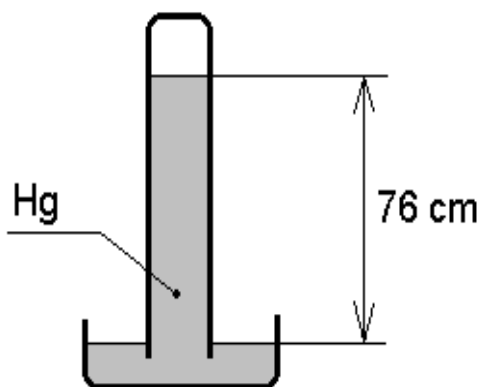


Historický úvod

(z lat. *vacuus* – prázdný)

Historický základ vakuové fyziky leží až v 17. století v době vzniku klasické fyziky - v době Newtona, Galileiho, Huyghense. Až do tohoto století byli učenci přesvědčeni, že vakuum - prázdno - neexistuje a nelze ho vytvořit, neboť příroda má strach z prázdnoty (horror vacui - Aristoteles).

Galileo Galilei, který byl tázán, proč vodní sací pumpy nezvednou vodu do výšky větší než asi deset metrů, uvažoval, že v místě přetržení vodního sloupce musí vzniknout vakuum, ale strach z prázdna má konečnou hodnotu. Jeho žák Jan Evangelista Torricelli provedl roku 1643 podobný pokus se rtutí v uzavřené trubici. Vytvořil se sloupec rtuti vysoký 76 centimetrů a nad ním prázdný prostor - vakuum.



Torricelli také svůj pokus správně vysvětlil pomocí spolupůsobení tlaku atmosféry. Jako první tak ukázal, jak lze vytvořit prázdný prostor a tím tedy položil základy fyziky vakua. Na jeho počest je po něm pojmenována první, dodnes stále používaná, jednotka tlaku:

$$1 \text{ Torr} = 1 \text{ mm sloupce Hg}$$

Pokusy se rtuťovým sloupcem opakoval za různých podmínek Blaise Pascal, zkoumal spolupůsobení gravitace a atmosféry v různých nadmořských výškách. Byla po něm pojmenována jednotka tlaku v soustavě SI :

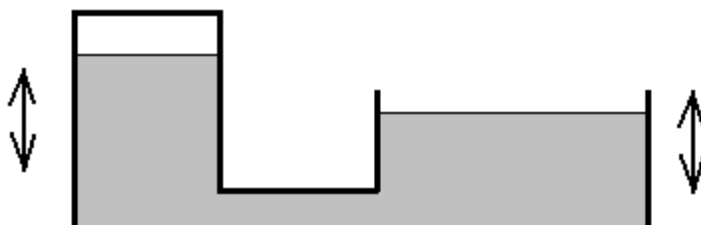
$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N.m}^{-2}$$

Několik let (1650) po Torricelliho pokusu zkonstruoval Otto von Guericke první vývěvu s dřevěným pístem a demonstroval existenci vakua při pokusu s magdeburskými polokoulemi (1657, dvě měděné polokoule průměru 51 cm, po vyčerpání je ani 8 párů koní od sebe neodtrhlo).

Ještě před koncem 17. století zkonstruovali vývěvy pánové Hooke, Boyle, Papin, avšak stále nebyl odstraněn problém s těsněním. Tehdy ale samotné vakuum nebylo objektem jejich zájmu, potřebovali ho jen jako pomocnou podmínku pro svou práci. Vakuum, které tyto vývěvy dosahovaly - asi 10 Torr - pak bylo postačující na téměř 200 následujících let.

Během této doby (18. století) Bernoulli položil základy kinetické teorie plynů výkladem tepla na základě mechaniky (kinetická energie molekul). Přesto však stále vítězila fluidová teorie tepla. Potřebný důkaz přinesl až v 19. století Jouleův pokus o ekvivalenci tepla a práce.

Další podnět ke zlepšování techniky vakua daly až v 19. století Geisslerovy pokusy s průchodem elektrického proudu ve zředěných plynech. Sám Geissler zkonstruoval vývěvu se rtutí, kde odstranil problémy s těsněním pístu ve válci.



Zde vlastně rtuť je pístem. Její hladina se pohybuje se zvedáním a klesáním pomocné nádoby.

Vývěvu se rtutí dále zdokonalil Töpler v roce 1862 a také Sprengel později v roce 1879. Bylo tak dosaženo tlaku až $1 \cdot 10^{-3}$ Torr. Tlaky menší než 1 Torr přinesly velké problémy s jejich měřením, neboť výška sloupce rtuti pro tyto tlaky je velice malá.

Roku 1874 zkonstruoval Herbert McLeod tzv. kompresní (McLeodův) manometr, dodnes používaný ke kalibraci jiných manometrů. Přelom ve vývoji oboru znamenal vynález žárovky (Edison, 1879). Žárovka byla prvním masově vyráběným vakuovým produktem a tak se získávání vakua stalo technickým a průmyslovým oborem. Druhá polovina 19. století přinesla také další rozvoj kinetické teorie:

- Krönig, Clausius - výpočet tlaku molekul z kinetické energie molekul,
- Maxwell, Boltzmann, Loschmidt - rozdělení rychlostí.

Na přelomu 19. a 20. století přichází řada objevů, které byly podmíněny experimenty ve vakuu (objevení RTG paprsků, elektronů a jejich emise, elektronky, dioda - Fleming 1904). Řešily se také první fyzikální problémy týkající se oboru nízkých tlaků, experimentálně se prokazovala správnost kinetické teorie plynů.

Mezníkem ve vývoji vakuové techniky byl objev difúzní vývěvy (Wolfgang Gaede, 1915). Tato konstrukčně velmi jednoduchá vývěva umožnila pohodlné a rychlé čerpání větších objemů. Současně byly objeveny další metody čerpání (molekulární vývěva, Gaede 1913, kryosorpční vývěva, Dewar 1904) a též metody nepřímého měření tlaků:

- tepelný vakuoměr (Pirani, 1906),
- viskózní vakuoměr (Langmuir a Dushman, 1913 - 1915),
- ionizační vakuoměr (Buckley, 1916).

V období mezi první a druhou světovou válkou dává impulsy pro rozvoj průmysl výroby vakuových součástek (žárovky, elektronky, RTG lampy, výbojky) a také požadavky vznikající jaderné fyziky (urychlovače) a fyziky výbojů v plynech, kde jsou nutné ještě nižší tlaky.

V roce 1929 byla zdokonalena Burchem difúzní vývěva a později frakční vývěva, která dosahovala tlaků až 10^{-8} Torr. Později byl sestrojen výbojový manometr se studenou katodou a s magnetickým polem (1937 Frans Michel Penning). Následovaly ale také pokroky v teorii, např. Langmuir studoval procesy na povrchu látek ve vakuu. Rovněž se zdokonalovala technologie - začaly se používat nové materiály pro vakuovou techniku (wolfram a molybden). Velmi rychlý rozvoj pokračoval po druhé světové válce:

- zdokonalení ionizačního manometru (Bayard, Alpert) pro tlaky až 10^{-11} Torr,
- hmotové spektrometry (Alpert, Buritz),
- nové metody čerpání (sorpce a kondenzace molekul, ionizace a přenos molekul),
- nové vývěvy (molekulární, Roots, turbomolekulární Becker 1956).

V padesátých letech se spojuje roztržštěný okruh problémů a vzniká nový fyzikální obor - *fyzika nízkých tlaků* - *vakuová fyzika* - která se zabývá studiem procesů objemových i povrchových, probíhajících v uzavřeném prostoru (vakuový systém), v němž jsou plyny a páry o nízkém tlaku (nižším než atmosférický tlak), pokud tyto procesy způsobují změny počtu částic v tomto prostoru.

Koncem století 20. století, jako reakce na požadavky velmi čistých technologií, vznikají nové konstrukce molekulárních vývěv a mechanických bezolejových vývěv.

V současné době se vakuová fyzika a technika stále rozvíjí a je nedílně spojena se špičkovým výzkumem a výrobou ve všech oblastech průmyslu (kosmický výzkum, nové materiály a technologické procesy, plazmové technologie)

(konec kapitoly)

K. Rusňák, verze 01/2013