

DARKO POSAVEC
Zagreb

O opremi za podmorska bušenja i eksploataciju podmorskih ležišta nafte

Potražnja za naftom svakim danom postaje sve veća. Zadovoljavanje potreba tržišta iziskuje pojačane napore ne samo na području usavršavanja tehnoloških metoda dobivanja naftinih derivata, nego se i proširivanjem istraživačkih bušenja na podmorske terene nastoji doći do novih rezervi zemnog ulja i plina. S tim u vezi razvio se i poseban tip bušačkih garnitura koje se upotrebljavaju za podmorska istraživanja i eksploataciju već otkrivenih ležišta nafte. Osim konstrukcijskih, trebalo je riješiti i niz drugih problema, jer svaka od ovih garnitura, osim što je veoma skupa (prosječno oko 5 mil. dolara), ima i vlastitu flotu opskrbenih i drugih pomoćnih brodova.

Već prije I svjetskog rata rastuća potreba za gorivom u čitavom svijetu dovela je toga da se počelo pomišljati na to da se ispod morskog dna potraže novi izvori nafte. No tek 1930-tih godina, uz obale Texasa u Meksičkom zaljevu, potekli su prvi mlazevi nafte dobiveni iz podmorskih ležišta. Upotrebljavajući iskustva stečena u bušenjima na suhom, bušači su montirali svoje tornjeve na platforme postavljene na stupovima zabijenim u dno. Ukoliko je bušotina bila jalova oprema je bivala napuštena, ili su je demontirali da bi je upotrebili na drugom mjestu. U oba slučaja pojavljivali su se nepotrebnim visoki troškovi.

1949. godine konstruirana je prva ploveća bušača garnitura. Bio je to zapravo toranj postavljen na jednu običnu riječnu baržu. Do sada se razvilo nekoliko tipova opreme za podmorska bušenja, svaki od njih sa svojim prednostima i nedostacima. Prvobitni oblik konstrukcije, t. j. platforma na stupovima čvrsto zabijenim u dno, danas se upotrebljava sve rjeđe. U velikom broju sreću se ova postrojenja jedino još u plitkim vodama Meksičkog zaljeva i na jezenu Maracaibo. Za bušenje u plićacima (do dubina od 30 m) danas se sve više upotrebljavaju garniture koje su snabdjevene posebnim ke-sonom, čija je svrha da napunjen morem sjedne na dno i posluži kao baza za stupove noseće platforme. Ovo je konstrukcija doduše mobilna i daje se otegliti na potrebno mje-

sto, ali je veoma troma i teška za tegljenje, pa se ono često i ne isplati.

Prije desetak godina pojavile su t. zv. »jack up« platforme. Smještene na tri ili više stupova koji se upiru o dno, ove naprave snabdjevene su uređajem za dizanje. Time je omogućeno da se platforma postavi na željenu visinu iznad morske površine, a bušenje se može odvijati i na neravnom dnu. »Jack up« oprema prikladna je za rad ukoliko dubina mora ne prelazi 100 metara. Njene su slabe strane skupi uređaji za dizanje i složen postupak namještanja »nogu«. (Naime da bi se povećala stabilnost i izbjegli torzioni momenti, potrebne je »noge« postaviti nešto u koso). Najveće teškoće pojavljuju se prilikom tegljenja ovakovog postrojenja. »Noge« su veoma duge i teške i zbog toga se tegljenje mora obaviti za veoma mirnog mora. Time se izbjegava šteta koja bi mogla nastati kao posljedica dinamičkih pritisaka uzrokovanih valjanjem i posrtanjem platforme. Za duža putovanja potrebno je izvršiti demontiranje »nogu« i priručnog materijala koji je obično smješten na platformi.

Rubovi kontinentalnih šelfova obično leže na dubini od oko 200 metara, a poznato je da baš na tim mjestima postoji najveća vjerojatnost da će se naći nafta. Međutim, uz današnji nivo tehnike nije moguće konstruirati bušača postrojenja koja bi se upirala o dno na tim dubinama, a da ujedno njihova upotreba bude ekonomična. Jedno od rješenja ovog problema je u plovećoj bušačkoj garnituri. Prvi uređaji ovog tipa bili su zapravo pregrađeni brodovi, s tornjem podignutim iznad otvora načinjenog u sredini broda. Kasnije su građeni specijalni brodovi za podmorska bušenja.

Neki od tih brodova bili su projektirani za bušenje preko boka, dok su drugi bili snabdjeveni bočnim plovcima da bi im se povećala stabilnost. Prednost ovih konstrukcija, pogotovo ukoliko su snabdjevene vlastitim pogonom, jest u tome da se brzo i lako premještaju od mjesta do mjesta, a imaju veliki skladišni prostor, što im omogućuje veliku autonomiju. S druge strane, na nemirnom moru, posebno s jakim strujama

i valovima iz različitih smjerova, pojavljuje se problem stabilizacije.

Polu uronjen tip bušaće garniture trebao bi da riješi neke od ranije navedenih problema. Kod ovakvih konstrukcija radna platforma smještena je na vertikalnim stupovima velikog promjera, koji počivaju na orijaškim plovcima. Ti plovcici, kad se snabdiju dovoljnim balastom, potonu do dubine na kojoj je utjecaj valova sveden na najmanju mjeru, a platforma mora biti dovoljno visoko iznad domašaja valova. Američke garniture ovog tipa mogu raditi na dubinama od 180 metara, a od kobilice plovaka do vrha tornja visoke su preko 100 m. Propisi o sigurnosti zahtijevaju da konstrukcija mora izdržati vjetar brzine do 170 km/h i valove visoke 18 metara.

Osnovne kvalitete koje se traže od postrojenja za podvodna bušenja su sigurnost, efikasnost i sposobnost da duže vrijeme samostalno obavljaju radove. To znači da na platformi mora biti dovoljno mjesta za smještaj opreme i rezervnih dijelova i laboratorija za obradu geoloških, meteoroloških i oceanografskih podataka.

Prilikom projektiranja konstrukcije u obzir treba uzeti da je ona po svrsi i izgledu potpuno različita od broda, a ipak se susreće s istim pomorskim uvjetima. Usto još mora obavljati i svoju specijalnu funkciju.

Polu uronjene ploveće garniture učvršćuju se na mjestu pomoću 8 sidara. Sidreni lanci namotani su na vitla koja automatski reguliraju njihovu nategnutost. Obično se smatra da je bočni pomak konstrukcije u granicama dozvoljenog ako ne prelazi 5% dubine mora na mjestu bušenja.

Ukoliko se bušenja protegnu na duboke oceanske vode konvencionalan način sidrenja neće biti izvediv, iako neki stručnjaci smatraju da je upotrebljiv do dubine od 300 metara. Vjerojatno je da će se u tom slučaju upotrebljavati sistem pozicionih vijaka, kojima će upravljati kompjuter. Ovime će biti omogućeno pomicanje u bilo kojem smjeru protiv struje i valova i plovilo će ostajati tačno na određenom mjestu. Sistem automatskih propelera prvi put je primijenjen u SAD, prilikom pokusnih bušenja za Moho-projekt. Kasnije ga je usavršila jedna petrolejska kompanija i s potpunim uspjehom iskušala ga na dubini od 1300 metara, uz valove 6 metara visoke.

Ploveće i polu-uronjene konstrukcije izložene su različitim utjecajima koji uzrokuju gibanja. Vertikalni pokreti uzrokuju vibracije, a valjanje ili posrtanje ima za posljedicu deformacije svrdla. Postrojenja polu-uro-

njenog tipa mogu se zaštititi od pretjeranog utjecaja valova na taj način da se smanji promjer stupova na vodenoj liniji i da se stupovi postave sa što većim međusobnim razmakom.

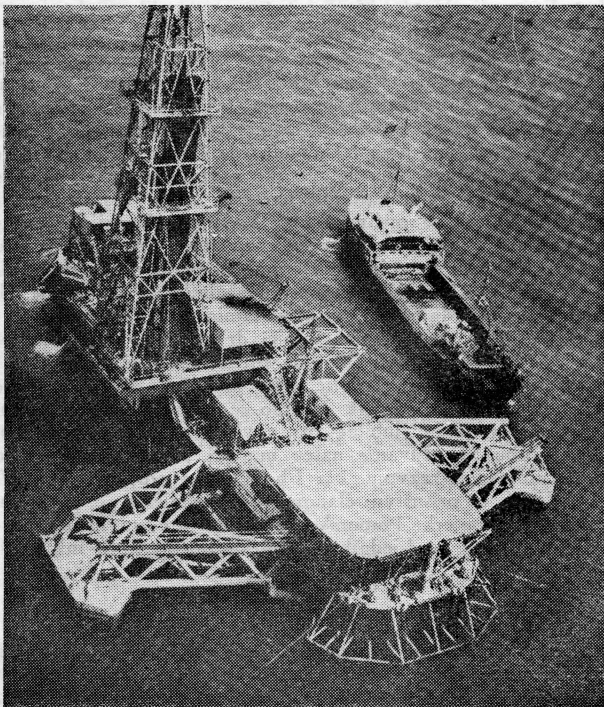
Ako platforma ispunja sve uvjete koje postavljaju propisi o sigurnosti bušenje se može odvijati pod vjetrom jačine do 7 Bofera i valovima visokim do 6,5 metara.

Poznavanje valovitosti mora u kojima će neka bušaća garnitura operirati nije važno samo zbog određivanja maritimnih svojstava plovila, nego ima još veći značaj za čvrstoću čitave konstrukcije. Glavna opterećenja na radnoj platformi rezultat su djelovanja valova na podvodni dio postrojenja, težine nadgrađa i pritiska vjetra na nadgrađe i bušaću opremu. Težina čitavog uređaja lako se određuje konvencionalnim metodama, ali opterećenja koja su posljedica djelovanja vjetra i valova zahtijevaju izvanredno složen sistem izračunavanja i statičkih proračuna. Pri tom treba uzimati u obzir ponašanje sidrenog sistema i uređaja za sidrenje.

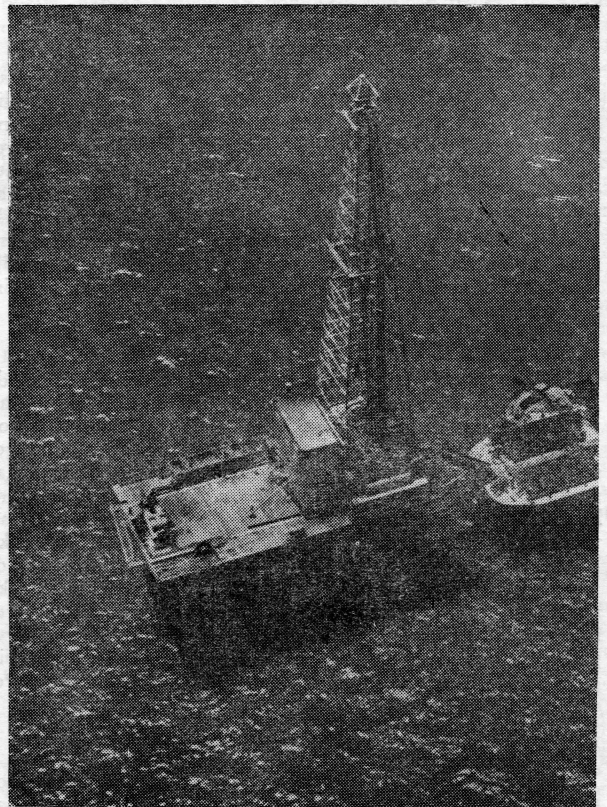
U proračune čvrstoće uvrštavaju se također i prosječne dužine i visine valova na morima u kojima će projektirana garnitura operirati. Za valove koje susrećemo na otvorenom moru postoji određen odnos između perioda i dužine vala: $\text{dužina} = \text{konstanta} \times (\text{period})^2$

Ali, odnos između dužine i visine vala nije moguće pronaći u neku pouzdanu vezu. Stoga se maksimalna vjerojatnost visine valova u određenom području procjenjuje na osnovu dugogodišnjih meteoroloških i oceanografskih promatranja.

Sile koje će djelovati na konstrukciju bušaće garniture izračunavaju se na osnovu najveće pretpostavljene visine vala. Ovaj račun uzima u obzir dimenzije konstrukcije, njen oblik, razne dužine valova i različite smjerove nailaženja, smjerove djelovanja pojedinih sila i opterećenja i reakcije sistema sidrenja. Ovome se dodaje i proračun snage i djelovanja vjetra kojem je izloženo nadgrađe. Posebna pažnja pridaje se silama torzije i vijanja, kao i odnosu između težine čitave konstrukcije i sila uzgona na podvodnom dijelu postrojenja. Kod projektiranja bušaćih oprema koje se upiru o morsko dno važno je poznavanje geološkog sastava i konfiguracije podmorskog terena, a odabiranju mjesta na koje će biti postavljena oprema za bušenje pridaje se velika važnost.



Američki brod za bušenje »Sidewinder«, snabdjeven bočnim plovcima radi povećanja stabilizacije



Tronožna platforma za bušenje s uređajem za dizanje, smještena je u Sjevernom moru, a njeno svrdlo prodire 6.000 m u Zemljinu koru

Iz svega iznesenog vidi se da je istraživanje i eksploatacija podmorskih nalazišta nafte veoma težak posao, skopčan s velikim tehničkim i financijskim problemima. U Evropi su ovakva istraživanja započeta tek prije pet do šest godina, a prva postrojenja namijenjena podmorskom bušenju bila su izgrađena u SAD. Tegljenje ovih glomaznih konstrukcija preko Atlantika predstavljalo je pravi pomorski pothvat. Iako Amerikanci i dalje imaju primat u izgradnji uređaja za bušenja ispod morskog dna, u Evropi su se pojavila poduzeća koja im sve oštrije konkuriraju. Otkalko je otkriveno da ispod Sjevernog mora leže goleme količine nafte i plina, zemlje smještene uz to more požurile su da nabave ili sagrade vlastitu opremu za podmorska istraživanja i da si na taj način osiguraju udio u eksploataciji golemog bogatstva prirodnih goriva.

Pretpostavlja se da i u Jadranskom moru, tačnije ispod njegova dna, postoje bogata ležišta nafte. Interesantno je da u našoj zemlji pripreme za provođenje istraživačkih radova i podmorskih bušenja napreduju veoma sporo. »INA« iz Zag-

reba, naš najveći proizvođač nafte i njenih derivata ovih dana je otvorila novo, potpuno automatizirano naftonosno polje u blizini Bjelovara. Očito je da postoji interes i ekonomsko opravdanje za otvaranje novih postrojenja za crpljenje sirove nafte, ali se radovi vrše na kopnu, dok podmorske rezerve stoje neiskorištene. Meteorološki i ostali uvjeti u Jadranskom moru nisu tako teški i ne bi bilo potrebno da se grade goleme i izvanredno skupe konstrukcije. Tehnička opremljenost naših brodogradilišta i industrije dovoljna je da bi im se bez ikakve bojazni mogla povjeriti izgradnje opreme za podmorska bušenja. Pa ipak, do sada se nigdje nije ozbiljno raspravljalo o mogućnostima vršenja pokusnih bušenja na dnu Jadrana. Sa žaljenjem možemo konstatirati da su naši susjedi Talijani prije nas shvatili važnost podmorskih izvora nafte, da su namakli financijska sredstva i otpočeli s pokusnim bušenjima. Nadajmo se da će i u našoj zemlji porasti interes za ovu problematiku i da ćemo uskoro moći vidjeti prve projekte i programe rada naših ekipa za podmorska bušenja.