



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

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

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

24/10/2018, Chodová Planá, Czech Republic

Koroziční 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 koroziční 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 korozičních 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, protikoroziční 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 korozičních 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 *Koroziční problémy a řešení v rafineriích ropy a petrochemických výrobcích*. Přednáší kurzy *Koroze a protikoroziční 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) 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 zřízení jsou 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 systémové komponenty inspekčních programů zabývající se sběrem, vyhodnocením a aplikací dat. Ukazuje, jakým způsobem jsou integrovány do programu zachování integrity jako například API RP 580 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 a upřesňování předpovědí životnosti. 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 examination methods used in inspection programs in process plants such as refineries, chemical plants, power plants or similar processes are quite different, systemic concept used for their application

is quite similar if not basically identical. It has a few key components, which appears in all well-designed inspection systems. This paper briefly discusses the principal components of comprehensive inspection programs dealing with collection, assessment and application of data. It tries to show how they fit together and how they support concepts like risk-based inspection (RBI such as API RP 580) or reliability centred maintenance (RCM) or continuous improvement (CI/Kaizen). 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. Pracoval na pozici specialista koroze napřed ve Středočeské plynárenské a nyní v MERO ČR a.s. (kolektivní člen AKI). 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 from 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., which is a corporate member of AKI. 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 taking 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 zárážkách. Další informace na adrese chott.eu.

Ing. Jan Chott graduated from 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 a 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.

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 materiály 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. Je členem a jednatelem AKI.

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. He is a member and secretary of AKI.

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 allow detection of actual corrosion rates in location of interest, to assess role of parameters joint with corrosion with focus on measurement of soil aggressiveness if failure in isolation taken place. It helps operators in terrain to make decision regarding risk management and prevent before failures.



Mgr. 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 Slovenské společnosti pro povrchové úpravy (přidružený kolektivní člen AKI), 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 of 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 from 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 Slovak Association for Surface Treatment, editor of *Advanced Materials Letters*, CEO at 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 of Advanced Materials Scientist Medal in 2016. Currently, he works on prediction methods for assessment of degradation of metallic materials, development of non-destructive techniques for prediction of risk 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 ropy 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, několika desítek konferenčních příspěvků a členem AKI.

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. He is a member of AKI.

Moderní přístupy k chemickému ošetřování hlavových systémů destilačních kolon v rafinářském průmyslu

A Modern Approach to the Corrosion Control of the Crude Unit Overhead System

Koroze hlavových systémů destilačních kolon je významným faktorem ovlivňujícím bezpečnost, spolehlivost a ekonomiku zpracování ropy. Nepřeberné množství zvolených technických řešení, specifické místní provozní podmínky a stále nové typy zpracovávaných rop s sebou přinášejí nové výzvy pro spolehlivé ošetřování těchto systémů. Předmětem přednášky je seznámení se současnými přístupy k ošetřování hlavových systémů proti korozi zahrnující vedle správně zvoleného a provozovaného chemického ošetřování též modelování korozních dějů pomocí simulačních programů jako Pathfinder či instalaci zařízení pro on-line analýzu a řízení klíčových parametrů jako 3D Trasar for Overhead Systems.

Corrosion of the overhead systems has a significant impact on safety, reliability and cost of operation in the refining industry. Various overhead system designs, specific operation conditions at each site together with new types of opportunity crudes being continuously introduced to the market imply continuous challenge to the corrosion control of the overhead systems. The intent of the presentation is to share the Nalco Champion's view on a modern approach to the corrosion control of the overhead systems including tailored-made and well-maintained chemical treatment together with modelling key corrosion influencing parameters by the proprietary Pathfinder software as well as implementation of automation for on-line analysis and control such as the 3D Trasar for Overhead Systems.



Martin Vosecký vystudoval v inženýrském i doktorském programu Chemii a technologii paliv na VŠCHT v Praze, přičemž část studia absolvoval na KTH ve Stockholmu. Doktorskou práci realizoval na Ústavu chemických procesů AV ČR. Po studiích nastoupil do společnosti Nalco Champion, kde působí více než osm let. Po dobu pěti let byl obchodně-technickým zástupcem zodpovědným za ošetřování procesních a vodařských aplikací v českých rafinériích. Poslední více než tři roky působí na pozici technického konzultanta pro rafinérský průmysl se zaměřením na aplikace snižující dopady koroze, zanášení aj. a poskytuje zejména technickou podporu zákazníkům a kolegům v rámci regionu Evropa, Rusko a Blízký východ, ve kterém navštívil okolo 50 rafinérií.

Martin Vosecký holds the M.Sc. and Ph. D. in Chemistry and Technology of Fuels from the Chemical University in Prague with part of the studies spent in KTH Stockholm, Sweden. He conducted the Ph. D. research at the Institute of Chemical Process Fundamentals of the CAS. Martin has worked for Nalco Champion for the past 8 years. He has spent 5 years in sales being responsible for process and water treatment in Czech refineries and for the past 3 years he has been working as an Industry Technical Consultant for Refining providing technical support in a variety of the field including corrosion control to the customers and sales colleagues within the region of Europe, Africa and Middle East in which he has visited about 50 refineries.

Více informací o konferenci AKI a registrační formulář naleznete na www.konference-koroze.cz.

For registration, go to www.konference-koroze.cz.