

Zpráva o kurzu vakuové techniky 2021

Karel Bok, externí spolupracovník SŠIEŘ a spoluorganizátor kurzu

Po roční přestávce způsobené „koronakrizí“ uspořádala Střední škola informatiky, elektrotechniky a řemesel v Rožnově pod Radhoštěm opět kurz vakuové techniky určený všem zájemcům z průmyslu, obchodních i vzdělávacích institucí. Jelikož v době přípravy kurzu ještě nebyla epidemiologická situace zcela pod kontrolou a její vývoj byl nesnadno předvídatelný, rozhodli jsme se změnit organizaci kurzu. Teoretická část proběhla formou on-line v podstatě v tradičním červnovém termínu, kdežto praktickou část včetně volitelných seminářů jsme naplánovali na září, kdy jsme již předpokládali, že situace bude stabilizovaná a lidé naočkovaní.

Teoretická část kurzu proběhla ve dnech 9., 10., 16. a 17. června 2021 za účasti 34 účastníků od 13 zaměstnavatelů. Program pokrýval jako vždy obecný přehled vakuové techniky, ale počet přednášek byl snížen na dvacet. Témata byla rozdělena mezi osm lektorů, konkrétně to byli (v abecedním pořadí) pánové Bok, Gronych, Hůlek, Jeřáb, Kubáň, Slavíček, Vičar a Zejda.

Účast považujeme za velmi dobrou a domníváme se, účast na prezenčním školení by byla za daných podmínek výrazně nižší. Myslíme si též, že se přihlásili i účastníci, pro které by bylo uvolnění z pracovního procesu a cestování na dálný východ republiky obtížné i za normální situace. Totéž lze dle mého názoru říci i o přednášejících. Přes tyto výhody se většina zainteresovaných vyjádřila v tom smyslu, že prezenční forma je lepší, zejména proto, že je prostor k navázání bližšího kontaktu účastníků s přednášejícími, ale i mezi účastníky, a je více času na dotazy a zajímavé diskuze. Proto, pokud tomu nebude nic bránit, bychom se příští rok rádi vrátili k prezenční formě přednášek.

Praktická část kurzu proběhla pro část účastníků ve dnech 8. a 9. září 2021, a pro další část pak ve dnech 14. a 15. září 2021. Připravili jsme kompletní nabídku úloh a seminářů. I na praktickou část kurzu se přihlásil poměrně velký počet zájemců, nakonec se jich ale 11 odhlásilo, dílem kvůli provozním důvodům zaměstnavatele, dílem pro možné problémy cestování ze Slovenska. Konečný počet účastníků byl 18, kteří využili celou nabídku úloh i seminářů.

Praktickou část kurzu považujeme za důležité doplnění teoretické části, a proto bych rád nabízené úlohy a semináře stručně popsal:

Úloha č. 1: Stanovení zbytkového tlaku a těsnosti vakuové aparatury

Pro tuto úlohu byla postavena vysokovakuová aparatura KB2016. Čerpací systém sestává z turbomolekulární vývěvy s nominální čerpací rychlostí 160 L/s, jež je předčerpávaná rotační olejovou vývěvou. Vakuovou komoru o objemu 17 L lze od čerpacího systému oddělit deskovým ventilem. Tlak se měří kombinovaným vakuometrem Pirani/Penning, připojena je ještě ionizační měrka se žhavou katodou staršího typu (ještě s elektronkovou řídicí jednotkou).

Cílem úlohy je seznámit účastníky s praktickým provedením integrální zkoušky těsnosti, posoudit těsnost zařízení, popřípadě přítomnost desorpce.

Úlohu si zvolilo 17 účastníků ve čtyřech skupinách vedených Ing. Bokem.



Aparatura KB2016 určená k měření úloh č.1 a č. 4

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

Cílem úlohy je změřeni závislosti tlaku v komoře na době čerpání, a následně výpočet závislosti čerpací rychlosti zkoušené vývěvy na tlaku. Aparatura je velmi jednoduchá a sestává z vakuové komory o objemu 50 L, která je čerpána měřenou rotační vývěvou. Komoře se čerpá od atmosférického tlaku až po zbytkový tlak, tlak se měří kombinovaným vakuometrem Piezo/Pirani.

Úlohu si zvolilo 13 účastníků ve třech skupinách vedených Ing. Bokem.

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

Pro tuto úlohu využíváme laboratorní čerpací systém HiCube Eco s malou turbomolekulární vývěvou předčerpávanou membránovou vývěvou. Čerpací stojan byl doplněn malou vakuovou komorou umožňující řízené napouštění zkušebního plynu pomocí hmotnostního regulátoru průtoku, a tím nastavení rovnovážného tlaku, jenž se měří ionizačním vakuometrem se studenou katodou. V daném uspořádání lze měřit efektivní čerpací rychlosti v rozsahu tlaků od zbytkového tlaku do tlaku asi $1 \cdot 10^{-4}$ hPa.

Úlohu si zvolilo 12 účastníků ve třech skupinách vedených Ing. Zejdou.

Úloha č. 4: Kalibrace vakuometrů

Pro měření této úlohy se využívá již zmíněná aparatura KB2016, která byla doplněna o systém napouštění kalibračního plynu s rovnoměrným rozptylem a o symetricky umístěné porty pro kalibrace metodou přímého porovnání s referenčním vakuometrem. V oblasti vysokého vakua se využívá k realizaci kalibračního tlaku dynamické rovnováhy, v hrubém a jemném vakuu se využívá statické nastavení kalibračního tlaku. Účastníci si mohli vyzkoušet obě metody.

Úlohu si zvolilo 12 účastníků ve třech skupinách vedených Ing. Bokem.



Účastníci kurzu při měření úlohy č. 4 – Kalibrace vakuometrů

Úloha č. 5: Měření parciálních tlaků

Pro měření této úlohy se využívá výše zmíněná aparatura HiCube Eco vybavená moderním kvadrupólovým hmotnostním spektrometrem. Účastníci se seznámili se základy práce při získání a vyhodnocení spektra, a nakonec byla provedena analýza neznámé plynné směsi.

Úlohu si zvolilo 13 účastníků ve třech skupinách vedených Ing. Zejdou.



Jaromír Malík při prezentaci úlohy č. 6 – Hledání netěsností ve vakuových aparaturách

Úloha č. 6: Hledání netěsností ve vakuových aparaturách heliovým hledačem netěsností

Účastníci byli seznámeni s principem hledání netěsností ve vakuovém i čichacím módu a na připravené sestavě si mohli práci s hledačem sami vyzkoušet.

Úlohu si zvolilo 14 účastníků ve čtyřech skupinách vedených p. Malíkem.

Na vybavení vakuové laboratoře trvale pracujeme, tak aby úlohy byly na úrovni soudobého technického standardu a byly pro účastníky přínosem. Jelikož některé drahé přístroje si škola nemůže vzhledem k nízkému využití dovolit, neobejdeme se bez pomoci firmy Vakuum servis, s.r.o., která nám je na dobu kurzu zapůjčuje.

Seminář S1: Základy technologie tenkých vrstev

Náplní semináře je vysvětlení principu hlavních metod vytváření tenkých vrstev, především napařování a naprašování. V závislosti na složení účastníků může být program zaměřen na některou z používaných aplikací, například mikroelektroniku, automobilový průmysl či optiku. Seminář vedený Ing. Kubáněm si zvolilo 9 účastníků.

Seminář S2: Jednoduché výpočty ve vakuové technice

Účastníci řeší připravené vzorové příklady z důležitých oblastí vakuové fyziky a techniky. V předstihu se lze domluvit na upřednostnění některé z oblastí, jako například v letošním roce na průběh čerpaní a otázky netěsností. Seminář vedený Doc. Slavičkem si zvolilo 12 účastníků.

Seminář S3: Metrologie vakua v podmínkách jakostních norem

Náplní semináře je formální stránka měření vakuových veličin, což představuje plnění požadavků zákonných dokumentů a norem na měření a zajištění způsobilosti měřidel. Na přání účastníků může být program na některou oblast zaměřen podrobněji, letos například na problematiku kalibrace pracovních měřidel včetně stanovení kalibračních intervalů a stanovení nejistoty měření při kalibraci.

Seminář vedený Ing. Bokem si zvolilo 10 účastníků.