

Adaptivni robot za mašenje netesnosti na cevovodih: raziskava oprijema in zmogljivosti prečkanja ovir

Hongwei Yan^{1,*} – Jian Li¹ – Ziming Kou² – Yi Liu¹ – Pengcheng Li¹ – Lu Wang¹

¹Kitajska severna univerza, Šola za strojništvo, Kitajska

²Tehniška univerza v Taiyuanu, Kolidž za strojništvo in transport, Kitajska

Večina prenosnih cevovodov je zakopanih pod zemljo zaradi zaščite pred zunanjimi dejavniki. Postopek odprave netesnosti na podzemnih cevovodih vključuje odkopavanje, iskanje mest netesnosti ter zapiranje in popravilo po sekcijah. Pri tem se pojavljajo težave z iskanjem netesnosti, omejenim prostorom za ročno delo itn. V pričujoči študiji je bil raziskan adaptivni robot za mašenje netesnosti na cevovodih, ki lahko opravlja naloge iskanja, mašenja in hitrega popravila poškodb. Robot hitro zamaši in popravi poškodbo, s tem pa zagotovi nemoten transport nafte oz. plina in prepreči širjenje luknje. Robot mora biti zmožen stabilnega premikanja po cevovodu in prečkanja ovir do določene višine.

Z raziskavami trga in pregledom literature so bile določene minimalne zahteve za projektiranje, nato pa je bil oblikovan tridimenzionalni model robota. Način delovanja in sestavi oz. enote robota so bili izbrani tako, da je robot izpolnil cilje raziskave. Z analizo sil na modelu je bilo preučeno optimalno stanje delovanja robota v cevovodu, kakor tudi glavni dejavniki, ki vplivajo na prečkanje ovir. S teoretično analizo je bil preučen vpliv različnih dejavnikov na zmogljivost prečkanja ovir. Prečkanje je bilo analizirano s simulacijami in z eksperimentalno verifikacijo. Opredeljeno je optimalno delovanje robota in določena je največja višina ovire, ki jo ta lahko prečka.

V jedru članka so podani konstrukcija robota za mašenje netesnosti z vijačnim pogonom, analiza in raziskava dejavnikov, ki vplivajo na prečkanje ovir, in najboljše stanje delovanja.

Postavljen je model prečkanja ovir z geometrijsko analizo. Ugotovljena je bila pozitivna korelacija med pogonskim kolesom in možnostjo prečkanja ovir. Z dinamično analizo in povezano mehaniko sta bili preučeni stabilnost gibanja in zmogljivost prečkanja ovir. Za uspešnejše prečkanje ovir je mogoče spremeniti velikost pogonskega kota, če pogonsko kolo ne zdrsne.

Članek zaradi omejenega prostora analizira samo zmogljivost prečkanja ovir in najboljše stanje delovanja robota v ravnih cevovodih. Poudarjen je vpliv odklonskega kota na način delovanja robota. Roboti se bodo med gibanjem po cevovodih srečevali z različnimi oblikami. Pogonsko kolo na eni strani tako denimo ob prehodu skozi T-kos obvisi v zraku, kar pomembno vpliva na gibanje robota. Vplivi takih stanj pogonskih koles na gibanje in na funkcijske odvisnosti bodo predmet prihodnjih raziskav.

Z zasnovo robota za mašenje cevovodov z več neodvisnimi enotami se izboljša prilagodljivost posameznih komponent. Robot je primeren za zaznavanje netesnosti v cevovodih in pametno ukrepanje v nuji. V primeru netesnosti lahko hitro zapre in popravi mesto puščanja za neprekinjen tok nafte in plina, odprtina pa se ne širi. Kot vijačnice pogonskega kolesa upravlja poseben krmilni modul, s čimer se izboljšata vodljivost gibanja in stabilnost sistema. Zasnova adaptivnega robota za mašenje podzemnih cevovodov je pomemben prispevek k raziskavam in razvoju opreme za preprečevanje in nadzor netesnosti cevovodov.

Ključne besede: netesnost cevovoda, robot za mašenje, prečkanje ovir, optimalen pogonski kot, analiza s simulacijo