

O utrujanju jeklenih visečih dvižnih cevi

Nnamdi Onochie Chibueze, Chinwuba Victor Ossia*, John Umunna Okoli
University v Port Harcourtu, Tehnološki inštitut, Nigeria

Obstoječa črpališča se počasi praznijo in iskanje nafte ter plina se zato seli v globoke vode in v zahtevnejša okolja. Vse večje potrebe po energiji tudi spodbujajo razvoj naprednejših tehnologij. Jeklene viseče dvižne cevi (SCR) so se uveljavile kot rešitev za globoka in ultragloboka črpališča predvsem zaradi svoje ekonomičnosti, obstojnosti proti tlaku, tehnično preproste montaže in možnosti priključitve na različne gostiteljske ploščadi. Zato obstaja potreba po raziskavah utrujenostne trajnostne dobe SCR v Gvinejskem zalivu, kjer uvajajo te cevi na osnovi zbranih podatkov iz Severnega morja in iz Mehiškega zaliva.

Jeklene viseče povezovalne cevi so občutljive na dinamiko gostiteljske ploščadi in so podvržene utrujanju. Uporaba SCR pri polpotopljivih ploščadih v globokih vodah prinaša posebne konstrukcijske izzive zaradi velikih amplitud gibanja ploščadi pod vplivom valov in velikih odmikov ploščadi, ki jih povzročajo vibracije zaradi vrtnicev (VIV), gibanja zaradi vrtnicev (VIM), veter in počasni tokovi. Močno zibanje ploščadi tako povzroča uklon in utrujanje v območju stika dvižne cevi z morskim dnom (TDP). Pri načrtovanju SCR je izjemno pomembna izbira ustreznega spektra valovanja.

Homogena, 2200 m dolga cev SCR, ki se začne 1000 m nad morskim dnom, je bila modelirana v programskem paketu za analize po metodi končnih elementov Orcaflex s 50 m dolgim gibkim spojem, 350 m dolgo oplato, 1300 m dolgo dvižno cevjo in 500 m dolgim pretočnim vodom. Konec A je pritrjen na FPSO, konec B pa je zasidran v morsko dno. Na oddaljenosti 900 m je na cev SCR pritrjena boja 6D z maso 10^4 kg, dolžino 6 m in prostornino 20 m^3 . Pri analizi utrujanja so bili uporabljeni oceanografski podatki, podatki o vetru, tokovih, morski vodi in morskem dnu. Za primerjavo sta bila uporabljena spektra valovanja Ochi-Hubble in JONSWAP. Pred analizo utrujanja je bil pripravljen set simulacijskih datotek OrcaFlex za različne realne obremenitvene pogoje. Temu obremenitvenemu primeru je bila dodeljena 20-letna izpostavitve, ki ustreza dobi trajanja dvižne cevi. Simulacija po 16-sekundnem preizkusu je trajala 3 ure.

Podana je primerjava rezultatov utrujanja SCR za spektra valovanja JONSWAP in Ochi-Hubble. Analiza utrujenostne trajnostne dobe po dolžini cevi na osnovi spektra valovanja JONSWAP je pokazala, da je utrujenostna trajnostna doba v območju obešenja (HOFL) 10 let, območje utrujenostne trajnostne dobe (FL) od 500 do 5000 let, utrujenostna trajnostna doba v območju TDP 1,8 leta na globini 1828,8 m in najdaljša utrujenostna trajnostna doba za TDP (TDP $FL_{\max}$) 10 000 let. Pri spektru valovanja Ochi-Hubble pa je bilo izračunano, da je utrujenostna trajnostna doba v območju obešenja (HOFL) 7 let, območje utrujenostne trajnostne dobe (FL) od 100 do 5000 let, utrujenostna trajnostna doba v območju TDP 13,6 leta na globini 1828,8 m in najdaljša utrujenostna trajnostna doba za TDP (TDP $FL_{\max}$) 10 000 let.

Utrujenostna trajnostna doba v območju TDP ter v območju obešenja pri spektrih JONSWAP in Ochi-Hubble je zelo kratka in izhaja iz večjih napetosti, ki jih povzročajo dinamika FPSO, oceanski tokovi, spektri valovanja in druge obremenitve iz okolja.

Rezultata za utrujenostno dobo SCR v točki dotika z morskim dnom (TDP) po spektrih Ochi-Hubble in JONSWAP sta 13,6 in 1,8 leta, torej se razlikujeta za faktor 7,5. Iz krivulj S-N za oba spektra valovanja je razvidna inverzna povezava med napetostjo S in številom ciklov do odpovedi N na log-log skali. Daljša utrujenostna trajnostna doba SCR pri spektru valovanja Ochi-Hubble v primerjavi s spektrom JONSWAP, ki ga pogosto uporabljajo projektanti, pomeni, da spekter Ochi-Hubble dobro opisuje stanje v Gvinejskem zalivu in ne privede do predimenzioniranja. Uporaba spektra JONSWAP pa je nasprotno povezana s predimenzioniranjem in posledično z večjimi stroški.

Kratka utrujenostna trajnostna doba v območju TDP in v območju obešenja SCR izhaja iz večjih napetosti, ki jih povzročajo dinamika FPSO, oceanski tokovi, spektri valovanja in druge obremenitve iz okolja. Efektivna napetost v SCR zato hitro zraste od nič v območju obešenja do maksimalne vrednosti 30×10^6 kN na dolžini 5 m. Prispevek te študije so tudi obogateni oceanografski podatki za Gvinejski zaliv.

Ključne besede: jeklene viseče dvižne cevi, točka stika z morskim dnom, Ochi-Hubble, JONSWAP, Gvinejski zaliv, utrujanje