkce chemického průmyslu EU zaznamenal vlivem nastupující stagnace mírný pokles⁵. Tento jev je ilustrován na obr. 4.

Obr. 4: Vývoj produkce chemického průmyslu EU. Zdroj: Cefic (2019)



Chemický průmysl EU (bez farmacie) zaměstnával v roce 2018 cca 1,2 mil. lidí. Přitom chemický průmysl EU (včetně farmacie a gumárenského a plastikářského průmyslu) je třetím největším zpracovatelským odvětvím (3,3 mil. lidí) a přispěl 11,7 % do zpracovatelského průmyslu EU-28. Chemický průmysl přitom generuje nepřímou zaměstnanost podél hodnotového řetězce, která je třikrát vyšší než zaměstnanost přímá.

Podle Eurostatu je zaměstnanost v chemickém průmyslu EU (bez farmacie a gumárenského a plastikářského průmyslu) zvláště vysoká v pěti subsektorech: petrochemii, náterových hmotách, plastech v primární formě, parfumerii a kosmetice a mýdlech, detergentech a čistících prostředcích.

Pracovní síly v chemickém průmyslu EU jsou kvalifikovanější, vzdělanější a lépe placené, než činí průměr zpracovatelského průmyslu EU, a mzdy v tomto odvětví jsou významným motivačním faktorem pro nové, zvláště mladé zaměstnance, kteří vstupují do pracovního procesu.

Pro další rozvoj chemického průmyslu v zemích EU jsou důležité inovační aktivity, které jsou měřitelné pomocí řady parametrů. Typicky

se využívá intenzity investic do výzkumu a vývoje (R&D intensity), absolutní či relativní počty podaných patentů, jejich průmyslová využitelnost, tržby z inovativních výrobků a další. V absolutních číslech se náklady na R&D v evropském chemickém průmyslu v období 2008 až 2018 pohybovaly ročně v průměru kolem 8 mld. € a v roce 2018 tento ukazatel dosáhl vůbec nejvyšší hodnoty za posledních dvacet let: 10 mld. €.

Globální investice do výzkumu a vývoje v chemickém průmyslu dosáhly v roce 2018 objemu 42,9 mld. € oproti 22,6 mld. € v roce 2008 a byly 1,6krát vyšší v porovnání se stavem před deseti lety.

V roce 2018 se na celkovém objemu investic do výzkumu a vývoje Čína podílela 27,4 % (11,8 mld. €) oproti podílu 9,7 % v roce 2008. Náklady na výzkum a vývoj v chemickém průmyslu EU rostly ročně v průměru o 1 % a její podíl činil v roce 2018 23,3 %, zatímco v roce 2008 byl tento podíl 31 %. Podíl USA ve sledovaném roce činil 19,7 % (8,4 mld. €), zatímco v roce 2008 byl tento podíl 26,3 %.

Z analýzy poměrového ukazatele náklady na výzkum a vývoj versus přidaná hodnota vyplývá, že v roce 2018 v EU-28 činil 7,1 %, zatímco v roce 2008 to bylo 7,8 %.

Investice jsou obecně vymezeny jako jednorázové či krátkodobé výdaje zaměřené na vytváření příjmů v budoucnosti. Pokud vztáhneme kapitálové investice na tržby, získáme důležitý parametr investičních výdajů na jednotku tržeb, který se nazývá ukazatel kapitálové intenzity. Tento poměrový ukazatel již umožňuje meziodvětvové či dokonce mezifirmní porovnání investičních aktivit.

Ukazatel kapitálové intenzity je významným faktorem, který ovlivňuje konkurenceschopnost odvětví, je ale současně indikátorem ztráty přitažlivosti, jakož i budoucí konkurenceschopnosti tohoto odvětví. Určitou premisou je, že intenzivnější investiční činnost zajistí vyšší konkurenceschopnost. Toho lze ovšem dosáhnout při splnění celé řady dalších podmínek, zejména pokud investice pomáhá vytvářet konkurenční výhodu založenou buď na nízkých nákladech nebo diferenciaci. Doplnkovým faktorem, který ovlivňuje chemické investice v Evropě, jsou rostoucí kumulativní náklady na implementaci EU legislativy (tzv. regulační investice). Tyto investice samy o sobě nevedou ke zvýšení či zkvalitnění produkce, ale jejich realizace je mandatorní z hlediska udržení regulačních standardů, současně následně odčerpávají prostředky na investice do vývoje technologií, stavbu nových a rozšíření stávajících kapacit i rozvoje logistické infrastruktury⁶. Ve sledovaném období kapitálová intenzita EU značně zaostávala za některými rozvíjejícími se ekonomikami, jako jsou Čína (32,6 %) nebo Indie (23,3 %), Jižní Korea (20 %) apod. V samotné EU tento ukazatel od roku 2010 také postupně roste a v roce 2018 dosáhl hodnoty 16,2 %, což je vyšší hodnota než ve sdružení NAFTA (14,2 %) nebo v Latinské Americe (11,1 %).

5 Vývoj chemického průmyslu v České republice v roce 2019

Výkonnost chemického průmyslu ČR byla v roce 2019 pochopitelně ovlivněna i hospodářským vývojem v EU-28 (zejména v důsledku zpomalení výkonu německé ekonomiky). Z vnitřních faktorů to byl především zpomalující se trend růstu investic, stagnace gumárenství a plastikářství a zejména automobilového průmyslu. Za celý rok 2019 inkasovaly podniky v celé chemii na tržbách o 1 % více, přičemž růst tržeb zrcadlil průběžný nárůst cen vlivem vyšších nákladů na energie a lidskou práci. Podíl chemického průmyslu ČR na struktuře zpracovatelského průmyslu ukazuje obr. 5⁷. Podíl tržeb a přidané hodnoty je stabilizován na úrovni okolo 13 %. Nižší podíl zastoupení pracovníků v chemickém průmyslu jde na vrub komoditního charakteru části chemického průmyslu, který produkuje výkony s nižším počtem pracovníků a disponuje vysokou úrovní digitalizace a automatizace.

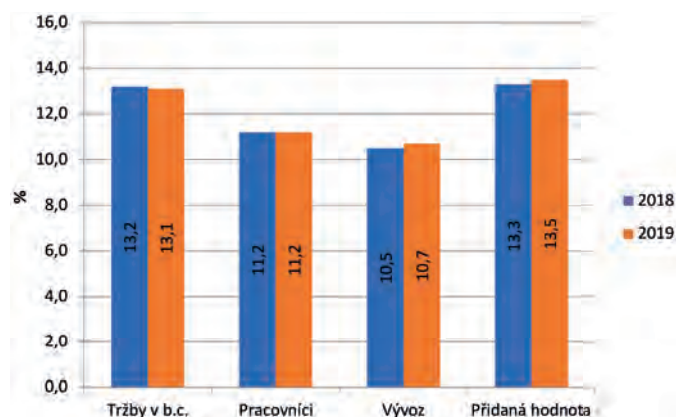
Pokračování na další str.

5 Tento pokles pak byl ještě prohlouben společně s celou ekonomikou v souvislosti s koronavirovou krizí ve druhém čtvrtletí 2020.

6 Zajímavý vývoj lze očekávat po rozhodnutí o alokaci podpůrných investičních nástrojů na realizaci opatření vyplývajících z politiky Green Deal, předpokládajícího zásadní dekarbonizaci energetiky a významnou ekologizaci průmyslu.

7 Váha chemického průmyslu v ČR v příspěvku HDP je přibližně dvojnásobná než je průměr EU.

Obr. 5: Podíl struktury chemického průmyslu na základních ukazatelích zpracovatelského průmyslu v letech 2018 a 2019. Zdroj: SCHP ČR (2020). Poznámka: tržby jsou uvedeny v b.c. = běžné ceny.



Tab. 1: Základní ukazatele chemického průmyslu ČR v roce 2019. Zdroj: SCHP ČR (2020).

Ukazatel	2018	2019	Index 19/18 [%]	
			Chemický průmysl	Zpracov. pr. celkem
Tržby v běžných cenách [mld. Kč]	589,6	595,8	101,1	101,8
Počet zaměstnanců [tis. osob]	129,8	129,7	99,9	100,1
Vývoz [mld. Kč]	441,6	447,0	101,2	104,0
Dovoz [mld. Kč]	593,1	612,8	103,3	102,6
Přidaná hodnota [mld. Kč]	146,5	152,5	104,1	103,0

Tab. 1 ukazuje, že chemický průmysl celkem ve svých základních charakteristikách dosahuje v roce 2019 vyšší výkonnosti ve srovnání s rokem 2018. I když poklesl podíl tržní na celkových tržbách zpracovatelského průmyslu, vzrostl podíl přidané hodnoty, přičemž největším generátorem růstu přidané hodnoty byl farmaceutický průmysl (nárůst o 23,6 %). Ukazuje to na fakt, že firmy orientovaly svůj růst spíše na intenzivní faktory růstu (efektivnější využívání kapacit, surovinové a energetické úspory na vstupu, zkvalitnění řídicích systémů atd.) než na růst extenzivních faktorů (růst objemů, výstavba kapacit atd.) Tuto skutečnost dokresluje podíl agregací vybraných oborů chemického průmyslu na základních ukazatelích (viz tab. 2).

V roce 2019 poklesl podíl finančního ukazatele účetní přidaná hodnota v CZ-NACE 20 – chemický průmysl o 1,9 % (přitom na celkovém objemu ÚPH se podílí více než 30 %). V případě vývozu vzrostly podíly u CZ-NACE 20 (+ 0,9 %) a CZ-NACE 21 (+ 0,9 %), zatímco podíl CZ-NACE 22 se snížil o 1,8 %. Pohyb počtu pracovníků byl v roce 2018 nepatrný, přičemž tento ukazatel stoupl u agregace CZ-NACE 20

Tab. 2: Podíly agregací a vybraných oborů chemického průmyslu na vybraných základních ukazatelích chemického průmyslu v ČR v roce 2018 a 2019 (v %). Zdroj: SCHP ČR (2020)

Agregace/obor	Tržby v b.c.		Počet pracovníků		Přidaná hodnota		Vývoz	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Chemický průmysl (CZ - CZ-NACE 20)	46,1	45,4	23,3	23,6	32,7	30,8	40,7	41,6
Farmaceutický průmysl (CZ - CZ-NACE 21)	5,8	6,6	7,9	8,2	9,2	11,0	14,8	15,7
Gumárenský a plastický průmysl (CZ - CZ-NACE 22)	48,1	47,9	68,8	68,3	58,1	58,2	44,5	42,7
Celkem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(+ 0,3 %) a agregace léčiva (+ 0,3 %), zatímco u CZ-NACE 22 naopak klesl o 0,5 %. Ukazuje to na fakt, že farmaceutický průmysl jako celek, specificky potom nové progresivní farmaceutické technologie, lépe využívají svůj tržní potenciál ve srovnání se zavedenými průmyslovými chemickými technologiemi. V případě komoditních chemických výrob se rovněž projevuje vysoká provozní páka (podíl fixních a celkových nákladů), která činí komoditní chemické technologie citlivější vůči výkyvům a obecně poskytuje nižší marže.

Faktorem, který do značné míry modeluje budoucnost českého chemického průmyslu, jsou investice, přičemž klíčová role je přisuzována investicím do dlouhodobého hmotného majetku, který je základem produkční síly chemických podniků. Tab. 3 porovnává investice do dlouhodobého hmotného majetku v letech 2018 a 2019. Hmotné investice v chemickém průmyslu v roce 2019 vykázaly vysoký meziroční pokles o téměř 39 % na cca 30 mld. Kč. Výrazně sníženou investiční aktivitu vykázalo odvětví CZ CZ-NACE 21 (meziroční pokles o 80 %) a také odvětví CZ CZ-NACE 22 (meziroční pokles o 44 %), zatímco v odvětví CZ CZ-NACE 20 stagnovalo (meziroční nárůst pouze o 8 mil. Kč). Objem investic ve velké chemii tak meziročně poklesl o 39 %, tj. o 19,8 mld. Kč.

Tab. 3: Investice do dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku. Zdroj: SCHP ČR (2020).

Agregace	Hmotné investice [mld. Kč]		Hmotné investice celkem [% tržeb v b.c.]	
	Celkem			
	2018	2019	2018	2019
Chemický průmysl (CZ CZ-NACE 20)	12 516	12 524	4,6	4,6
Farmaceutický průmysl (CZ CZ-NACE 21)	8 418	1 671	24,6	4,2
Gumár. a plast. průmysl (CZ CZ-NACE 22)	29 586	16 528	10,4	5,8
Chemický průmysl celkem	50 520	30 723	8,6	5,2

Konkurenční schopnost českého chemického průmyslu lze s přijatelnou mírou přesnosti aproximovat její exportní schopností, kde na druhé straně stojí zákazník oceňující všechny rozhodné parametry dodané produkce (množství, kvalita, cena, flexibilita dodávky, zajištění regulačních standardů apod). Vývozní výkonnost českého chemického průmyslu ilustruje tab. 4.

Z uvedených údajů vyplývá, že exportní výkonnost českého chemického průmyslu se zvýšila o 3,5 %, zatímco krytí spotřeby dovozem kleslo o 4 %. U farmaceutického průmyslu poklesla meziročně exportní výkonnost, kde svoji roli sehrála vládní opatření na zamezení reexportu léků, kvůli jejich nedostatku na domácím trhu. Transparentní pohled rovněž poskytuje saldo zahraničního obchodu pro jednotlivé skupiny CZ-NACE (viz tab. 5).

Tab. 5 ukazuje na položkový vývoj salda zahraničního obchodu v jednotlivých kategoriích chemického a farmaceutického průmyslu. Za

Tab. 4: Vývozní výkonnost, domácí spotřeba a její krytí dovozem. Zdroj: SCHP ČR (2020).

Agregace/obor	Vývozní výkonnost (vývoz/tržby) [%]		Domácí spotřeba (tržby – vývoz + dovoz) [mld. Kč]		Krytí spotřeby dovozem [%]	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Chemický průmysl	66,1	71,8	386,8	377,2	131,3	125,4
Farmaceutický průmysl	191,0	185,8	84,2	94,8	73,0	73,7
Gum. a plast. průmysl	69,3	69,8	270,1	269,6	147,5	147,1
Chemický průmysl celkem	74,9	78,4	741,2	741,6	125,0	121,0
Zpracovatelský průmysl ČR	94,6	96,6	3960,7	3968,1	106,5	104,0

Tab. 5: Meziroční bilance vývozu a dovozu. Zdroj: SCHP ČR (2020).

Skupina	Změna 2018–2019		
	vývozu [mld. Kč]	dovozu [mld. Kč]	Salda [mld. Kč]
Produkty chem. prům. (CZ CPA 20)	+ 14,68	+ 6,16	+ 8,5
Produkty farmaceut. prům. (CZ CPA 21)	+ 8,9	+ 13,41	– 5,3
Produkty gum. a plast. prům. (CZ CPA 22)	+ 2,64	+ 0,13	+ 2,5
Produkty chemického prům. celkem	+ 25,42	+ 19,70	+ 5,7

povšimnutí stojí negativní saldo obchodu s farmaceutickými produkty, kde svoji roli sehrálo omezení reexportu léčiv.

Pokud se podíváme na vývoz a dovoz teritoriální optikou, docházíme k nikoli překvapivému závěru, že většina produkce chemického a farmaceutického průmyslu je exportována do zemí EU.

Tab. 6 ukazuje, že země EU-28 nadále tvoří rozhodující podíl na vývozu i dovozu výrobků u všech agregací chemického průmyslu a prakticky ve všech případech tento ukazatel převyšuje 80 %. Nejvýznamnějším exportním i importním partnerem pro ČR zůstalo SRN s 28 % resp. 25 %. Je zajímavé, že Velká Británie představovala pro export i import relativně málo významný cíl (export i import na úrovni 3 %), což je na úrovni okolních střeoevropských států. Případná zranitelnost chemického sektoru, v případě zproblematizování spojeného se stále neuzavřenou obchodní dohodou s Velkou Británií po uplynutí přechodného pobrexiového období, by neměla být zásadní.

Tab. 6: Teritoriální skladba vývozu a dovozu v roce 2019. Zdroj: SCHP ČR (2020).

Skupina výrobků	Podíly v % na			
	vývozu		dovozu	
	EU-28	ostatní	EU-28	ostatní
Výrobky chemického průmyslu	79,7	20,3	78,3	21,7
Výrobky farmaceutického průmyslu	85,6	14,4	80,7	19,3
Výrobky gum. a plast. průmyslu	82,4	17,6	79,7	20,3

6 Závěr

Vývoj chemického průmyslu v roce 2019 probíhal v kontextu nastupující ekonomické stagnace, která snížila jeho potenciál růstu. Opakovaně se potvrdila poměrně těsná provázanost s ekonomikou sousední SRN, která zůstala nejdůležitějším obchodním partnerem pro sektor chemické výroby v ČR. Prodej chemických a gumárenských produktů zaznamenal mírný pokles, který byl kompenzován nárůstem tržeb farmaceutického průmyslu. Opakovaně se tak projevila určitá acykličnost a intaktnost farmaceutického průmyslu vůči ekonomickým recesím. Je zajímavé, že právě opačným směrem se profilovalo saldo obchodní bilance, které je pro prodej gumárenských a plastikařských produktů kladné, avšak pro chemické a farmaceutické výrobky záporné.

Určitou roli sehrál tlak na omezení reexportu léčiv. Negativním jevem je diskrepance mezi poklesem přidané hodnoty a růstem mezd. Případné pokračování v tomto trendu nezvratně povede k poklesu konkurenceschopnosti českého chemického průmyslu. Jedním z řešení je podpora inovací, které budou generovat vyšší výnosnost, než jsou náklady na investovaný kapitál. Nepochybně alarmující je však stagnace (chemická výroba), případně dokonce významný meziroční pokles (gumárenství, farmacie) investic. Pokud by tento trend pokračoval, ztratí podniky schopnost reprodukovat svůj dlouhodobý majetek a dojde k jeho fyzickému a morálnímu zastarávání. Podniky by se měly řídit investičním imperativem a investovat každoročně nejméně do výše svých odpisů. Zajímavé bude dále sledovat, jak se podniky v sektoru chemického průmyslu vypořádaly s pandemií COVID 19 v první polovině roku 2020 a dopady zaváděné evropské legislativy vymezené mj. „Zeleným údělem“ („Green Deal“).

7 Literatura

- [1] Bryman, A. & Bell, E. (2015). *Business Research Methods*. 4. vydání, Oxford University Press.
- [2] Cefic (2019). European Chemistry Industry Council. Dostupné online www.cefic.org
- [3] Česká národní banka (ČNB) (2019). Dostupné online www.cnb.cz
- [4] ČSÚ (2020). Vývoj ekonomiky české republiky za rok 2019. Dostupné online : <https://www.czso.cz/document-s/10180/91606725/32019319q4a.pdf/8a01e27e-a8dc-4890-8535-d7d443a4ac1?version=1.0>
- [5] Eurostat (2019). Dostupné online <http://ec.europa.eu/eurostat/>
- [6] MF ČR. Makroekonomická data a komentáře k vývoji české ekonomiky.
- [7] MPO. Primární data shromážděná z českých podniků chemického průmyslu a státních institucí.
- [8] SCHP ČR (2020). *Ročenka chemického průmyslu v ČR za rok 2019*. Vydal Svaz chemického průmyslu, Praha.
- [9] Špaček, M & Červený, K., *Kreativní metody v inovacích*. Economica, 2020.
- [10] Žurovec, M. (2020). Agentura Moody's potvrdila ČR vynikající rating. Ministerstvo financí ČR. Dostupné online: <https://www.mfcr.cz/cs/aktualne/tiskove-zpravy/2020/agentura-moodys-potvrdila-cr-vynikajici-38107>

Abstract

THE DEVELOPMENT OF THE CZECH CHEMICAL INDUSTRY IN 2019

Summary: The paper deals with the development and the assessment of key performance indicators of Czech chemical industry. It also provides the comparison of the parameters in question against preceding period 2018. The paper places emphasis on the development of Value Added, investments intensity and foreign trade balance.

The aim of the paper is to determine key strengths and weaknesses of the Czech chemical industry, to find the causes of this development and to propose possible ways to get out of the problems.

Specific comments are provided to 2018–2019 development of the chemical industry of EU in terms of the production, competitive position and investments.

Key words: chemical industry, value added, salaries, sales, investment, economic development

3.9.2020 Praha

Festival vědy aneb VědaFest

Největší populárně naučná akce v ČR. Společný projekt vysokých škol a akademických a volnočasových institucí již od roku 2011.

Ani letošní 8. ročník vás neošídí o nevšední zážitky a přenese vás mezi stany na Kulaťáku online. Poprvé tak budete moci navštívit všechny expozice obrazem i zvukem u Vás doma. Nebudete si moci na vědu „sáhnout“, ale pohled virtuálníma očima přinese jiné, nečekané a vzrušující zážitky.

Akci pořádá Dům dětí a mládeže hl. m. Prahy, České vysoké učení technické v Praze, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze za podpory Městské části Praha 6 a České společnosti pro biochemii a molekulární biologii, z.s.

VědaFest je určen zájemcům bez omezení věku, vše zdarma a bez předchozí registrace.

Za rok ve středu 8. září 2021 na Kulaťáku opět naživo!

I: www.festival-vedy.cz

6.–9.9.2020 Praha

72. Sjezd chemiků

Sekke:

- 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

I: 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“.

I: <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, vodo- hospodářů, chemiků a radiochemiků jaderných i konvenčních energetických a teplárenských provozů, pracovníků radiační kontroly, výzkumných a vývojových pracovišť, vysokých škol, specialistů dodavatelských firem z oboru.

I: www.energochemie.cz

13.–16.9.2020, České Budějovice

XXVI. biochemický sjezd

I: www.csmbmb2020.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).

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

17.9.2020 Praha

Výročí 75 let od vzniku SPŠCH – Masarykovy střední školy chemické – „Křemencárny“

Střední (Státní) průmyslová škola chemická – dnes Masarykova střední škola chemická – patří mezi nejstarší průmyslové školy v Praze i v České republice. Její kořeny sahají až do roku 1837, kdy vznikla jako součást První české průmyslové školy. Nezávislé chemické oddělení existovalo od roku 1898 a zcela samostatnou se škola stala roku 1945. V roce 2020 tedy slaví 75 let své samostatné existence. U příležitosti tohoto významného jubilea se ve čtvrtek 17. září v budově školy uskuteční slavnostní Den absolventů. Srdečně zveme všechny žáky, absolventy a přátele školy. Součástí programu bude komentovaná prohlídka školy či soutěže v laboratořích. Aktualizované informace najdete na webových stránkách školy www.mssch.cz. Těšíme se na setkání s absolventy i příznivci MSSCH.

I: www.mssch.cz

23.9.2020 Hotel Antoš, Telč

23. mezinárodní konference ICBMPT 2020 – Stavební materiály, výrobky a technologie

V rámci letošní konference se uskuteční workshop „Zdravé budovy“ s tematickými okruhy:

- Biodeteriogeny (plísňe, řasy, mikrobi) v prostředí budov a jejich zdravotní rizika.
- Azbest v prostředí budov a jeho zdravotní rizika.
- Radiologická problematika (radon, radionuklidy) v prostředí budov a jejich zdravotní rizika.
- Organické látky v prostředí budov.

Workshop je zaměřen na stavební požadavky budov, jejich správný provoz, staré ekologické zátěže, specifické podmínky lokalit apod.

Na programu budou tyto příspěvky:

- ETICS – aktuální stav legislativy, poruchy a jejich příčiny (Valeš Ladislav, Ing.).
- Plísňe jako předmět sporu v soudním řízení (Klánová Kateřina, RNDr., CSc.).
- Stav problematiky azbestu v ČR (Guschlová Zoja, Ing., PhD.).
- Azbest v budovách (Járzay Rudolf, Mgr.).
- Kvalita vnitřního prostředí – prvním krokem ke zlepšení je měření (Janovský Vít, Ing.).

• Organické těkavé látky ve vnitřním prostředí budov (Marek David, Ing.).

• Organické látky v prostředí budov (Pokorný Bohumil, RNDr., CSc.).

• Možnosti detekce nebezpečných plynů v budovách jednotkami Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje (Kukleta Pavel, kpt. Mgr.).

• Možnosti testování biocidních vlastností zateplovacích systémů (Kukletová Ilona, MVDr. Ph.D.).

• Identifikace míst s potenciálem růstu biodeteriogeny pomocí tepelných mostů infračervenou (Buchtá Pavel, Ing.).

• Zdroje a detekce radonu ve stavbách (Poloučková Vilma, Mgr. Ph.D.).

Odborný garant semináře: Ing. Pavel Buchtá

Organizační tým: Ing. Blanka Hromadová

E: hromadova@vustah.cz

I: www.vustah.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.

I: www.powtech.de

5.–6.10.2020 On-line

CPhI – Festival of Pharma

On-line veletrh surovin, meziproduktů a zařízení pro farmaceutickou výrobu.

I: www.cphi.com

19.–22.10.2020 Messe München (D)

ANALYTICA 2020

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

I: www.analytica.de

2.–3.11.2020 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 konání konference zůstává v původním termínu v pondělí a úterý!

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 lídři 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, které 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/

29.11–2.12.2020, Praha

INDC 2020 – 20th International Nutrition & Diagnostics Conference

Cílem konference, přeložené na listopad, 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 oblastí 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 diagnostice.

l: www.indc.cz

Přeloženo na leden 2021, Praha

24th International Congress of Chemical and Process Engineering

Mezinárodní kongres chemického inženýrství

byl přeložen na druhou polovinu ledna 2021.

l: 2020.chisa.cz

3.–5.9.2021, Krakov (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 byl přeložen na rok 2021.

l: www.etcc2020.org

23.–25.3.2021, Norimberk

European Coatings Show 2021

Mezinárodní veletrh surovin (ECS) pro nátěrové hmoty, zastává vůdčí pozici mezi veletrhy zaměřenými na suroviny pro nátěrové materiály a stavební chemii.

Na ECS 2019 představilo své novinky rekordních 1156 vystavovatelů ze 46 zemí světa. Zahraniční podíl tvořil téměř dvě třetiny z celkového počtu vystavovatelů. Nejpočetněji zde byly po Německu zastoupeny země: Čína, Nizozemí, Itálie, Velká Británie, Belgie. Během tří veletržních dnů se o novinkách branže přijelo informovat přes 30 500 návštěvníků ze 124 zemí světa.

Na veletrhu se i v roce 2021 plánuje, stejně jako na minulém ročníku, společný stánek českých firem pod záštitou CzechTrade. Ohledně společné expozice českých firem Vás budeme informovat po letních prázdninách.

Máte-li zájem o více informací, kontaktujte oficiální zastoupení norimberské veletržní společnosti v ČR, PROveletrhy s.r.o., info@proveletrhy.cz.

l: www.european-coatingsshow.com

4.–6.5.2021 Warsaw (PL)

11th Euro Chlor International Chlorine Technology Conference and Exhibition

Tématem této akce, odložené z letošního roku na rok 2021, je „Chlor-Alkali: contributing to a clean planet for all“. Stejně jako v předchozích letech bude klíčovým tématem zdraví, bezpečnost a ochrana životního prostředí, ale navíc letos se zaměřením i na energetickou účinnost, jak se stát uhlíkově neutrálními a jak přispět k oběhové ekonomice.

Současně s konferencí bude probíhat oborová výstava, na které se představí strojírenské společnosti, výrobci zařízení a dodavatelé služeb.

l: www.eurochlor2020.org

6.–7.10.2021 Kongresové centrum Praha

LABOREXPO 2021 – X. ročník veletrhu analytické, měřicí a laboratorní techniky

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

l: www.laborexpo.cz



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>



KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA 2.–3. 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





Metalco

MATERIAL TESTING

přístroje
pro metalografii



chemické
spalovací
analýzátory

ELTRA

pásové
precizní pily

EXAKT



tvrdoměry

Qness



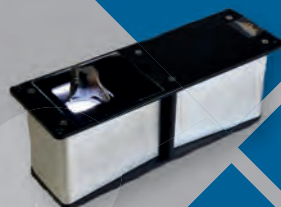
obrazová
analýza

dhs



laboratorní
a průmyslové
pece

**CARBOLITE
IGERO 30-3000°C**



mikroskopy

OLYMPUS



Přihlášení k odběru novinek !

Exkluzivní informace:



o novinkách

o akcích

o školeních

<https://www.metalco.cz/prihlaseni-do-newsletteru>

www.metalco.cz



nová aplikace pro digitální vyhodnocení indikátorových proužků

MQuant® StripScan

Není třeba odhadovat intenzitu zbarvení
indikátorových proužků.

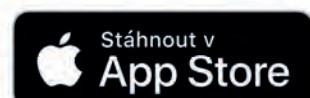
Stačí odečíst hodnotu na chytrém
telefonu!

- Rychle, snadno a spolehlivě
- Až 2x vyšší přesnost ve srovnání
s vizuálním vyhodnocením
- Pohodlná analýza dat - možnost
okamžitého sdílení výsledků měření
a jejich grafického zpracování

Vše co potřebujete:

MQuant® StripScan App
MQuant® Testovací proužky
MQuant® StripScan Referenční stupnici

STAŽENÍ APLIKACE ZDARMA



Více informací:
SigmaAldrich.com/mquant-stripscan

