



Detail předmětu

Stavba procesních zařízení

FSI-KSZAK. rok: 2026/2027

Předmět je zaměřen na řízení stárnutí/životnosti procesních zařízení zatěžovaných v provozních podmínkách. Je vysvětlen obsah systému řízení stárnutí/životnosti materiálů a procesů jeho poškozování. Jsou prezentovány matematické popisy nejčastějších mechanismů poškozování materiálu procesních zařízení, jakými jsou únava materiálů, tečení za zvýšených teplot (creep) a koroze. Dále je zde probráno téma vodíkových technologií se zaměřením na možné vodíkové degradační mechanismy. Jsou vysvětleny postupy posouzení přípustného růstu defektů nalezených nedestruktivními metodami, hodnocení nalezeného vodíkového poškození k vhodnosti dalšího provozu zasaženého procesního zařízení a postupy posuzování odolnosti materiálu procesních zařízení proti porušení křehkým lomem. Je objasněn postup vytvoření scénáře poškození procesního zařízení a výběru nezávisle proměnných včetně určení jejich statistického rozdělení při výpočtu pravděpodobnosti poruchy a rizika závažné havárie procesního zařízení.

Jazyk výuky

čeština

Počet kreditů

6

Garant předmětu

prof. Dr. Ing. Marcus Reppich

Zajišťuje ústav

Ústav procesního inženýrství (ÚPI)

Vstupní znalosti

Základní znalosti z pružnosti a pevnosti, mechaniky, mezních stavů a nauky z materiálů.

Pravidla hodnocení a ukončení předmětu

Pro udělení zápočtu je nutná aktivní účast ve cvičeních. Účast ve cvičeních je kontrolována.

Zkouška sestává z písemné a ústní části, při které musí posluchač prokázat teoretické i praktické znalosti. Student je hodnocen známkou A až F.

Učební cíle



Po absolvování předmětu „Stavba procesních zařízení“ student:

- dokáže aplikovat nabyté teoretické i praktické znalosti při řešení reálných problémů
- rozšíří své znalosti v pevnostním návrhu procesních zařízení
- dokáže se orientovat v oblasti mechanismů poškozování a životnosti procesních zařízení
- bude rozumět návrhům zařízení pracujících v oblasti únavového poškození nebo creepu dle evropských norem a bude rozumět možnostem určení růstu trhlin
- bude mít přehled v oblasti vodíkových degradačních mechanismů a vlivu vodíku na celkovou pevnost a životnost zařízení
- bude se orientovat v problematice vyhodnocování vodíkového poškození dle normy API 579-1
- zdokonalí schopnost orientovat se v odborné literatuře včetně zahraniční, bude znát specifické odborné termíny

Absolventi kursu dovedou komplexně využít poznatků získaných během studia a uvědomí si, že proces poškozování materiálu procesních zařízení lze během provozu ovlivnit a za jakých podmínek. Poznají, jaké metody (nástroje) mají k dispozici a že je nutný jejich stálý rozvoj. Získají přehled o rozsahu a jakosti vstupních informací pro návrh řízení stárnutí/životnosti zařízení.

Základní literatura

Anderson, T.L.: Fracture Mechanics Fundamentals and Applications. CRC Press, Inc. 1995 (EN)

C. F. Andreone and S. Yokell, Tubular heat exchanger inspection, maintenance, and repair. New York: McGraw-Hill, 1998. (EN)

DOWLING, Norman E. Mechanical behavior of materials: engineering methods for deformation, fracture, and fatigue. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007, 912 s. ISBN 0-13-186312-6 (EN)

G. A. Antaki, Fitness-for-service and integrity of piping, vessels, and tanks: ASME code simplified. New York: McGraw-Hill, 2005. (EN)

LEE, Yung-Li, Mark E BARKEY a Hong-Tae KANG. Metal fatigue analysis handbook: practical problem-solving techniques for computer-aided engineering. Waltham: Butterworth-Heinemann, 2012, I, 580 s. ISBN 978-0-12-385204-5. (EN)


Lemaitre, J. & Chaboche, J.L.: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990 (EN)

R. D. Port and H. M. Herro, The Nalco guide to boiler failure analysis. New York: McGraw-Hill, 1991. (EN)

Doporučená literatura

Němec, J.: Prodlužování životnosti konstrukcí a předcházení jejich haváriím, , 0

POPOV, Branko N., Jong-Won LEE a Milos B. DJUKIC. Hydrogen Permeation and Hydrogen-Induced Cracking. In: Handbook of Environmental Degradation of Materials [online]. B.m.: Elsevier, 2018 [vid. 2023-07-17], s. 133–162. ISBN 978-0-323-52472-8. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-52472-8.00007-1 (EN)

SAN MARCHI, Chris, Joseph A. RONEVICH, Paolo BORTOT, Matteo ORTOLANI, Kang XU a Mahendra RANA. Technical Basis for Fatigue Crack Growth Rules in Gaseous Hydrogen for ASME B31.12 Code Case 220 and for Revision of ASME VIII-3 Code Case 2938-1. In: ASME 2024 Pressure Vessels & Piping 

Conference [online]. B.m.: American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2024 [vid. 2025-07-24]. Dostupné z: doi:10.1115/PVP2024-122529 (EN)

Vejvoda, S. - Suchánek, M. - Majer, L. - Podhora, J.: Navrhování a posuzování svařovaných konstrukcí a tlakových zařízení, , 0

Vejvoda, S. - Vlček, M.: Stavba chemických zařízení IIb. Pevnost a životnost tlakových nádob., , 0

Zařazení předmětu ve studijních plánech

- Program N-PRI-P magisterský navazující 2 ročník, letní semestr, povinný

Typ (způsob) výuky

Přednáška

26 hod., nepovinná

Vyučující / Lektor

prof. Dr. Ing. Marcus Reppich

Osnova

Základní požadavky na konstrukce a možnosti konstruktéra a výpočtáře, systém řízení stárnutí/životnosti procesních zařízení.

Mechanismy poškozování materiálu v provozních podmínkách.

Odezva materiálu na zatížení.

Kategorizace napětí, posouzení pevnosti zařízení při rostoucím zatížení.

Hodnocení poškozování materiálu při cyklickém zatěžování, nízkocyklová a vysokocyklová únava.

Hodnocení odolnosti materiálu zařízení proti poškození křehkým lomem.

Přípustný růst vad.

Hodnocení poškozování materiálu za zvýšených teplot (creep).

Hodnocení poškozování materiálu za koroze pod napětím.

Filozofie navrhování procesních zařízení ve shodě s ASME Code a ČSN.

Využití hodnocení poškozování materiálu pro řízení stárnutí/životnosti.

Vliv vodíku na pevnost a životnost procesních zařízení – Úvod, vodíkové degradační mechanismy

Vliv vodíku na pevnost a životnost procesních zařízení – Růst trhlin ve vodíkovém prostředí

Cvičení s počítačovou podporou

26 hod., povinná

Vyučující / Lektor



prof. Dr. Ing. Marcus Reppich

Osnova

Tematické celky:

1. Plasticita materiálů

- popis chování ocelí při tahové zkoušce a při reálném zatížení
- plasticita materiálů a materiálové modely plasticity
- mezní stav napjatosti a teorie plasticity
- shakedown, ratchetting

2. Únava materiálu

- hlavní faktory ovlivňující únavu
- napěťové cykly, Wöhlerova křivka
- nízkocyklová únava, křivka životnosti Manson-Coffin
- výpočet únavové životnosti tlakové nádoby dle ČSN EN 13445-3 kapitola 17
- hypotéza kumulace poškození
- vysokocyklová únava, Haighův diagram
- počítání cyklů při obecném zatěžování

3. Llomová mechanika a růst trhlin

- křehký lom, tranzitní teploty
- lomová houževnatost a součinitel intenzity napětí
- Griffithovo kritérium lomu
- růst trhlin, Paris-Erdoganův vztah

4. Creep

- hlavní faktory ovlivňující creep
- creepové křivky
- výpočet creepového poškození dle evropských norem

5. Vodíkové poškození

- vyhodnocení způsobilosti vybraného procesního zařízení poškozeného vodíkovými puchýři k dalšímu provozu dle normy API 579-1

- posuzování trhlin a jejich růstu ve vodíkovém prostředí podle norem ASME BPVC.VIII.3 a API 579-1

Tento předmět vznikl za podpory projektu Akcelerace zelených dovedností a udržitelnosti na VUT v Brně s reg. č. NPO_VUT_MSMT-2143/2024-5.

Copyright © 2025 VUT

Prohlášení o přístupnosti

Informace o používání cookies

