

# Inšpekcia a čistenie potrubí

Jaroslav Rusnák

## Abstrakt

Článok mapuje rôzne metódy používané pri inšpekcii potrubných systémov, ktorých cieľom je zistenie stavu stien (či už vnútorných, alebo vonkajších) inšpektovaného potrubia, na ktorom sa budú následne prevádzať ďalšie operácie, ako napr. zváranie a pod. V článku sú tiež zmapované rôzne metódy, ktoré sa používajú pri čistení potrubí na odstránenie rôznych nečistôt z potrubia.

**Kľúčové slová:** inšpekcia, senzor, potrubie

## Úvod

Je prakticky nemožné aby potrubie dosahovalo 100% účinnosť po celú dobu svojej životnosti. Preto je inšpekcia a čistenie potrubných systémov dôležitou činnosťou.

Trenie a iné fyzikálne faktory ako napr. tuhnutie obmedzujú prúdenie pretekajúceho média. V potrubí prepravujúcom kvapalné alebo plynne látky sa môžu nečistoty usadzovať na vnútornom povrchu rúry. V niektorých prípadoch sa môžu tieto látky kombinovať s prachovými časticami, destilátmi, drobnými kvapôčkami vody, chemicky resp. fyzikálne spolu reagovať a usadzovať sa tak vo vnútri potrubia. V petrochemickom priemysle sa usadzujú tekuté uhľovodíky, v chemickom a potravinárskom priemysle sa usadzujú mechanické nečistoty, ktoré v niektorých prípadoch môžu spôsobovať až zapchatie rúry. V každom prípade tieto znečisťujúce nánosy zvyšujú odpor prúdenia prepravovaného produktu (média), ktoré zasa znižuje účinnosť potrubia alebo zvyšuje náklady na prepravu daného produktu (média).

Cieľom článku je zmapovanie mechatronických inšpekčných potrubných systémov používaných na inšpekciu potrubných systémov realizovaných vo svete ale i u nás.

## 1. Inšpekcia potrubných systémov

Inšpekcia potrubných systémov sa prevádza hlavne z dôvodu zistenia stavu stien potrubí za účelom ďalšieho postupu na inšpektovanom potrubí, ako je napr. oprava potrubia, vhodnosť použitia daného potrubia na iné účely, zistenie životnosti potrubia, atď.

Inšpekcia vykonávaná na potrubí môže byť:

- vonkajšia
- vnútorná

### 1.1 Vonkajšia inšpekcia potrubí

Je predovšetkým určená pre inšpekciu nepriechodných potrubných systémov a tých potrubných systémov kde je inšpekcia vnútorným spôsobom nemožná. Systém inšpekcie sa používa za účelom zistenia materiálového úbytku spôsobeného napríklad miestnou, alebo plošnou koróziou.

#### 1.1.1 Vonkajšia inšpekcia vykonávaná metódou NoPig

Je založená na technológii NP Inspection service.

Výkon inšpekcie touto technológiou je možný počas bežného prevádzkového režimu potrubia, na ktorom sa prevádza inšpekcia [1].

Zariadenie a technológia metódy NoPig [1]:

1. Technológia NoPig využíva fyzikálny jav tzv. "skin effect". Akonáhle sa frekvencia striedavého prúdu, ktorý prechádza vodičom, zvýši, má tento prúd tendenciu presunúť sa zvnútra tela vodiča a sústreďovať sa tesne pod jeho povrchom.
2. Pri práci so zariadením NoPig elektrický prúd prechádza potrubím medzi dvoma kontaktnými bodmi (miesta pripojenia) vzdialenými od seba 500 až 700m. Pri rozličných frekvenciách striedavého prúdu sa v jednotlivých inšpekčných bodoch trasy meria magnetické pole pozdĺž potrubia. Z rozmiestnenia magnetického poľa sa vypočíta prierezová poloha prislúchajúcich siločiar. Odchýlka tejto polohy v závislosti na frekvencii účinkom tzv. „skin efektu“ indikuje miestny úbytok hrúbky steny potrubia. Tento vzťah sa vyhodnocuje kvantitatívne, a výsledkom je percentuálna hodnota materiálového úbytku steny potrubia v prislúšnom priereze.
3. Jednotka zdroja prúdu je počas výkonu inšpekcie prenosná. Táto počítačom riadená jednotka je pripojená prostredníctvom dvoch káblov na dva kontaktné body potrubia.
4. Inšpekčné údaje sa získavajú prostredníctvom senzorov rozložených na rampách nosiča kladeného na zem v „metrových intervaloch“ pozdĺž celej dĺžky prislúšného potrubia. Štandardné nastavenie softwaru poskytuje pri každom inšpekčnom „kroku“ informácie o pozdĺžnej polohe (stanične), hĺbke osi potrubia pod zemou a o polohe siločiar momentálneho elektrického prúdu. Výchylka tejto elektrickej siločiar sa považuje za upozorňujúcu v prípade, že presiahne hraničnú hodnotu, ktorá bola stanovená na základe špecifických kalibračných podmienok ako sú pre prislúšné potrubie napr. priemer, hrúbka steny a, závislosť od materiálu a technológie výroby a pod.



Obr.1 Schéma inšpekcie potrubia technológiou NoPig  
Fig.1 Scheme inspection pipes technology NoPig

Pre priaznivý priebeh inšpekčných prác je potrebné zabezpečiť, aby terén nad potrubím, na ktorom sa prevádza inšpekcia bol prístupný. Prenosný zdroj elektrického prúdu sa pripojí svorkami dvoch káblov na plášť potrubia v dvoch kontaktných bodoch, aby tak potrubie mohlo byť v tomto úseku „krok za krokom“ podrobené inšpekcii. Štandardná dĺžka inšpekčného „kroku“ je jeden meter [1].



**Obr.2 Ukážka umiestnenia senzora na potrubí**  
**Fig.2 Demonstration placement sensor on pipes**

Vlastnosti:

- Prerušenie, alebo iné obmedzenia prevádzkového režimu potrubia nie sú potrebné,
- merané sú percentuálne hodnoty ako vnútorného, tak vonkajšieho materiálového úbytku steny potrubia,
- vhodná inšpekčná technológia pre potrubia z feromagnetických ocelí,
- príprava potrubia ako sú jeho spriechodňovanie, čistenie a geometrická inšpekcia či napätové skúšky nie je potrebná,
- ovalita, vady, defekty, zúženia, tvary oblúkov, technológia výroby prvkov potrubia nie sú prekážkou pre realizáciu inšpekcie,
- obsahuje systém GPS (Global positioning system) na určovanie výškopisného a polohopisného zamerania trasy potrubia a zaevidovania do medzinárodného programu zmapovaných potrubí GIS (Geographical Information System).

## 1.2 Vnútorá inšpekcia potrubí

Pri vnútornej inšpekcii potrubia sa zaoberáme najmä:

- geometrickou inšpekciou
- inšpekciou stavu potrubia

Pri geometrickej inšpekcii sa zisťujú:

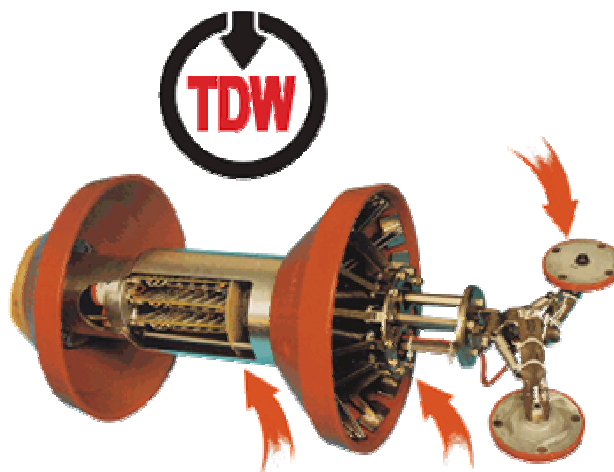
- zmeny ovality potrubia,
- miestne zmeny hrúbky steny potrubia,
- priehlbiny v potrubí,
- polomery oblúkov potrubia,
- kontrolujú sa ohyby potrubia,
- iné deformácie vnútorného prierezu potrubia.

### 1.2.1 Vnútorá inšpekcia a hodnotenie stavu potrubia technológiou T. D. Williamson

Touto technológiou sa vykonáva geometrická inšpekcia potrubia zariadením KALIPER, ktorý má niekoľko modifikácií.

Získané dáta je možné okamžite analyzovať priamo na mieste, aby bolo možné ihneď reagovať na najväčšie defekty, ktoré je potrebné ihneď opraviť. Ďalšia analýza získa-

ných defektov je vykonaná špecialistami firmy T. D. Williamson pomocou softwaru vytvoreného špeciálne pre tento účel [1]. Možnosť použitia nadzemných značiek umožňuje presnejšie lokalizovanie nájdených defektov [1].



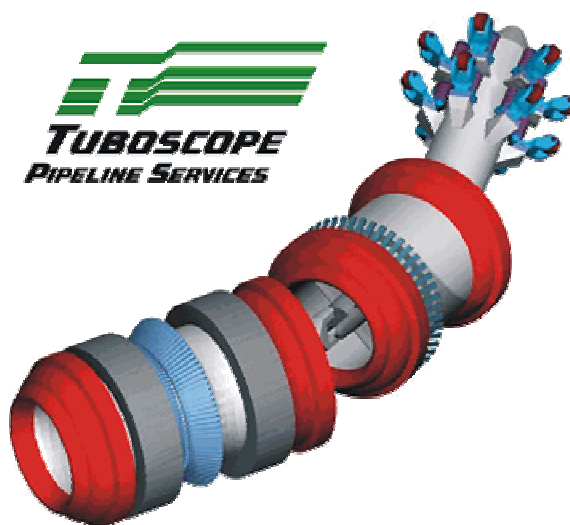
**Obr.3 Zariadenie KALIPER firmy T. D. Williamson**  
**Fig.3 Device KALIPER businesses T. D. Williamson**

Výsledky hodnotenia môžu byť odovzdané v [1]:

- databázovej forme,
- grafickej forme spolu s prehliadacím softwarom,
- písomnej forme, ako záverečná správa z geometrického prieskumu.

### 1.2.2 Vnútorá inšpekcia stavu potrubia tzv. inšpekčným „ježkom“ firmy Tuboscope Pipeline Services

Účelom systému je zabezpečiť presné, detailné a včasné údaje o stave úseku kontrolovaného potrubia. Tieto údaje obsahujú axiálne umiestnenie identifikovaných zvarov potrubia, tvaroviek, značiek, ako i axiálnu pozíciu, dĺžku, hĺbku, smerovanie a vonkajšie/vnútoré rozdiely každého signálu prieskumu vzťahujúceho sa na stratu steny potrubia. Všetky anomálie pod 30% sú ľahko viditeľné použitím prehliadacieho softwaru snímača A - scanu a C - scanu ako i na digitalizovanom zázname prieskumu. Prehliadacie programy a výsledky prieskumu sú k dispozícii v digitalizovanom formáte [1].



**Obr.4 Inšpekčný „ježko“ firmy Tuboscope Pipeline Services**

**Fig.4 Inspection „crowfoot“ businesses Tuboscope Pipeline Services**

Software správy údajov pre TruRes™ poskytuje:

- správu o defektoch, ktorá poskytuje lokalizáciu, dĺžku, hĺbku a smer jednotlivých defektov, s ich rozdelením na vonkajšie/vnútorne a so vzťahnutím na značkové body za účelom orientácie pre výkopové práce,
- digitálne farebné grafické znázornenia,
- možnosti triedenia, sprehľadnenia a manipulácie s údajmi zo strany užívateľa,
- automatizovaný odhad závažnosti poškodenia podľa stanovených kritérií, ktorý pomáha užívateľovi pri určovaní priorit (súrnosti opravy potrubia).

### 1.2.3 Inšpekcia potrubí a kanalizácii kamerou

Pre veľmi malé priemery potrubia (od 25 mm) sú používané systémy so zaťahovacím prútom, pre väčšie priemery (od 100 mm) je lepšie použiť motorizované systémy, kde pohyb kamery v potrubí zabezpečuje potrubný stroj. Poloha kamerovej hlavy každého systému je vďaka zabudovanému senzoru vždy presne lokalizovateľná z povrchu. Digitálne spracovanie obrazu a prepracovaný software zaisťujú pohodlnú tvorbu veľmi kvalitných protokolov o inšpekciách [2].

## 2. Čistenie potrubných systémov

Čistenie potrubných systémov je dôležitou činnosťou, ktorá podmieňuje vlastnú sanáciu. Pred vlastnou sanáciou musia byť tiež odstránené všetky prvky, ktoré prečnievajú do prietokového profilu potrubia (napr. prípojky a pod.).

Účelom čistenia je zbaviť vnútorný povrch potrubia všetkých nánosov a usadenín.

Účelom vnútorného čistenia potrubí, rúr a hadíc je [1]:

- zvýšenie účinnosti potrubia,
- vytlačenie vody po hydraulických tlakových skúškach,
- sušenie potrubia,
- vytlačenie rôznych nečistôt pri oprave potrubia.

Čistenie potrubí sa prevádza hlavne [3]:

1. Tlakovou vodou s pretlakom cca 20 MPa (200 bar). Tento spôsob je vhodný pre bežne znečistené kanalizačné potrubia alebo plynovody znečistené hrdzou a prachom. S ohľadom na tlakové straty v hadici medzi čerpadlom čistiaceho voza a tryskou je tento spôsob účinný do vzdialenosti cca 100 m. Prebytočnú vodu s nečistotami je možno buď odsať alebo mechanicky vyťažiť z koncovej jamy alebo šachty.
2. Tlakovou vodou s pretlakom až 170 MPa (1.700 bar) pri použití špeciálneho čistiaceho zariadenia s vysokotlakovým čerpadlom. Tento spôsob je vhodný najmä pre vodovody, v ktorých je vyššia vrstva sedimentov. S ohľadom na vyšší prevádzkový tlak na výstupe z čerpadla než v predchádzajúcom prípade je možné čistiť úseky až 300 m dlhé i väčších dimenzií. Prebytočnú vodu s nečistotami je možno buď odsať alebo mechanicky vyťažiť z koncovej jamy alebo šachty.
3. Pomocou čističích "ježkov", kedy sú potrubím pretlačované čistiace elementy z materiálov rôznej tvrdosti a abrazívnosti. Táto metóda je vhodná pre všetky druhy potrubia s podmienkou, že v prietokovom profile nie sú pevné prekážky (napr. prečnievajúce prípojky a pod.). Takto sa dajú čistiť aj značne dlhé úseky (aj niekoľko kilometrov), pričom "ježko" je pretlačovaný buď tlakom vzduchu alebo priamo tlakom dopravovaného média. Nedá sa aplikovať v prípadoch, keď sa odbočky z radu (napr. prípojky) nedajú uzatvoriť. Uvoľnené nečistoty sa potom mechanicky vyťažia z koncovej šachty.
4. Mechanicky pomocou škrabok a pod., tento spôsob sa väčšinou používa pri veľkých kanalizačných stokách.

Nevýhodou tohto spôsobu je, že vynášanie nečistôt je nutné vykonať ručne alebo pomocou mechanickej lopaty.

5. Špeciálne roboty s diaľkovým ovládaním, ktoré môžu odfrézovať prečnievajúce prípojky, vyrezať prerastajúce korene v kanalizácii a pod. Obvykle ešte nasleduje preplach vodou.
6. Chemický výplach

Zvláštny spôsob čistenia sa používa v tých prípadoch, kedy má byť sanované potrubie dopravujúce masťné látky. V takom prípade je nutné odstrániť mechanicke nečistoty.

## Záver

Inšpekcia a čistenie potrubných systémov sú v dnešnej dobe potrebné, keďže dnešné veľkomesta sú priam popretkávané rôznymi starými potrubnými systémami a pri ich využití na iné účely, ako napr. zavádzanie dátových káblov a pod. je potrebné zistiť stav či je dané potrubie na iné účely ešte vhodné. Tým sa ušetrí nielen čas, ale aj finančné náklady, ktoré by bolo potrebné vynaložiť na výkopové práce spojené s výmenou celého potrubia.

Inšpekciou a čistením potrubí sa tiež predlžuje jeho životnosť.

## Podakovanie

*Autor týmto ďakuje slovenskej grantovej agentúre pre vedu GU VEGA 1/2188/05 „Výskum princípov lokomócie potrubného stroja v potrubí za účelom ťahania káblov do existujúcich potrubných sietí“ a GU VEGA 1/3078/06 „Špecifické aspekty merania koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok v pracovnom prostredí pomocou optických metód a kalibrácie optických metód merania pomocou referenčných metód“ za čiastkovú podporu tejto práce.*

## Literatúra

- [1] SEPSSK: *Čistenie potrubí*, citované 31.08.2006. Dostupný na: <http://www.sepssk.sk/pdf/cistenie.pdf>  
[2] RADETON s.r.o., Česká republika, citované 02.10.2006. Dostupný na: <http://www.radiodetection.cz>  
[3] RABMER: *Čistenie potrubí*, citované 31.08.2006. Dostupný na: [http://www.rabmer.sk/cistenie\\_rabmer\\_slovakia.html](http://www.rabmer.sk/cistenie_rabmer_slovakia.html)

## Abstract

This paper is mapping different methods using near inspection in-pipe systems, those aim status snapping wall (inner, or external) inspector piping, where will be subsequently make additional operations, e.g. welding etc. In this paper is mapping different methods using near clean piping on removal various impurities from a pipe.

## Ing. Jaroslav RUSNÁK, doktorand

Technická univerzita v Košiciach  
Strojnícka fakulta  
Katedra Aplikovanej mechaniky a mechatroniky  
Letná 9  
042 00 Košice  
e-mail: jaroslav.rusnak@tuke.sk