5.03 Új fejlesztésű robot csőgörénnyel nem járható gázvezetékek felügyeletéhez

Tárgyszavak: csővezeték; hibafelderítés; robot; csőgörény.

Régi földgázvezeték-hálózatok javítását és karbantartását megnehezíti, hogy nem teszik lehetővé a csövek belsejében futó szokásos vizsgálóegységek alkalmazását. Ennek fő akadályai:

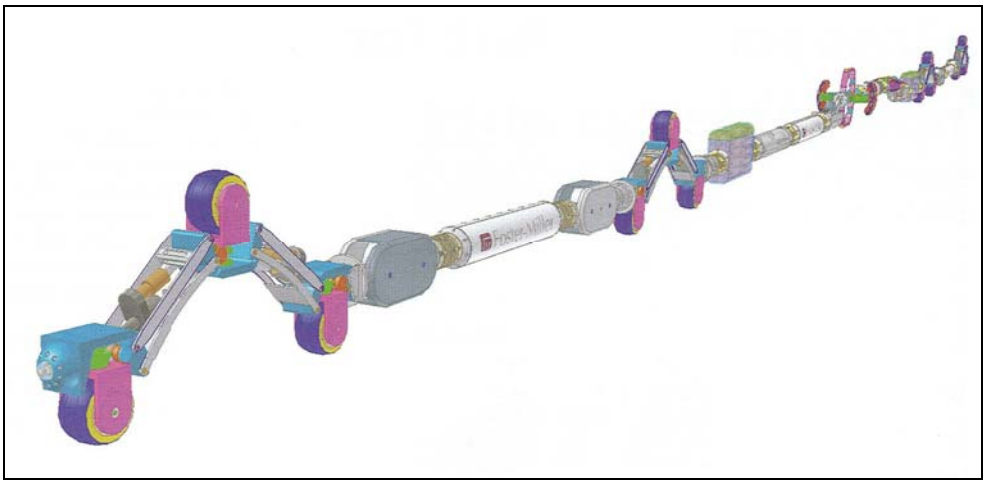
- 1,0D-nél kisebb görbületi sugarú hajlatok (D = a cső átmérője),
- 45°-nál kisebb szögű illesztések, gyakorlatilag nulla görbületi sugárral,
- kis nyílású szelepek teljes átmérőjű nyílás nélkül,
- a csőátmérő 50 mm-t meghaladó összehúzódása/tágulása,
- reteszelt leágazások,
- függőleges szakaszok,
- gyenge áramlás és/vagy nyomás,
- fizikailag lehetetlen megközelítés.

Új csővizsgáló robot

Az USA Energiaügyi Minisztériuma és egy magán gáztársaság (Northeast Gas Association) támogatásával két, gázszállító hálózatok építésében érdekelt vállalat fejlesztő együttműködésében a csővezeték-felügyelő robotok legújabb nemzedékének képviselőjeként megszületett a RoboScan, amely képes „elnavigálni” a felsorolt igen különböző akadályok között, és ellátni az ellenőrzés feladatát.

A RoboScan rendszert azonos modulok sora alkotja *(1. ábra)*, amelyek mindegyike két mechanikai elemből áll: ezek

- az előre-hátra mozgató motoros hajtóegység, valamint
- a mágneses fluxuson alapuló szivárgásérzékelő az MFL-szenzor (magnetic-flux-leakage).



1. ábra A RoboScan felépítése

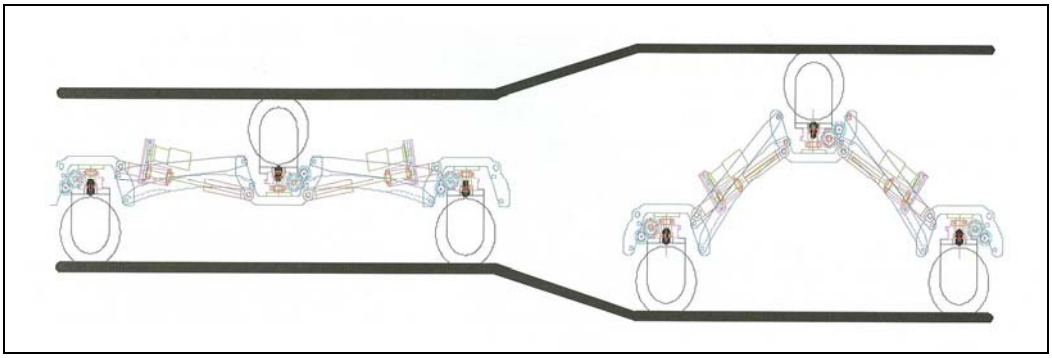
Az MFL alapú érzékelést a vezetékek külső és belső korróziójának felderítésére egyaránt alkalmas roncsolásmentes vizsgálati módszerként választották. A rendszer a modulokon elhelyezett lítiumelemekkel működik és a kiértékelésre váró felügyeleti adatokat is tárolja. A robot

- működhet „távkezeléssel” valós idejű drót nélküli kommunikációval vagy
- száloptikát felhasználó videorögzítéssel.

A hajtóegységek részei:

- két hajtómű-„triád”,
- két csuklós rudazat (csuklós mechanizmus) és
- egy elektronikai modul.

A „hármas” hajtóműtriádot három motorhajtású kerék alkotja, amelyek az egység mozgatásáról és kormányzásáról gondoskodnak. A triádok alapvető tulajdonsága az automatikus alkalmazkodás a cső helyzetéhez *(2. ábra)*.



2. ábra A robot alkalmazkodása a csőátmérő változásához

A motorhajtású csuklós szekezetek lehetővé teszik, hogy a triádokon egymástól függetlenül álljon be a mindenkori szükséges tengelytávolság. Ezt a mozgást a triádok mindhárom kerekén elhelyezett erő-visszacsatolásos rendszer – hurok – szabályozza olyan módon, hogy méri a csőfal által a kerekekre ható erőt, majd a megállapított erő szintjének fenntartása céljából szükség szerint össze vagy széthúzza a csuklós rudakat. Az automatizmus ilyen módon alkalmazkodik a csőátmérő észlelt változásához. Ez a képesség különösen hasznos, ha a robot olyan kisebb „akadályokat" észlel, mint elmozdult csőkötés, törmelék vagy hegesztési hólyagok.

A RoboScan további meghatározó részei az egyes triádokat a hozzájuk tartozó elektronikai modulhoz kapcsoló csuklós rudak, amelyek segítik a robot mozgását, amikor belép egy „kanyarba" vagy T-elágazásba és amikor elhagyja ezeket. A csuklós rudazat az érintett triádon lefelé ható erőt hoz létre, az pedig a robotot a kívánt befelé fordulásra készteti. A robot kormányzásának az a lényege, hogy minden kerék bármilyen irányban tud gördülni és mozogni a cső (esetleg az akadály) felszínén. Ehhez járul a kedvező sorozatú elcsavarodás, amely a robot középvonalát kellően irányítva, az belesimul a cső előtte álló görbületébe, ill. a derékszögű leágazásba.

Az egység kinematikája

Az ismertetett felépítés, ill. tulajdonságok képessé teszik a csővezeték fizikai akadályai közt haladó RoboScant a szükséges kritikus manőverek végrehajtására, ezek:

- kétirányú mozgás,
- áthaladás szabályos hajlatokon és
- 45 foknál kisebb szögű íveken.

A csőfallal való folyamatos érintkezés és az erő-visszacsatolás révén a berendezés mozogni tud mind az áramlással megegyező, mind az ellenkező irányban (s mindezt függőleges vezetékben is), függetlenül az áramlási sebességtől. Ezt valamennyi triád mindegyik kerekének kétirányú motorhajtása teszi lehetővé. A csőkeresztmetszetnek csupán kb. a felét elfoglaló robot nem zavarja az áramlást.

A földgázszállító vezetékbe beépített tipikus könyökök görbületi sugara megegyezik a csőátmérőével. Ha a robot jól követi a görbületet, akkor maga a csuklós mechanizmus keltette erő lendíti át rajta . Lehet azonban, hogy a manőverek közben a robot triádjai közül egyesek köz-

vetítik a szükséges hajtóerőt, mások kerekei elvesztik a kontaktusukat a csőfallal.

A 45 fokosnál hegyesebb szög leküzdése részben ugyanazon műveletekből áll, mint a kevésbé ívelt csövön való áthaladás, részben viszont az előbbiek gyártásakor keletkező egyenetlen belső felület nagyobb mechanikus alkalmazkodást igényel, így mozgás közben minden kerék érintkezése meg-megszakadhat.

A modulsort összekötő speciális elemek és mozgékony kerekek az egész hosszú robotot átkormányozzák, ill. átlendítik az akadályokon, pozicionáló beavatkozás nélkül.

Tömítőszerelvény (szelep)

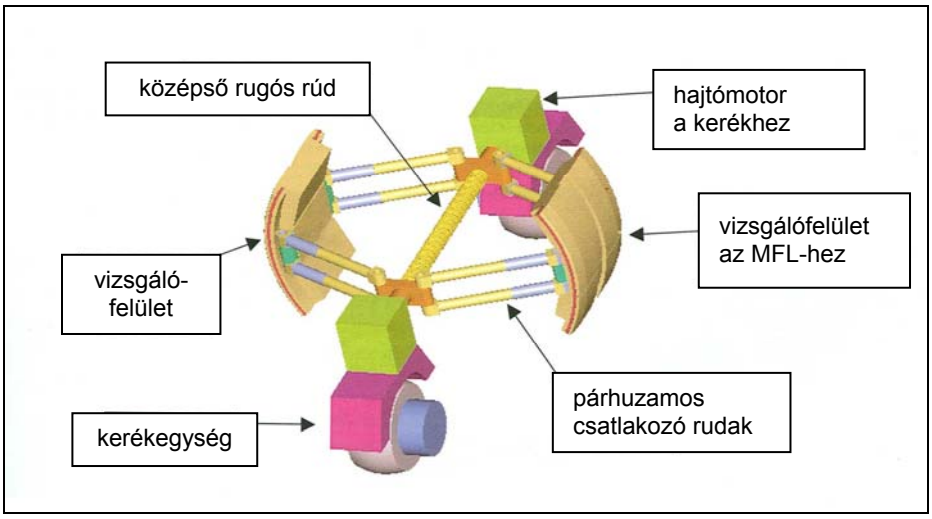
A tömítőszerelvény minden csővizsgáló robotnak a legsúlyosabb akadály, amely a csővezeték szélességének közel 70%-át, magasságának 20%-át elfoglalja. A keresztmetszet-szűkítés mellett a „szerelvénynek” minden magassági akadályon át kell gördülnie. E szakasz nehézségét a RoboScan nagy átmérőjű kerekeinek és triádjai önálló összehúzódásának/kitágulásának kombinálásával győzi le, és jut át a szűkületeken. Ehhez mind a hajtóegységnek, mind a többi modulnak nyilvánvalóan vigyáznia kell karcsúságára. Ezenkívül az MFL-érzékelőt úgy tervezték, hogy fizikailag megváltoztassa alakját a szerelvény előtt és azt elhagyva.

Újszerű MFL-érzékelő

A hagyományos csővizsgálók forgásszimmetrikusak és a mágneses fluxus egy időben éri a cső egész kerületét. A szokásos csőgörénnyel bejárhatatlan vezetékekben az érzékelőnek át kell jutnia a bejárhatókban nem található fizikai akadályokon. Geometriai elemzés alapján egyetlen MFL-érzékelő nem képes átvinni elegendő mágneses anyagot a tömítőszerelvényen úgy, hogy még „be tudja fogni” a cső teljes kerületét. A mágnesmezőt felosztják olyan szegmensekre, amelyek át tudnak haladni a legkisebb szelepnyíláson.

Az új érzékelő két ilyen, egy-egy modulra szerelt szegmenst tartalmaz *(3. ábra)*, mindegyik szegmenshez tartozik egy három különálló, egyenként 55 foknyi kerületet lefedő mágnesmezőből álló, csuklósan felfüggesztett egység. Egyetlen érzékelő csak akkor fedi le a teljes ellenőrizendő felületet, ha a robot többször áthalad egy szakaszon oda-vissza. Több érzékelővel kevesebb menetre van szükség, viszont egyre

hosszabb a csővizsgáló szerelvény. Rövidebb, legfeljebb 5 km-es vizsgálati szakaszokra az optimális megoldás a kétérzékelős modul (négy MFL-szegmens) és a csőfal bejárása a szakasz két vége között egy fordulóval. Ez a teljes csőkerület átvizsgálása mellett egyetlen indításra és fogadó–kiértékelő állomásra egyszerűsíti a feladatot.



3. ábra Az MFL-érzékelő felépítése

Egyszerűsített indítás és értékelés

A csővezeték belsejébe való bejutást hagyományosan speciális szerkezetek, állomások („csapdák” = traps) szolgálják. A csőtisztító használatához szükség van indító- és az attól több km távolságra levő fogadóállomásra. Bár ezek az állomások egyszerű felépítésűek, költséges elemeket: nagynyomású vezetékeket, szelepeket, csuklósan felfüggesztett ajtót tartalmaznak. A csővezeték tengelyéhez kell illeszkedniük, hogy lehetővé tegyék a csővizsgáló indítását és befogását, ami utólagos felszereléskor hálózati leállást igényel, s ez a fő gátja bejárhatatlan vezetékek ilyen kiegészítésének.

A RoboScan-nel „be lehet hajtani” a fővezetékbe, annak nyomással mintegy hátulról való befújása helyett, ami megkönnyíti a szerelést, valamint az állomások működtetését. A bejuttatás módjánál fogva a RoboScan termékcsalád kisméretű tagjai is használhatók, kisebb tőkeigénnyel.

A hagyományos csővizsgálókkal ellentétben, a RoboScan bárhol a vízszintes vagy függőleges vezetékhez menetvágóval illesztett indító-

csövön át bejuttatható, kiküszöbölve az irányváltoztatással kapcsolatos felügyeleti problémákat. Hasonlóan egyszerű az értékelőállomás használata. A vizsgálókészülékek visszahúzása, lassítása vagy elterelése helyett a RoboScan beprogramozható arra, hogy leálljon és becsússzon egy 90 fokos oldalágba. E célra az indítócső is használható, amikor a vizsgálat végeztével a berendezés visszatér az indítás helyére.

Összeállította: Dr. Boros Tiborné

Irodalom

Torbin, R.: An inspection robot for unpiggable gas lines. = Pipeline World, 2005. 8. sz. ápr. p. 77–80.

Balducc, S.: A 34-in pipeline repair and upgrade offshore Sicily. = Pipeline World, 2005. 8. sz. ápr. p. 11–14.