

# Vodíkový detektor netesností – nová technika v oblasti zisťovania tesnosti

Andrej Kučík  
SlovCert, s.r.o., Bratislava

Zisťovanie tesností zvarov potrubí, zásobníkov, nádrží, tlakových nádob ako aj komponentov v automobilovom priemysle a mnohých iných odvetviach priemyslu je často využívaná metodika nedeštruktívneho skúšania – skúšanie netesností. Pri analýze fyzikálnych vlastností plynov, relevantných pre skúšanie netesností, sa zistilo, že v mnohých aplikáciách je vodík najvhodnejší zo všetkých bežne používaných detekčných plynov. Zároveň je z nich najlacnejší, najbežnejšie sa vyskytujúci a absolútne netoxický. V minulosti bol expertmi viac menej prehliadaný, vzhľadom na fakt, že vodík sa bežne považuje za nebezpečný plyn, ktorý sa, po reakcii so vzduchom, stáva vysoko výbušný. Zistilo sa však, že vodík môže byť absolútne bezpečný, ak sa s ním pracuje v správnej forme : zriedený s dusíkom.

Zákaz freónov, vysoké ceny a prevádzkové náklady hmotnostných spektrometrov a nástup nových vysokovýkonných vodíkových detektorov netesností priviedol priemysel k znovuobjaveniu vodíka.

Vodík je ideálny plyn na kontrolu tesnosti a zisťovanie netesností. Je to najľahšia substancia vo vesmíre, jeho molekulárna rýchlosť je najvyššia a jeho viskozita je nižšia ako u iných plynov.

Tieto vlastnosti spôsobujú že vodík sa správa odlišne ako ostatné detekčné plyny. Je oveľa ľahšie ho zaviesť do testovaných objektov, rýchlejšie sa premiešava so vzduchom a inými plynmi, oveľa rýchlejšie sa vyparuje a jednoduchšie ventiluje. Normálna úroveň vodíka vo vzduchu je len 0.5 ppm, pričom úroveň hélia, ktorý je ďalším bežným detekčným plynom, je 5 ppm. Táto úroveň limituje praktické možnosti citlivosti každého detektora plynov.

Vodík je plyn bežne sa vyskytujúci, absolútne netoxický a nemá žiadny nepriaznivý vplyv na životné prostredie. Zároveň je to najlacnejší detekčný plyn zo všetkých, obzvlášť pri používaní na priemyselnej úrovni.

## Považovaný za nebezpečný

Sú dva hlavné dôvody prečo sa vodíková metóda viac nerozšírila pri zisťovaní netesností :

- a) neboli dostupné žiadne detektory netesností na báze vodíka
- b) vodík je bežne považovaný za nebezpečný, pre jeho vysokú výbušnosť pri vyššej koncentrácii.

Je rozšírená mylná predstava, že výbušnosť vodíka znemožňuje využiť jeho výhodné vlastnosti pri kontrole netesností. V skutočnosti je vodík horľavý len pri koncentrácii v rozsahu 4 % - 75 % vo vzduchu alebo kyslíku a k výbuchu môže dôjsť len pri koncentrácii 18 % - 60 % vo vzduchu alebo kyslíku. Pri použití rozriedeného vodíka je možné úplne predísť akémukoľvek riziku. Štandardné vodíkovo-dusíkové zmesi sa napríklad bežne používajú ako ochranná atmosféra v priemyselných tavných peciach.

## Nehorľavá zmes

Vodík, ako mnoho ďalších substancií, ako napríklad etanol, peroxid vodíka a iné, je horľavý len pri dostatočne vysokej koncentrácii, a absolútne nehorľavý ak je vhodne zriedený. Preto sa môže vodík v správnej koncentrácii bezpečne používať pri zisťovaní netesností. Iné detekčné plyny sa rovnako používajú vo forme zmesí, ale väčšinou kvôli zníženiu ceny. Vhodná koncentrácia na používanie je štandardná zmes s obsahom 5 % vodík / 95 % dusík, ktorá je na priemyselnej úrovni dostupná od väčšiny dodávateľov plynov. Jej cena je len zlomok z ceny hélia. Špeciálne zmesi sa dajú vyrobiť na objednávku, ale za oveľa vyššiu cenu. 5 % zmes je klasifikovaná ako nehorľavá podľa medzinárodného štandardu ISO 10156. Tento štandard nepopisuje len ako sa posudzujú limity horľavosti zmesí plynov, ale tiež vyhlasuje, že vodíkovo-dusíkové zmesi, obsahujúce menej ako 5,7 % vodíka, sú nehorľavé, bez ohľadu na to, ako sa táto zmes premiešava so vzduchom.

## Menšia akumulácia

Vysoká molekulárna rýchlosť, nízka viskozita a hustota vodíka, ho robí extrémne jednoduchým na vstrek plynú a jeho rovnomerný rozptyl vnútri skúšaného objektu. Rovnako jednoduché je odvetrať plyn, ktorý prenikol do pracovného prostredia. Vodík, prepustený netesnosťami alebo inak, sa v prostredí nehromadí tak, ako iné detekčné plyny. V skutočnosti sa s vodíkom pracuje oveľa jednoduchšie ako s druhým najľahším plynom – héliom.

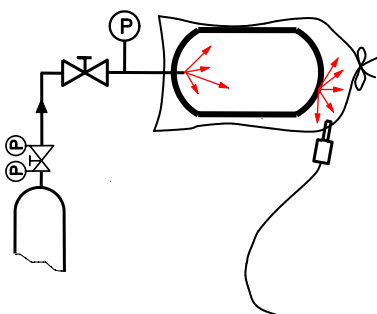
	vzduch	<b>Vodík</b>	Hélium
Molekulárna hmotnosť	29 g/mol	<b>2 g/mol</b>	4 g/mol
Hustota	1,2 g/l	<b>0,09 g/l</b>	0,18 g/l
Viskozita	$18,3 \cdot 10^{-6}$ Pa s	<b><math>8,7 \cdot 10^{-6}</math> Pa s</b>	$19,4 \cdot 10^{-6}$ Pa s
Úroveň v prostredí	100 %	<b>0,5 ppm</b>	5 ppm

### *Porovnanie fyzikálnych vlastností detekčných plynov*

## Nepotrebnosť vakuá

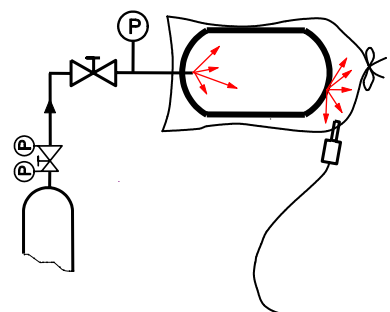
Extrémne nízka hmotnosť vodíka je užitočná pri vykonávaní celkovej kontroly tesnosti, to je pri kontrole celého objektu naraz, namiesto samostatnej kontroly celého povrchu. Skúšaný objekt sa jednoducho uzavrie do ochranného krytu, kde sa vzduch odsáva do cirkulácie ventilátormi. Táto technika je často neúspešná pri ťažších plynoch, ale extrémne dobre funguje s vodíkom. Táto metóda, za použitia vodíkoveho detektora, ktorý pracuje pri atmosférickom tlaku, je oveľa rýchlejšia ako konvenčná vákuová metóda.

Absencia potreby vákuovej pumpy na získanie a detekciu detekčného plynu šetrí mnoho skúšobného času. Ďalšia bežná príčina použitia vákuovej pumpy v spojení s héliovými skúškami je redukcia úrovne v prostredí. Toto je zriedkakedy potrebné pri použití vodíka.



**Hľadanie netesností**  
citlivosť :  $5 \times 10^{-7}$  mbar l/s  
pri použití 5% H<sub>2</sub> / 95% N<sub>2</sub>  
zmesi detekčného plynu

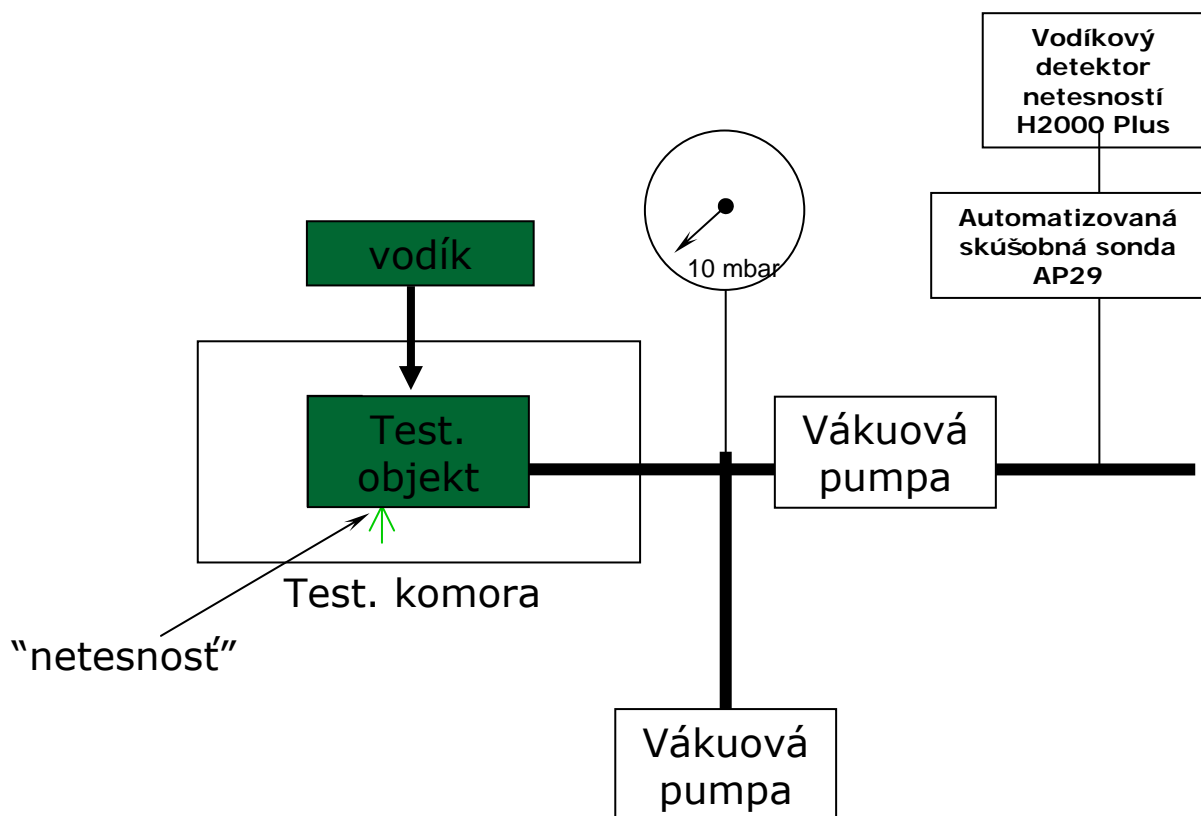
**Skúška tesnosti**  
citlivosť : cca  $2,5 \times 10^{-6}$  mbar l/s  
jednoduchá testovacia komora  
pri atmosférickom tlaku



## Skúšanie netesností vodíkovou metódou

Vodíkové detektory netesností pracujú metódou detekcie vodíka, unikajúceho cez netesnosť skúšaného objektu, naplneného detekčným plynom, ktorý je v tomto prípade zmes 5% H<sub>2</sub> / 95% N<sub>2</sub>. Princíp je postavený na čidle - tranzistore, zabudovanom v krčku sondy, ktorý je extrémne senzitívny a selektívny práve na vodík. Detekovaný vodík je pohlcovaný týmto čidlom, jeho elektróny sú premieňané na malé napätie, ktoré je následne na MOS zosilňovači podľa potreby zosilnené a výsledný signál je prístrojom vyhodnotený. Sonda nemá žiadne nasávanie, funguje na princípe rozptylu uniknutého vodíka okolo netesnosti, nenasáva preto žiaden vzduch, prach a iné nečistoty, kvôli ktorým by bolo treba sondu čistiť alebo inak servisovať. Pri použití ochrannej násadky na sondu, ju je možné použiť aj na mokrom povrchu. Prístroj je jednoduchý na používanie, nie je potrebné žiadne zaškolenie, jeho ovládanie je intuitívne, od samotnej kalibrácie až po „komplikovanejšie nastavenia“. Spustenie prístroja trvá len 1 minútu, po tomto čase je funkčne plne k dispozícii na používanie. Kalibrácia prístroja je možná pomocou kalibračného plynu alebo kalibračnej netesnosti, na široké spektrum fyzikálnych jednotiek.

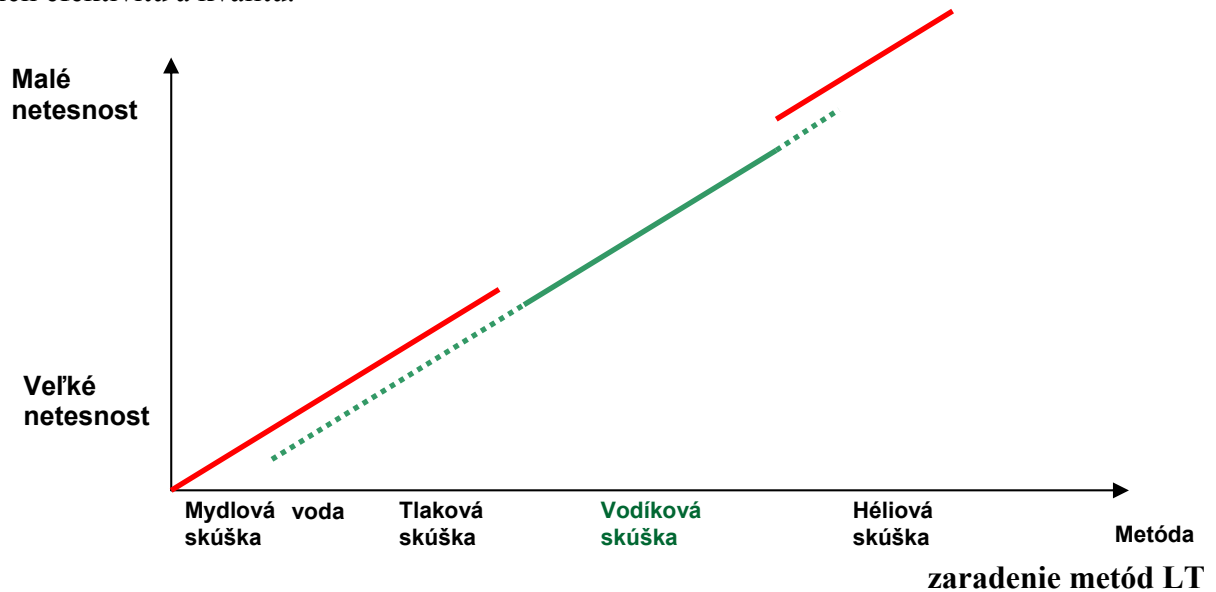
Prístroj je takisto možné zabudovať do komplexnejšieho plne automatizovaného systému, prispôbeného potrebám zákazníka, ktorý môže automaticky obsluhovať celý proces skúšky, od plnenia plynu až po automatické vyhodnocovanie skúšky.



*Schéma jednoduchej automatizovanej testovacej kabíny*

## Zaradenie metódy

Skúšanie netesností vodíkovou metódou, dopĺňa rodinu metód LT a vhodným spôsobom vyplňa medzeru medzi „jednoduchými metódami“ skúšania netesností, kde nie je požadovaná až tak vysoká citlivosť a pomerne nákladnými a komplikovanými skúškami pomocou hmotnostných spektrometrov. V mnohých prípadoch a aplikáciách, nasadenie vodíkoveho detektora netesností výrazne znížilo čas a náklady na skúšky a zároveň zvýšilo ich efektivitu a kvalitu.



Všeobecne povedané, fyzikálne vlastnosti vodíka sú tak odlišné od ostatných plynov, vrátane hélia, že skúška tesnosti a zisťovanie netesností za použitia vodíka môže byť vykonaná oveľa jednoduchšie. Toto je významné pre priemyselné skúšky tesnosti a zisťovanie netesností, kde citlivosť, rýchlosť, jednoduchosť, spoľahlivosť a náklady sú kľúčové faktory.

