

Odkrivanje napak na zunanji steni jeklenih cevi s tehniko testiranja z vrtilnimi tokovi, ki nastanejo pod vplivom vrtilnega magnetnega polja (RoFEC)

Xiaokang Yin* – Zhuoyong Gu – Wei Wang – Xiaorui Zhang – Xin'an Yuan – Wei Li – Guoming Chen
Središče za konstrukcije na morju in varnostno tehniko, Kitajska univerza za nafto, Kitajska

Tehnika testiranja z vrtilnimi tokovi, ki nastanejo pod vplivom vrtilnega elektromagnetnega polja (RoFEC), je v zadnjih letih pritegnila veliko pozornosti zaradi mnogih prednosti, ki jih ponuja pri kontroli cevni konstrukcij. Večina objavljenih raziskav obravnava odkrivanje napak na notranji steni kovinskih cevi z vstavnimi sondami, ki pa niso vedno primerne za iskanje napak na zunanji stenah. V članku je opisana tehnika RoFEC za preiskave s pomikom preizkušanca skozi instrument in njena uporabnost za odkrivanje napak na zunanji steni cevi.

Predstavljeno je osnovno načelo delovanja tehnike RoFEC s pomikom preizkušanca skozi instrument. V paketu COMSOL je bil zgrajen tridimenzionalni model po metodi končnih elementov za analizo porazdelitve vrtilnega elektromagnetnega polja ter preučevanje interakcij med napakami in vrtilnimi tokovi. Za karakteristični signal je bila izbrana aksialna komponenta magnetnega polja, ki nastane zaradi napake. Pridobljena je bila iz modelov za analizo vplivnih dejavnikov pri odkrivanju napak, kot so naklon cevi, obodni položaj ter orientacija in velikost napak. Zasnovan je bil sistem RoFEC s šestimi vzbujalnimi navitji in eno tipalno tuljavo, ki je bil nato uporabljen za kontrolo jeklene cevi z napakami v aksialni in obodni orientaciji.

Glavne raziskovalne metode so bile modeliranje s končnimi elementi, analiza elektromagnetnega polja, analiza impedančne ravnine in eksperimentalna verifikacija.

Modeli po MKE so pokazali pomemben vpliv nagiba cevi, obodnega položaja napak ter orientacije in velikosti napak na zmogljivost kontrole. Zgrajen je bil sistem RoFEC za verifikacijo rezultatov analize po MKE. Rezultati eksperimentov so pokazali, da tehnika RoFEC učinkovito odkriva aksialne in obodne napake. Pri različnih položajih napak na obodu je mogoče uporabiti kot Lissajousovega vzorca v impedančni ravnini za določitev točnega mesta napake. Za razliko od obstoječih pristopov pri testiranju RoFEC s sondo v cevi, ki so namenjeni kontroli cevi iz neželeznih materialov, je opisana tehnika RoFEC namenjena cevem iz ogljikovega jekla. To je magnetno permeabilen material, ki se ga je težje lotiti s tehnikami na osnovi vrtilnih tokov. Druga velika razlika med skoznjim in vstavnim sistemom je v enojni tipalni tuljavi. Ta je v obeh primerih samo ena, razlika pa je v premeru. Pri vstavnih sondi mora biti tuljava čim bližje notranji steni zaradi odprave vpliva spremenljive oddaljenosti na meritve, medtem ko je premer tuljave pri skoznjem sistemu stvar izvedbe. Rešitev s tuljavo blizu zunanje stene cevi ni nujno optimalna.

Članek predstavlja uporabnost tehnike RoFEC, ki je trenutno v zgodnji fazi razvoja. Instrument bo treba še občutno izboljšati za odkrivanje in kvantifikacijo drobnih napak. V prihodnjih študijah bo mogoče razdelati konstrukcijo sistema in druge vplivne dejavnike, npr. oddaljenost vzbujalnih navitij od preizkušanca, premer tipalne tuljave, vrtilni tok, inducirani z gibanjem, in variabilno permeabilnost zaradi izmeničnega magnetnega polja.

Članek predstavlja tehniko RoFEC za odkrivanje napak v zunanji steni jeklenih cevi, sistematično analizo vplivnih dejavnikov in razvoj sistema za kontrolo. Skoznja tehnika RoFEC je potencialno uporabna za industrijo nafte in plina za kontrolo navitih cevi med obratovanjem.

Ključne besede: neporušne preiskave, vrtilno elektromagnetno polje, vrtilni tok, modeliranje s končnimi elementi, vplivni dejavniki, skoznji instrument, mesto napake