

Riešenie problematiky vnútornej inšpekcie potrubí plynovodných sietí

Pavel Peterka¹, Jozef Krešák a Stanislav Kropuch

Solution of the inside inspection problem of gas pipeline nets

Underground gas storage in Slovakia has more than 25 years history. The oldest part of equipments for the underground reservoir needs an overhaul and maintance today. The maintance process uncovera a lot of problems, created in the building process. Serious problems are uncovered in the area of the pipeline system diagnostics. In the past, the maintenance operators faced difficult decisions, i.e. to choose the best method or combination of methods to evaluate pipeline conditions.

Key words: hydrocarbons, transport of hydrocarbons, pipeline, durability, nondestruction testing.

Úvod

Plynovodné tranzitné potrubia prepravujúce zemný plyn z nálezísk v Ruskej federácii svojim vekom presahujú obdobie svojej predpokladanej životnosti. Obdobne je tomu i u potrubných systémov Podzemného zásobníka zemného plynu Láb. Otázka predĺženia ich životnosti sa stala prioritnou pre podniky tranzitujúce, distribujúce a uskladňujúce túto surovinu. V súčasnosti, ako nikdy predtým, dostáva sa do popredia potreba previazanosti procesu údržby týchto zariadení s modernými poznatkami vedy a techniky. Využívanie vedomostí z oblasti nedeštruktívnych kontrol a ich aplikácia na potreby plynárenskej praxe umožnila prechod z havarijnej údržby plynovodných sietí na plánovanú. Základnou črtou súčasného procesu údržby je vypracovávanie komplexného plánu tzv. manažmentu integrity. Hlavným obsahovým prvkom tohto plánu musí byť zoznam všetkých krokov potrebných na realizáciu, priebehu a zhodnotenie všetkých kontrole podliehajúcich plynovodných potrubí. Kľúčovým bodom plánu manažmentu integrity sa stáva fáza inšpekcie - kontroly, ktorá je kritickou pre celý úspech vytvoreného plánu. Operátor má v tomto bode na výber množstvo prostriedkov slúžiacich na overenie celistvosti skúmaného úseku potrubnej siete plynovodu. Jedným z týchto prostriedkov je možnosť vnútornej inšpekcie potrubia pomocou nedeštruktívnych metód skúšania (NDT). Prínosom vnútornej inšpekcie je komplexný obraz poškodenia steny potrubia plynovodu s možnosťou predikcie a plánovania opráv založených na závažnosti jednotlivých zistených defektov. Medzi metodiky NDT, ktoré našli svoje použitie v plynárenskej praxi patria magnetické rozptylové toky a ultrazvukové metódy. Použitie ultrazvukových metód si vyžiadalo komplikované technické riešenia s nutnosťou nanášania väzobného prostriedku umožňujúceho kontakt so skúšaným materiálom. Z tohto dôvodu je použitie ultrazvukovej metódy veľmi obmedzené. Najrozšírenejšou metodikou NDT, sa pre oblasť vnútorných inšpekcií plynovodných potrubí stala metodika magnetických rozptylových tokov (MFL). Medzi posledné metodiky patrí tzv. EMAT t.j. elektromagnetický bezkontaktný ultrazvuk. EMAT je metodika NDT v súčasnosti využívaná na kontrolu hrubostenných oceľových rúr v procese ich výroby. V súčasnosti sa pracuje na jej aplikácii v plynárenstve pre vnútornú inšpekciu .

Stav riešenia projektu

V rámci riešenia dvoch Projektov vedy a techniky VTP „Výskum a vývoj nových magnetoinдуктивных metód oceľových lán, oceľových kordov dopravných pásov, kordov pneumatík a potrubí“ a „Výskum a vývoj defektoskopických prístrojov pre nedeštruktívne skúšanie oceľových potrubí v plynárenstve – vnútorná inšpekcia.“ riešených pracovníkmi Katedry ropného inžinierstva, Katedry logistiky a výrobných systémov a samostatného pracoviska Skúšobne oceľových lán SKTC-147 pri Fakulte BERG, Technickej univerzity v Košiciach prebieha vývoj diagnostických zariadení pre nedeštruktívne skúšanie oceľových potrubí plynovodov. Spomínané úlohy VTP sú riešené v úzkej koordinácii s podnikmi Nafta, a.s., Gbely a SPP, a.s., divízia PREPRÁVY Senica.

Súčasný stav riešenia projektu VTP je v štádiu kompletizovania prototypu zariadenia pre vnútornú inšpekciu plynovodných potrubí, a jeho prípravy pre prvé prototypové skúšky a ukončovanie prototypových skúšok signalizačného zariadenia pre zisťovanie polohy čističov a diagnostických zariadení v plynovodoch a tvorba jeho aplikačnej podoby.

¹ doc. Ing. Pavel Peterka, PhD., Ing. Jozef Krešák, PhD. a Ing. Stanislav Kropuch, PhD., Skúšobňa oceľových lán, F BERG, TU v Košiciach, Slovenská republika
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 9. 2006)

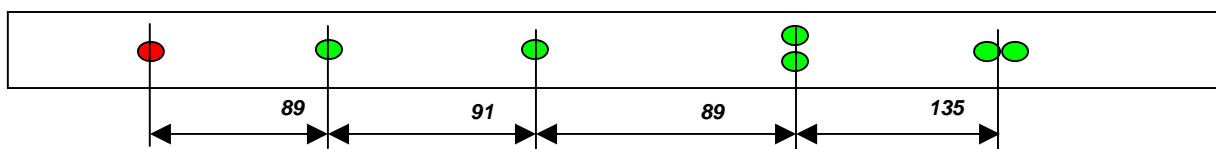
Vývoj a výroba prototypu diagnostického zariadenia vychádza z laboratórnych skúšok modelu budúceho zariadenia. Model bol vyhotovený na základe výsledkov základného orientovaného výskumu a zahŕňa najmodernejšie poznatky v danej oblasti nedeštruktívnych kontrol. Výsledky zo skúšok modelu snímačej a magnetizačnej časti zariadenia sú zdokumentované na jednom z laboratórnych meraní - meranie č. 8 na vzorke č. 4.

Laboratórne meranie č. 8, Vzorka č. 4

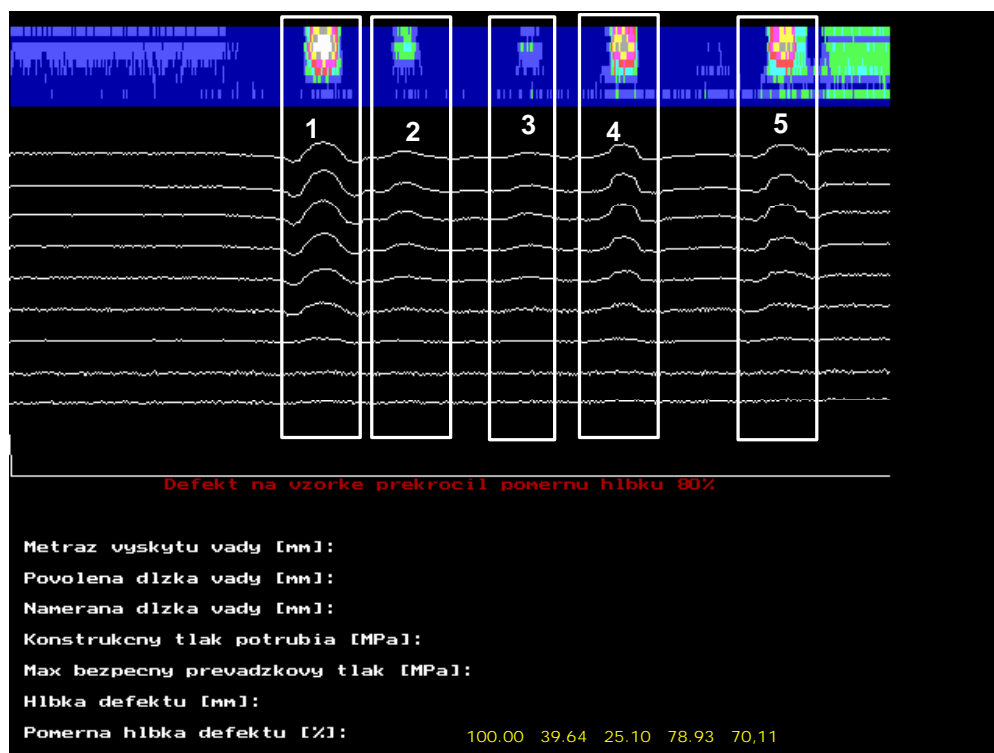
Hrúbka materiálu 3,5 mm
Dĺžka vzorky 1 m

Tab. 1. Popis defektov na vzorke č. 4.
Tab. 1. Description of defects on the sample no. 4.

	Popis defektu	Maximálna hĺbka defektu
defekt č. 1	otvor ϕ 8,5 mm	3,5 mm
defekt č. 2	slepý otvor ϕ 8,5 mm	1,7 mm
defekt č. 3	slepý otvor ϕ 8,5 mm plytký	1,2 mm
defekt č. 4	dva slepé otvory vedľa seba ϕ 8,5 mm	2,5 mm
defekt č. 5	dva slepé otvory za sebou ϕ 8,5 mm	2,7 mm



Obr. 1. Náčrt rozmiestnenia defektov na vzorke č. 4.
Fig. 1. Scheme of arrangement of defects on the sample no. 4.



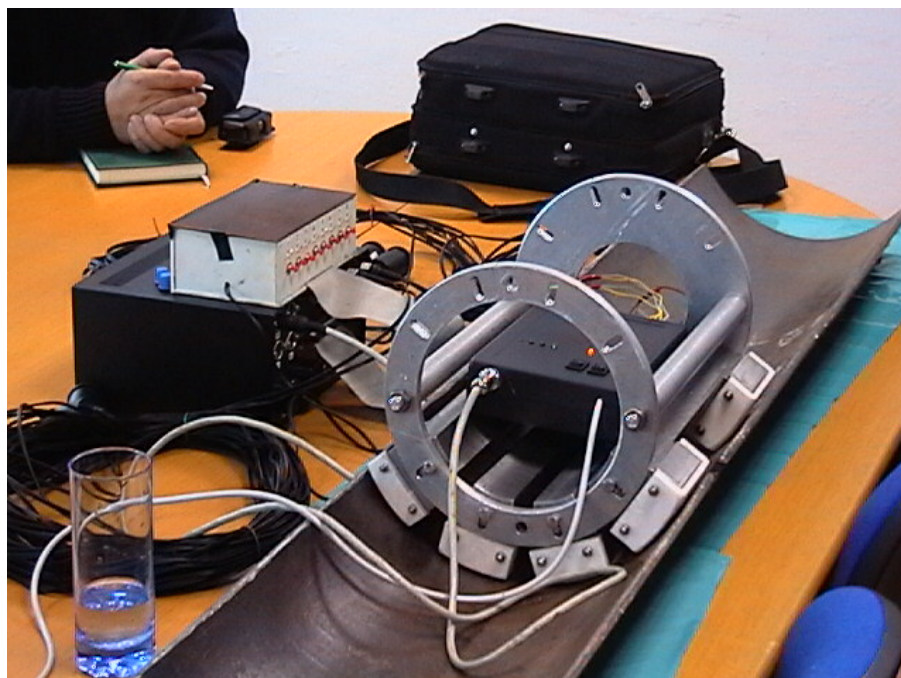
Obr. 2. Vyhodnotenie záznamu vzorky č. 4.
Fig. 2. Interpretation of the record on sample no. 4

Po vykonaní laboratórnych testoch modelu zariadenia riešiteľský tím začal pracovať na návrhu magnetizačnej a snímačej časti prototypu inšpekčného zariadenia so zberným zariadením pre údaje, dataloggerom. Prototyp inšpekčného zariadenia bol navrhnutý pre diagnostiku potrubí DN 300 z dôvodu optimálnych rozmerov skúšobných vzoriek, t.j. plynovodných rúr. V tejto etape riešenia boli navrhnuté magnetické obvody, optimálna magnetizácia predmetného priemeru rúr so zreteľom na možné zvyšovanie bezpečnosti potrubia zmenou hrúbky steny až na dvojnásobok, t.j. 16 mm hrúbky steny potrubia. Návrh

prototypu počítá so zmenou vnútorného priemeru potrubia o 20 %. Na prvé testovanie prototypu sú používané vzorky oceľových rúr plynovodného potrubia DN 300 s hrúbkou steny 8 mm a dĺžkou 2 m.

Defekty boli na potrubí vyrobené umelo, v priečnom smere na os potrubia nasledovne:

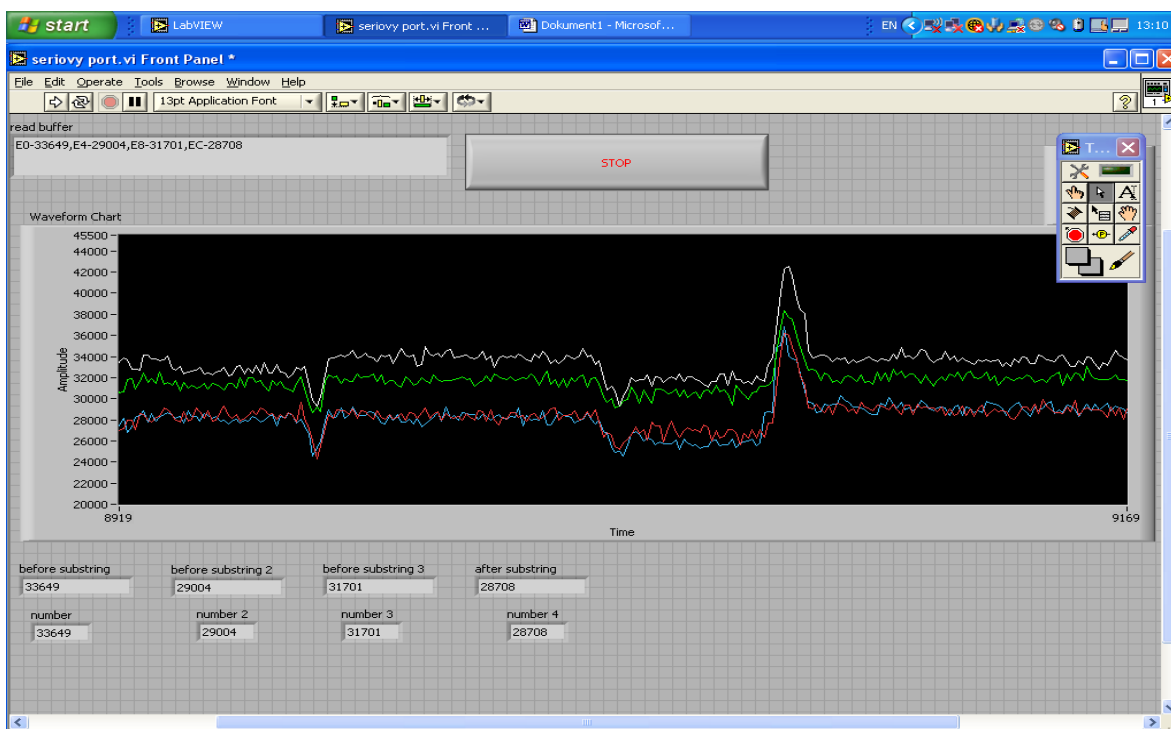
1. 1 skupina defektov: 3 otvory vrtákom priemeru 2,4 mm do hĺbky 4 mm – 50,0 % hrúbky steny,
2. 2 skupina defektov: 3 otvory vrtákom priemeru 2,4 mm do hĺbky 3 mm – 37,5 % hrúbky steny,
3. 3 skupina defektov: 3 otvory vrtákom priemeru 2,4 mm do hĺbky 2 mm – 25,0 % hrúbky steny.
4. 4 defekt: zvar vzorky potrubia.



Obr. 3. Pohľad na prototyp inšpekčného zariadenia

Fig. 3. View on the prototype of the inspection equipment

Výsledky laboratórných skúšok prototypu inšpekčného zariadenia preukázali, že zariadenie je schopné dostatočne „premagnetovať“ vzorku a je schopné dostatočne zreteľne identifikovať defekty potrubia.



Obr. 4. Priebeh záznamu prechodu cez defekty č. 1, č. 2 a zvar potrubia defekt č. 4.

Fig. 4. Course of the record through for the defects no. 1, 2 and the weld of pipeline, the defect no. 4.

Po prvých úspešných testoch riešenie projektu pokračuje návrhom samostatného nosného zariadenia pre magnetizačnú snímáciu časť zariadenia a datalogger.

Okrem vyššie spomínaného diagnostického zariadenia riešiteľský tím končí riešenie podetapy projektu VTP – vývoj signalizačného zariadenia pre určovanie polohy čistiaceho resp. diagnostického zariadenia v potrubí. Skúšky prototypu zariadenia sú úspešne ukončené a v súčasnosti je riešená aplikačná verzia zariadenia.



*Obr. 5. Pohľad na signalizačné zariadenie počas prototypových skúšok čistiaceho behu plynovodu DN 700 Ruská – Behynce.
Fig. 5. View on the signalling equipment during prototype tests of the cleaning process on the pipeline DN 700 Ruská – Behynce.*

Záver

Projekt VTP „Výskum a vývoj defektoskopických prístrojov pre nedeštruktívne skúšanie ocelových potrubí v plynárenstve – vnútorná inšpekcia.“ je rozvrhnutý na šesť rokov riešenia s predpokladom ukončenia v roku 2008. Výsledkom projektu by mal byť funkčný prototyp zariadenia pre vnútornú inšpekciu plynovodných potrubí DN 300 s príslušenstvom a ovládacím a vyhodnocovacím softvérom. Projekt VTP „Výskum a vývoj nových magnetoinдуктивных метод оцел'овых лан, оцел'овых кордов доправных пасов, кордов пневматик а потрубí“ bol úspešne ukončený a vyústil do podania patentovej prihlášky na niektoré originálne riešenia, ktoré sú súčasťou prístroja slúžiaceho na odhaľovanie defektov potrubí z vonkajšej strany v miestach, kde je potrubie vedené nadzemne a nie je možné vykonať jeho diagnostiku formou vnútornej inšpekcie. V súčasnosti je podaný patent v pripomienkovom konaní pod číslom 445-2003.

Literatúra – References

- [1] Správa a závery z priebežného oponentského konania 15. február 2006 projektu aplikovaného výskumu: „Výskum a vývoj defektoskopických prístrojov pre nedeštruktívne skúšanie ocelových potrubí v plynárenstve – vnútorná inšpekcia“.
- [2] Peterka, P., Krešák, J., Kropuch, S.: Signalizácia polohy čistiacich a diagnostických zariadení, SLOVGAS, 6/2005, ročník XIV., str.22 – 23., SPNZ Bratislava, ISSN 1335-3853.