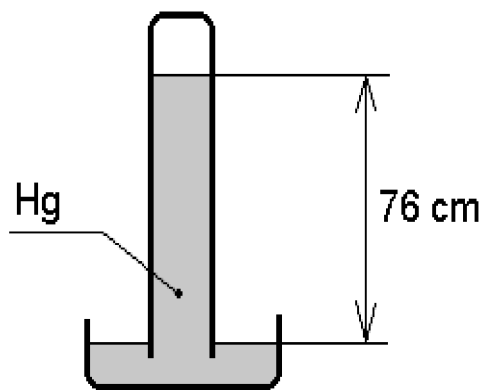


Historický úvod

(z lat. *vacuus* - prázdný)

Historický základ vakuové fyziky leží ať v 17. století v době vzniku klasické fyziky - v době Newtona, Galileiho, Huyghense. Ať do tohoto století byli u lidí přesvědčení, že vakuum - prázdno - neexistuje a nelze ho vytvořit, nebo že příroda má strach z prázdnoty (horror vacui - Aristoteles).

Galileo Galilei, který byl ptán, proč vodní sací pumpy nezvednou vodu do výšky větší než asi deset metrů, uvážoval, 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 svým pokusem správně vysvětlil pomocí rovnoběžnosti 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 rovnoběžnost gravitace a atmosféry v různých nadmořských výškách. Byla po něm pojmenována jednotka tlaku v soustavě SI :

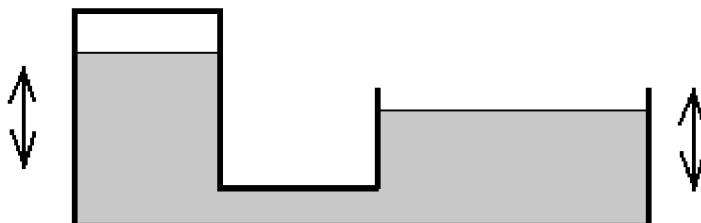
$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N.m}^{-2}$$

Několik let (1650) po Torricelliho pokusu zkonstruoval Otto von Guericke první výčerpávací píst a demonstroval existenci vakua při pokusu s magdeburskými polokoulemi (1657, dvě zděné polokoule průměru 51 cm, po vyerpání je ani 8 pár koní od sebe neodtrhlo).

Ještě před koncem 17. století zkonstruovali výčerpávací písty 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 výčerpávací písty dosahovaly - asi 10 Torr - pak bylo postačující na téměř 200 následujících let.

B hem této doby (18. století) Bernoulli položil základy kinetické teorie plynů výkladem tepla na základě mechaniky (kinetická energie molekul). Pesto však stále vítěla fluidová teorie tepla. Poté byl dokázán a přinesl až v 19. století Joule v pokus o ekvivalenci tepla a práce.

Další podnět ke zlepšování techniky vakua daly až v 19. století Geisslerovy pokusy s proudem 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, nebo 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:

ÉKronig, Clausius - výpočet tlaku molekul z kinetické energie molekul,

ÉMaxwell, 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 konstrukce velmi jednoduchá vývěva umožnila pohodlné a rychlé vypouštění v tísňích objemů. Souasně byly objeveny další metody vypouštění (molekulární vývěva, Gaede 1913, kryosorpční vývěva, Dewar 1904) a těžně metody nepřímého měření tlaků:

Étepelný vakuom r (Pirani, 1906),

Éviskózní vakuom r (Langmuir a Dushman, 1913 - 1915),

Éioniza ní vakuom r (Buckley, 1916).

V období mezi první a druhou sv tovou válkou dává impulsy pro rozvoj pr mysl výroby vakuových sou ástek (flárovky, elektronky, RTG lampy, výbojky) a také pořadavky vznikající jaderné fyziky (urychlova e) a fyziky výboj v plynech, kde jsou nutné je-t nífl-í tlaky.

V roce 1929 byla zdokonalena Burchem difúzní výv va a pozd ji frak ní výv va, která dosahovala tlak afl 10^{-8} Torr. Pozd ji byl sestrojen výbojový manometr se studenou katodou a s magnetickým polem (1937 Frans Michel Penning). Následovaly ale také pokroky v teorii, nap . Langmuir studoval procesy na povrchu látek ve vakuu. Rovn fl se zdokonalovala technologie - za aly se pouřívát nové materiály pro vakuovou techniku (wolfram a molybden). Velmi rychlý rozvoj pokračoval po druhé sv tové válce:

Ézdokonalení ioniza ního manometru (Bayard, Alpert) pro tlaky afl 10^{-11} Torr ,

Éhmotové spektrometry (Alpert, Buritz),

Énové metody erpání (sorpce a kondenzace molekul, ionizace a p enos molekul),

Énové výv vy (molekulární, Roots, turbomolekulární Becker 1956).

V padesátých letech se spojuje rozt í-t ní okruh problém a vzniká nový fyzikální obor - *fyzika nízkých tlak* - *vakuová fyzika* - která se zabývá studiem proces objemových i povrchových, probíhajících v uzav eném prostoru (vakuový systém), v n mfl jsou plyny a páry o nízkém tlaku (nífl-ím nefl atmosférický tlak), pokud tyto procesy zp sobují zm ny po tu ástic v tomto prostoru.

Koncem století 20. století, jako reakce na pořadavky velmi ístých technologií, vznikají nové konstrukce molekulárních výv v a mechanických bezolejových výv v.

V sou asné dob se vakuová fyzika a technika stále rozvíjí a je nedíln spojena se -pi kovým výzkumem a výrobou ve v-ech oblastech pr myslu (kosmický výzkum, nové materiály a technologické procesy, plazmové technologie)

(konec kapitoly)

K. Rus ák, verze 01/2013