

# ODBORNÝ KURZ VAKUOVÁ TECHNIKA

9. až 13. června 2014

## NÁPLŇ KURZU

Kurz je tradičně koncipován všeobecně, jelikož předpokládáme účast pracovníků z různých průmyslových odvětví. Základní část kurzu, tedy teorie, proběhne ve čtyřech dnech, 9. až 12. června. Pro semináře a praktická cvičení je plánován pátek 13. června, ale v případě většího zájmu budou probíhat také v odpoledních hodinách ve dnech 10. a 12. června. Na odpoledne 11. června 2014 je plánována oslava 20 let pořádání kurzů.

## OSNOVA TEORETICKÉ ČÁSTI

### A. Fyzikální základy vakuové techniky (rozsah 3 hodiny)

1. Základní zákonitosti plynného stavu hmoty  
*plyn, pára, ideální plyn, základní zákony, stavová rovnice*
2. Kinetická teorie plynu  
*rychlostní rozdělení molekul, kinetický výklad tlaku, střední volná dráha molekul a její význam*
3. Transportní jevy  
*difúze, tepelná vodivost plynu, viskozita plynu*
4. Proudění plynu  
*základní pojmy, druhy proudění, vzorce pro výpočet vodivosti*
5. Procesy probíhající na stěnách vakuových systémů  
*interakce molekuly se stěnou systému, sorpce a desorpce, tlak par, vypařování*
6. Procesy probíhající uvnitř stěn vakuových systémů  
*kapilární kondenzace, proudění a pohlcování plynu porézními látkami, pronikání plynu kompaktními látkami*

### B. Získávání vakua (rozsah 7 hodin)

1. Teorie čerpacího procesu  
*průběh čerpání v čase, vliv potrubí na čerpací proces, vliv netěsnosti na čerpací proces*
2. Rozdělení a parametry vývěv  
*rozdělení vývěv podle principu, parametry vývěv*
3. Transportní vývěvy s periodicky se měnícím objemem  
*vývěvy rotační, membránové a pístové*
4. Transportní vývěvy pracující s přenosem impulsu  
*Rootsovy vývěvy, difúzní vývěvy a jejich příslušenství, vývěvy molekulární a turbomolekulární*
5. Vývěvy založené na vazbě plynu  
*vývěvy kryogenní a kryosorpční, vývěvy iontové, vývěvy getrovací*

### C. Měření ve vakuové technice (rozsah 6 hodin)

1. Úvod  
*veličiny a jejich jednotky, obory vakua, rozdělení a parametry vakuometrů*
2. Měření celkových tlaků  
*Vakuometry kapalinové a kompresní, tepelné vakuometry, membránové vakuometry, viskózní vakuometry, ionizační vakuometry*
3. Měření parciálních tlaků  
*principy hmotnostních spektrometrů, měření hmotnostními spektrometry*
4. Měření proudu plynu, měření čerpacích rychlostí vývěv
5. Kalibrace vakuometrů
6. Hledání netěsností ve vakuových aparaturách  
*přehled metod hledání netěsností, princip a obsluha héliového hledače netěsností*

### D. Materiály pro vakuovou techniku (rozsah 3 hodiny)

1. Požadavky kladené na materiály pro použití ve vakuu
2. Přehled materiálů a jejich použití ve vakuové technice

## **E. Vakuové aparatury (rozsah 5 hodin)**

1. Stavební prvky vakuových aparatur  
*vakuové komory, potrubí, nerozebíratelné spoje, rozebíratelné spoje, ventily, průchodky*
2. Vakuové aparatury pro hrubé a jemné vakuuum  
*součinnost vývěv, typické aplikace, čerpání agresivních a kondenzujících plynů*
3. Vakuové aparatury pro vysoké vakuuum  
*koncepce vysokovakuových aparatur, jejich provoz, typické aplikace*
4. Ultravakuové aparatury  
*koncepce UHV aparatur, jejich provoz, typické aplikace*
5. Čistící postupy, vakuová hygiena

## **S. SEMINÁŘE**

Semináře jsou volitelné bloky (nad rámec základního programu) v rozsahu 2 hodin.

1. Základy technologie tenkých vrstev  
*vlastnosti tenkých vrstev a jejich měření, metody depozice tenkých vrstev*
2. Jednoduché výpočty ve vakuové technice  
*určení potřebného tlaku (střední volné dráhy) pro daný proces ve vakuu  
návrh primární vývěvy pro daný typ sekundární vývěvy  
návrh vývěvy pro danou velikost pracovní komory  
a jiné( po dohodě s lektorem)*
3. Měření v podmínkách platné legislativy a jakostních norem  
*přehled platné legislativy a norem  
základní požadavky na management měření (jak prokázat správnost měření při auditu)*

## **P. VAKUOVÉ PRAKTIKUM**

Účastníci si mohou vybrat libovolný počet z níže uvedených úloh, které budou instalovány jednak ve školní laboratoři, jednak v prostorách firmy VAKUUM SERVIS. Pracovat se bude v malých skupinkách a u každé úlohy bude trvale přítomen lektor.

Úloha č. 1: Zkouška těsnosti aparatury (leak test)

*měření vzrůstu tlaku po oddělení komory od čerpacího systému, výpočet velikosti netěsnosti*

Úloha č. 2: Měření čerpací rychlosti rotační vývěvy metodou stálého objemu

*změření závislosti čerpací rychlosti rotační vývěvy na tlaku s uzavřeným i otevřeným*

*proplachovacím ventilem, porovnání změřených hodnot s nominální čerpací rychlostí vývěvy*

Úloha č.3: Měření čerpací rychlosti difúzní vývěvy metodou stálého tlaku

*změření závislosti čerpací rychlosti rotační vývěvy na tlaku*

Úloha č.5: Práce s kvadrupólovým hmotnostním spektrometrem

Úloha č.6: Hledání netěsností ve vakuových aparaturách – obsluha héliového hledače netěsností

## **PŘEDNÁŠEJÍCÍ**

Tým školitelů je složen z uznávaných odborníků z vysokých škol i z praxe. Pokud se nestane něco nepředvídaného, budou na kurzu v letošním roce přednášet:

Ing. Karel Bok, Rožnov p.R.

Ing. Bohumil Federmann, SŠIEŘ Rožnov p.R.

Doc. Ing. Zbyněk Hůlek

Ing. Jiří Kubáň, Vakuum servis Rožnov p.R.

RNDr. Ladislav Peksa, CSc, KFPP MFF UK Praha

Doc. Ing. Ota Salyk, CSc., VUT Brno