



## Protikorozi ochrana při dopravě a zpracování ropy Corrosion Protection in Transport and Processing of Oil

Symposium pořádané Asociací korozi inženýrů (AKI)  
v rámci 21. konference *Koroze a protikorozi ochrana kovů*.

Symposium organised by Czech and Slovak Association of Corrosion Engineers (AKI)  
within the 21<sup>st</sup> conference *Corrosion and anticorrosion protection of metals*.

**24/10/2018, Chodová Planá, Czech Republic**

### Korozi problémy a jejich řešení v rafineriích ropy a petrochemických výrobcích

#### Corrosion Problems and Solutions in Oil Refineries and Petrochemical Plants

Cílem přednášky je popsat a analyzovat korozi problémy a jejich řešení, se kterými se setkáváme při rafinaci ropy a v petrochemickém průmyslu. Budou diskutovány nízká a vysoká teplotní formy koroze a faktory, které je ovlivňují. Budou představeny běžné i specifické případové studie korozi selhání, jako jsou například koroze v přítomnosti sulfidů či kyseliny naftenové.

The aim of this lecture is to describe and analyse corrosion problems and their solutions at units of oil refining and petrochemical industry. Low- and high-temperature corrosion phenomena and factors influencing them are discussed. Typical and unique corrosion failure case studies and their prevention are given. Sulfidic corrosion, naphthenic acid corrosion, and other phenomena are illustrated.



**Dr. Alec Groysman** má více než třicetiletou zkušenost s materiály, korozi, protikorozi ochranou a monitoringem v oblasti rafinace ropy, petrochemického průmyslu, výzkumu a výuky. Zajímá se zejména o vztah mezi provozní bezpečností, ochranou prostředí a korozi, vliv lidského faktoru na řízení korozi rizik, vzdělávání v oboru koroze a hledání vztahů mezi korozi, uměním, historií a filosofií. V nakladatelství Springer vyšly tři jeho knihy: *Koroze pro každého*, *Koroze v systémech pro transport a skladování ropných produktů a biopaliv* a *Korozi problémy a řešení v rafineriích ropy a petrochemických výrobcích*. Přednáší kurzy *Koroze a protikorozi ochrana* a *Materiály a standardy v ropném a plynařském průmyslu* na Technionu v Izraeli.

**Dr. Alec Groysman** (Technion – The Israel Institute of Technology, Haifa & Israeli Society of Chemical Engineers and Chemists, Tel Aviv, Israel; [alecgroysman@gmail.com](mailto:alecgroysman@gmail.com)) has more than 30 years' experience in materials, corrosion, corrosion control and corrosion monitoring in the oil refining, oil and gas, and petrochemical industry, research and teaching of subject of corrosion. He has special interests in the relationship between process safety, environment and corrosion phenomena, and the role of safety and human factor in corrosion management, corrosion education and in the searching of relationships between corrosion, art, history, and philosophy. His three books "Corrosion for Everybody", "Corrosion in Systems for Transportation and Storage of Petroleum Products and Biofuels" and "Corrosion Problems and Solutions in Oil Refining and Petrochemical Industry" came to life by Springer. He is currently lecturer of the courses "Corrosion and Corrosion Control" and "Materials and Standards in Oil and Gas Engineering" in the Technion, Israel.

### Integrovaný inspekční systém procesních jednotek; zabezpečení integrity vašeho provozu

#### Integrated Plant Inspection System (IPIS); Maintaining Your Plant Integrity

Postupy a nástroje používané při inspekci provozního zařízení mohou být různé, ale principiální zásady určující celkový přístup k inspekci je u dobře navržených inspekčních systémů velmi podobný. Základní sada prvků je v podstatě stejná. Tento článek shrnuje tyto základní komponenty inspekčních programů a ukazuje, jakým způsobem jsou integrovány do celkového programu zachování integrity a jakým způsobem jsou základem systémů jako je inspekce založená na vyhodnocování rizik (risk based inspection-RBI), údržba pro dosažení spolehlivosti, či metody Kaizen - metody neustálého vylepšování. Zatímco tyto metody se zaměřují na různé aspekty integrity a spolehlivosti zařízení určitá témata je propojují. Tyto koncepty jsou platné pro většinu provozního zařízení, ale tento dokument se zaměřuje na stacionární zařízení, jako jsou tlakové nádoby, nádrže, potrubní systémy, pece či parní kotle v rafineriích, chemičkách a podobných provozech.

While the tools and execution of inspection programs in process plants such as refineries, chemical plants, power plants or similar processes may be quite different, their concepts are quite similar if not basically identical. They

have a few key components, which appear in all well-designed inspection systems. This paper briefly discusses the principal components of comprehensive inspection programs, shows how they fit together and how they support concepts like risk based inspection (RBI) or reliability centered maintenance (RCM) or continuous improvement (CI/Kaizen). While all these systems are focusing on different integrity aspects of plant operations, they have similar underpinnings. These concepts are valid for most types of plant equipment but this document focusses on stationary plant equipment such as pressure vessels, piping, storage and fired equipment in refineries, petrochemical and similar plants.



**Ing. František J. Vácha, MScA** studoval na VŠB v Ostravě výrobu oceli a slévárenství a na Ecole Polytechnique v Montrealu materiálové inženýrství. Posléze pracoval pro olejářské společnosti Exxon a Shell, Česká Rafinérská a jiné v různých funkcích, které se vztahovaly k inspekci, konstrukci a provozu zařízení a údržbě celkem téměř 50 let. Posledních 18 let pracuje jako nezávislý konzultant v různých částech světa. Implementoval ve firmě Shell první počítačový systém inspekce na základě vyhodnocování kritičnosti / rizika.

**Ing. František J. Vácha, MScA** studied steel making and material science at Metallurgical Institute in Ostrava (VŠB) and Ecole Polytechnique in Montréal. He has worked for oil companies like Exxon and Shell, Česká Rafinérská in various Engineering and management functions related to inspection, design and maintenance for almost 50 years, out of which last 18 years he works as a consultant for wider clientele around the world. Within the Shell company he has implemented the first computerized inspection system based on assessment of criticality/risk.

## Komplexní protikorozní ochrana v MERO ČR a.s.

### Complex corrosion protection system in MERO ČR a.s.

Přednáška se zabývá jednotlivými technologiemi k zajištění bezpečného provozování ropovodů a skladovacích nádrží v MERO ČR a.s. z hlediska protikorozní ochrany. Zároveň nastiňuje kontrolní mechanismy účinnosti používaných opatření a práci s měřenými daty k předvídaní kritických míst na ropovodech.

Technologies for safe operation of pipelines and storage tanks in company MERO ČR a.s. will be presented in view of applied corrosion protection methods. Special attention will be paid to inspection and verification mechanisms of their efficiency and the analysis of obtained data with respect of the prediction of critical locations of pipelines.



**Ing. Pavel Taraba** je absolventem VŠCHT Praha, fakulta Technologie ochrany prostředí, obor Plynárenství, koksochemie a ochrana ovzduší. Pracuje na pozici specialista koroze napřed ve Středočeské plynárenské, nyní v MERO ČR a.s. Zabývá se protikorozní ochranou podzemních liniových vedení a nádrží na skladování ropy. Pozice zahrnuje katodickou ochranu, nátěrové systémy nebo rizikovou analýzu a práci s GIS.

**Ing. Pavel Taraba** graduated at the University of Chemistry and Technology in Prague. He worked as corrosion engineer in Středočeská plynárenská. Now, he has the same position in MERO ČR a.s. He is taking care about corrosion protection of buried pipelines and storage tanks for crude oil including cathodic protection, coating application, risk analysis and works with Geographic information systems.

## Koroze pod izolací

### Corrosion Under Insulation (CUI)

Jedná se o velmi nebezpečnou formu koroze, neboť probíhá v mikroklimatu tepelných izolací, zcela skryta lidskému zraku. Její přítomnost obvykle vyjde najevo, až když dojde k narušení integrity zařízení. Na CUI existuje řada mylných názorů, např. že se vyskytuje pouze v přímořských lokalitách, nebo že se týká pouze uhlíkových ocelí. Důvodem zlehčování CUI je obvykle buď nevědomost anebo vyhýbání se preventivním opatřením, která stojí peníze a nepřinášejí primární zisk. Existuje několik účinných metodik jak CUI předcházet, hodnotit a monitorovat podmínky jejího vzniku. Přes to všechno však nejlepší prevencí stále zůstává používání odpovídajících typů izolací, jejich udržování v perfektním stavu a ohleduplnost provozních pracovníků.

CUI is a dangerous form of corrosion due to the fact that it takes place in a microclimate of heat insulation fully hidden to human eyesight. It is usually discovered only after loss of integrity of a given unit. There are numerous misconceptions on CUI, including that it appears only in marine climate, or only on carbon steel. The reason behind playing CUI down is either lack of information or prevention avoidance as the prevention is expensive and does not bring immediate profit. There are efficient methods for prevention, assessment and monitoring of CUI. However, the best prevention measures is to use the appropriate type of insulation and keep it in a perfect shape by considerate workers.



**Ing. Jan Chott** promoval na VŠCHT Praha (katedra fyzikální chemie) v roce 1974. V roce 1980 dokončil postgraduální studium korozního inženýrství tamtéž. Je držitelem řady certifikátů z odborných kvalifikačních kurzů, čestným členem AKI a soudním znalcem v oboru koroze a protikorozní ochrany. Od roku 1975 pracoval jako korozní inženýr ve Spolku pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem a od roku 1999 pracuje jako nezávislý korozní specialista. Mezi jeho největší klienty patří Spolek pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem, ŘSD Chomutov a Pražská teplárenská. Od roku 2004 pracuje pro Českou Rafinérskou, a. s. na projektech S-RBI a koroze pod izolací a podílí se na provozních záležitostech. Další informace na adrese [chott.eu](http://chott.eu).

**Ing. Jan Chott** graduated at the University of Chemistry and Technology in Prague in 1974. In 1980, he finished a post-graduate course of corrosion engineering at the same university. He has a number of qualification certificates. He is an honorary member of the Czech and Slovak Association of Corrosion Engineers and serves as an expert witness in corrosion and corrosion protection. He worked as corrosion engineer in Spolek pro chemickou a hutní výrobu in Ústí nad Labem from 1975. Since 1999, he works as independent corrosion consultant. His largest clients are Spolek pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem, ŘSD Chomutov and Pražská teplárenská. He works for Česká Rafinérská in projects S-RBI and CUI since 2004. For more information, visit [chott.eu](http://chott.eu).

## Korozní monitoring v petrochemickém průmyslu

### Corrosion Monitoring in Petrochemical Industry

Korozní monitoring je klíčový nástroj pro zajištění provozuschopnosti a bezpečnosti zařízení nejen v petrochemickém průmyslu. Správně fungující korozní monitoring má poskytnout informaci o zbytkové životnosti zařízení a dostatečně rychle informovat o nepřijatelném zvýšení korozní rychlosti a úspěšnosti aplikovaných protikorozních opatření. Příspěvek je přehledem metod korozního monitoringu, jejich principu a uplatnění.

Corrosion monitoring is a key tool for ensuring the operability and safety not only in the petrochemical industry. Properly working corrosion monitoring should provide information on the residual service life and inform quickly enough about the unacceptable increase in corrosion rate and the efficiency of applied corrosion countermeasures. The contribution is an overview of the corrosion monitoring methods, their principle and applications.



**Doc. Ing. Milan Kouřil, Ph.D.** působí jako docent na ústavu kovových materiálů a korozního inženýrství, VŠCHT Praha, kde se podílí na výuce předmětů Korozní inženýrství a Korozní inženýrství a vedení bakalářských a diplomových prací v oborech Kovové materiály a Technologie konzervování a restaurování. Výzkumné aktivity se soustředí na řešení projektů v oblasti koroze úložných zařízení v půdě, koroze výztuže v betonu a korozního monitoringu.

**Doc. Ing. Milan Kouřil, Ph.D.** is an associate professor at the Department of metals and corrosion engineering at the University of Chemistry and Technology, Prague. He participates in teaching the subjects Materials Corrosion and Corrosion Engineering and supervising bachelor and master theses in the study programmes Metallic Materials and Technology of conservation and restoration. His research focuses on corrosion of buried structures in soil, corrosion of concrete reinforcement and corrosion monitoring.

## Nedestruktivní korozní monitoring a odhad životnosti potrubních systémů

### Non-destructive Corrosion Monitoring and Prediction of Lifetime of Pipelines Systems

Nedestruktivní korozní monitoring je metoda vhodná nejen pro použití v průmyslu ropy a zemního plynu. Přednáška se bude týkat vývoje senzorů pro detekci korozní rychlosti v reálném čase s cílem posouzení vlivu parametrů spojených s korozní agresivitou půdy v místech s porušenou izolací. Aplikace korozního monitoringu pomáhá operátorům v oblasti managementu rizik a prevenci poruch.

Non-destructive corrosion monitoring is of high interest not only in oil & gas industry. It covers development of sensors which allows detecting actual corrosion rate in location of interest, to assess role of parameters joint with the aggressiveness of soil if failure in isolation take place. It helps operators in terrain to make decision regarding risk management and prevent before failures.



**Ing. Maroš Halama, Ph.D.** získal doktorský titul na Technické univerzitě v Košicích v roce 2007. Je vedoucím Laboratoře korozního zkušebnictví v národním centru pro pokročilé materiály a technologie Promatech při Slovenské akademii věd, vice-prezidentem Společnosti pro povrchové úpravy, členem editorského týmu časopisu *Advanced Materials Letters*, CEO ve společnosti CorOne s.r.o. a poradcem Evropské komise DG R&I (Steel Advisory Group, RFCS fond). Je autorem a spoluautorem více než 111 příspěvků v odborných časopisech a konferencích. V roce 2016 získal prestižní ocenění International Association Advanced Materials Scientist Medal. Momentálně se věnuje predikčním metodám pro hodnocení rychlosti degradace kovových materiálů, vývoji nedestruktivních technik na odhad havarijních stavů způsobených korozi v průmyslu, a zejména bezpečností nanotechnologií při výzkumu zaměřeném na redox a termodynamické vlastnosti kovových nano objektů v biomedicínských a environmentálních aplikacích.

**M.Sc. Maroš Halama, Ph.D.** graduated at the Technical University in Košice, Slovakia, in 2007. He leads the Laboratory of corrosion testing in Promatech, a national centre for advanced materials and technologies at the Slovak Academy of Science. He is vice-president of the Society of Surface Treatment, editor of *Advanced Materials Letters*, CEO of CorOne s.r.o. and member of Steel Advisory Group of the RFCS fund. He authored or co-authored more than 111 papers in journals and conference proceedings. He obtained the prestigious International Association Advanced Materials Scientist Medal in 2016. Currently, he works on prediction methods for metallic materials degradation, development of non-destructive techniques for prediction of emergencies caused by corrosion in industry, and particularly on safety issues of nanotechnologies for biomedical and environmental applications.

## Korozní napadení vnitřních povrchů potrubních rozvodů při dopravě a skladování ropy Corrosion of Inner Surfaces of Pipelines for Transport and Storage of Oil

Při transportu a skladování surové ropy dochází k degradaci kovových materiálů trubek i zásobníků celou řadou mechanismů. V případě ocelových trubek distribučního systému pro ruskou ropu REB bylo pozorováno značně lokalizované napadení až 90 % úbytku stěny trubky po 13 letech expozice. Analýzy ropy, odsazené vody a korozních produktů a mikrobiální stěry ukázaly, že kritická je především přítomnost odsazené vody o vysoké solnosti a současná vysoká náchylnost k precipitaci pevných depozitů. Jednotlivé mechanismy je z hlediska nebezpečnosti možné seřadit následujícím způsobem: koroze pod depozity  $\approx$  rovnoměrná koroze > koroze vyvolaná činností bakterií.

During crude oil transportation and storage, metallic materials degrade by multiple mechanisms. In the case of steel pipes of Russian REB crude oil, significantly localized attack was observed after 13 years of operation with remaining wall thickness less than 10 %. Analysis of crude oil, separated water, corrosion products and microbial smears showed that the most critical phenomena were presence of water of high salinity and tendency to form solid deposits on inner surface. Degradation mechanisms were ordered according to their hazard: corrosion under deposits  $\approx$  uniform corrosion > microbially induced corrosion.



**Ing. Václav Šefl, Ph.D.** studoval na VŠCHT Praha, obor Metalurgie. V současnosti pracuje v Technoparku Kralupy VŠCHT. Specializuje se především na korozi korozivzdorných ocelí a dále na korozi v petrochemickém průmyslu a v energetice. Je autorem a spoluautorem řady recenzovaných publikací, několika knižních kapitol a několika desítek konferenčních příspěvků.

**Ing. Václav Šefl, Ph.D.** studied at the University of Chemistry and Technology in Prague, Metallurgy programme. Currently, he works in Technopark Kralupy of the UCT. He specializes mostly in corrosion of corrosion resistant alloys (CRA) and corrosion problems in petrochemical and power industries. He authored and co-authored several peer-reviewed papers, few book chapters and presented at many conferences.

Více informací o konferenci AKI a registrační formulář naleznete na [www.konference-koroze.cz](http://www.konference-koroze.cz).

For registration, go to [www.konference-koroze.cz](http://www.konference-koroze.cz).