

## 6.20. TRYB KONTROLI NAPRĘŻEŃ W OPERACJI UKŁADANIA PODWODNYCH KABLI I RUROCIĄGÓW

Podwodne światłowody, przewody komunikacyjne oraz kable energetyczne w sektorze offshore transportowane są drogą morską na wielkich bębnach (szpulach – *reels*), które następnie po przeładowaniu na jednostki specjalistyczne (*DP cable laying vessel*) są precyzyjnie rozwijane i opuszczane na dno akwenu.

Światłowody, przewody komunikacyjne oraz kable energetyczne mogą być opuszczane na dno morskie z części rufowej statku DP dynamicznie pozycjonowanego przemieszczającego się w trakcie tej operacji wolno naprzód, wzdłuż wyznaczonej trasy przejścia lub też mogą być opuszczane na dno akwenu z części burtowej statku przemieszczającego się wówczas bardzo wolno w kierunku poprzecznym do wzdłużnej osi symetrii wzdłuż wyznaczonej trajektorii ruchu statku nad dnem.

Operacje układania kabli podwodnych wymagają więc bardzo precyzyjnych pomiarów zarówno pozycji obserwowanej, jak i parametrów ruchu jednostki dynamicznie pozycjonowanej, przy jednoczesnym uwzględnieniu i ciągłej kontroli aktualnych wartości sił oporu generowanych przez siły naprężeń, wytwarzane na przewodach i kablach energetycznych opuszczanych na dno morskie. Zbyt duże naprężenia generowane na opuszczanym w kierunku dna przewodzie mogłyby bowiem spowodować jego uszkodzenie lub wręcz zerwanie przewodu, a to w efekcie mogłoby doprowadzić do przerwania prowadzonych operacji DP w celu dokonania niezbędnych napraw – zwykle bardzo kosztownych.

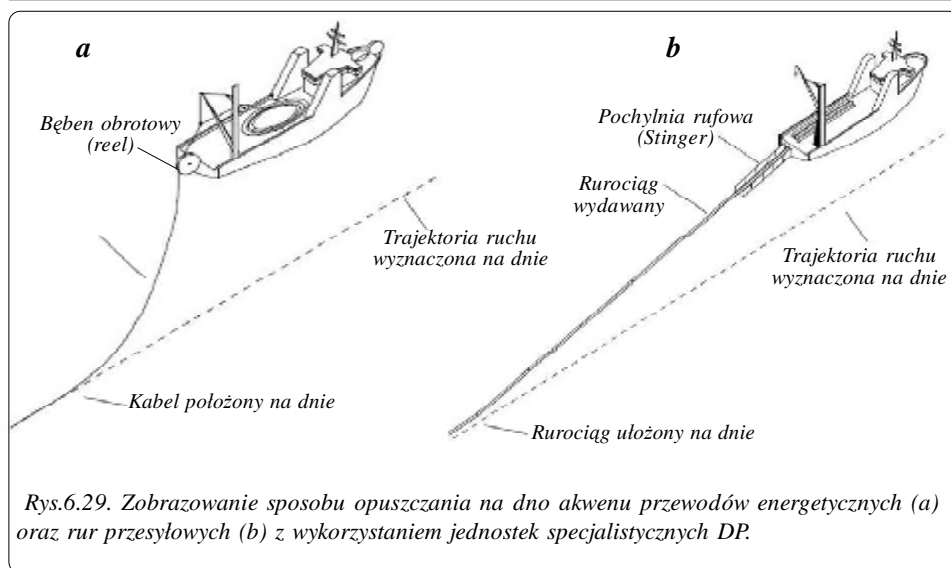
Dlatego też systemy DP przeznaczone dla jednostek specjalistycznych zajmujących się układaniem kabli podwodnych wyposażone są w tryb pracy DP umożliwiający pełną kontrolę naprężeń występujących pomiędzy przewodami umieszczonymi już na dnie akwenu, a tymi, które po umieszczeniu na rampie statku przygotowane są do opuszczenia ich na dno akwenu.

W tak opracowanych systemach DP dostępne są zwykle przynajmniej następujące funkcje działania systemu DP:

- funkcja pasywna, służąca do monitorowania naprężeń (*cable tension monitoring*) oraz
- funkcja aktywna w systemie DP służąca do kompensacji zmierzonych naprężeń (*cable tension compensation*) poprzez generowanie dodatkowych sił naporu na pędnikach statku DP dynamicznie pozycjonowanego. Funkcje te dostępne są w systemach DP zwykle po załączeniu trybu pracy odpowiedzialnego za przemieszczanie się jednostki DP wzdłuż wyznaczonej trajektorii ruchu nad dnem (*auto track mode*). W tak załączonym trybie pracy system DP kontroluje więc parametry ruchu statku zwiększając bezpieczeństwo prowadzonych operacji poprzez precyzyjny pomiar naprężeń rejestrowanych na suwnicy lub bębnie obrotowym oraz pomiar tendencji zmian pozycji obserwowanych i parametrów ruchu jednostki dynamicznie pozycjonowanej.

Analogicznie kolejną grupą jednostek specjalistycznych, które wyposażone są w tryby pracy systemu DP realizujące pomiar i kontrolę naprężeń na instalacjach offshore, są statki zajmujące się układaniem rurociągów na dnie morskim (*DP pipe laying vessel*).

## 6.20. TRYB KONTROLI NAPRĘŻEŃ PRZY UKŁADANIU KABLI I RUROCIĄGÓW



Rys.6.29. Zobrazowanie sposobu opuszczania na dno akwenu przewodów energetycznych (a) oraz rur przesyłowych (b) z wykorzystaniem jednostek specjalistycznych DP.

W przeciwieństwie jednak do kablownic, rury nie są składowane na obrotowych bębnach, lecz dostarczane drogą morską na jednostki specjalistyczne przystosowane do opuszczenia ich na dno akwenu w postaci sztywnych pojedynczych segmentów. Rury te muszą więc być najpierw przeladowane na jednostki specjalistyczne, połączone tam, pospawane, sprawdzone pod względem szczelności i ewentualnych uszkodzeń, odpowiednio zabezpieczone przed korozją i przygotowane do opuszczenia ich na dno akwenu.

Jak widać, cały ten proces jest więc dość skomplikowany, dlatego też w oprogramowaniu systemów DP przystosowanych do obsługi tego typu jednostek wymaga się stosowania nieco innych procedur wykonawczych.

Podczas wykonywania operacji spawalniczo-konserwacyjno-zabezpieczających jednostka DP nie może wykonywać żadnych nagłych ruchów (*vessel stationary*), dlatego też na konsolach DP w tym stadium pracy realizowany jest tryb DP utrzymywania zadanej pozycji. Po przygotowaniu i odpowiednim zabezpieczeniu nowego odcinka rury jednostka DP może przemieścić się naprzód o długość wyznaczonej sekcji, wypuszczając jednocześnie ze swojej rufowej pochylni (sownicy) odpowiedni odcinek rurociągu w kierunku dna.

Pochylnia rufowa, nazywana niekiedy „żądłem” (*stinger*) służy do wspomagania operacji zatapiania rur oraz pomiaru i kompensacji naprężeń generowanych na sekcjach rur opuszczanych w kierunku dna akwenu. Ma to szczególne znaczenie podczas przemieszczania się statku DP w kierunku naprzód wzdłuż wyznaczonej trajektorii ruchu nad dnem.

Podczas wykonywania tej operacji system DP kontroluje więc ruch statku (*vessels movements*) wykorzystując dodatkowo dostępne funkcje do rejestracji naprężeń (*pipe tension monitoring*) oraz ich kompensacji (*pipe tension compensation*). W przypadku wykrycia zbyt dużych naprężeń na zatapianej rurze jednostka DP zostanie automatycznie zatrzymana lub powróci do pozycji pierwotnej, przy której naprężenia te oscylowały na poziomie akceptowalnym do realizacji danego zadania.

## 6.21. TRYB KONTROLI NAPRĘŻEŃ STOSOWANY W OPERACJACH OKOPYWANIA KABLI I RUROCIĄGÓW

Operacje kopania dołów w dnie morskim, wkopywania, zasypywania i/lub okopywania kabli podwodnych, przewodów energetycznych oraz rurociągów przesyłowych stosuje się głównie w celu zabezpieczenia instalacji dennych przed ich ewentualnym uszkodzeniem.

Wykopy tworzone w dnie morskim mogą być wykonywane przy zastosowaniu samobieżnych podwodnych maszyn i/lub pojazdów kopiących (*self-driven trencher*) lub przy pomocy pługu dennego (*plough*) holowanego wówczas za rufą statku zwykle dynamicznie pozycjonowanego.

Wykonywanie powyższych operacji określanых ogólnie w języku angielskim jako *trenching*, może być kontrolowane z wykorzystaniem konsoli systemów DP.

Na konsolach systemu Kongsberg K-Pos sterowanie samobieżnym pojazdem podwodnymi odbywa się zwykle po załączeniu trybu pracy DP *follow target mode* przy aktywowaniu funkcji śledzenia echa. Kontrola zaś pługu dennego na tych konsolach DP realizowana może być po załączeniu trybu pracy DP *auto track mode* aktywującego funkcję przemieszczania się jednostki DP wzdłuż wyznaczonej trasy nad dnem akwenu.

Wykonywanie powyższych operacji z wykorzystaniem pługów dennych wymaga zwykle załączenia na konsolach DP dodatkowej funkcji pomiaru i kontroli sił oporu generowanych na pługu przez skały denne. Rejestrowane w ten sposób naprężenia (*plough tension monitoring*) po aktywowaniu w razie potrzeby dodatkowej funkcji DP kompensującej te naprężenia (*plough tension compensation*) umożliwiają zwiększenie wydajności pracy poprzez efektywną poprawę bezpieczeństwa prowadzonych w ten sposób operacji.

## 6.22. TRYB KONTROLI NAPRĘŻEŃ REALIZOWANY PRZY PROWADZENIU PRAC POGŁĘBIARSKICH

W niektórych przypadkach prowadzenie prac pogłębiarskich może być realizowane tylko przez wyspecjalizowane jednostki wyposażone w systemy dynamicznego pozycjonowania statku. Rozwiązanie to ma zastosowanie szczególnie w ujściach rzek, akwenach przybrzeżnych i portach, gdzie ze względu na istniejącą infrastrukturę nawodną i/lub podwodną zastosowanie systemu tradycyjnych kotw i odciągów do celów pozycjonowania jest nieekonomiczne lub niemożliwe do zastosowania.

W tym celu na rynku pracy pojawiła się seria specjalistycznych pogłębiarek wyposażonych we własne pędniki okrętowe i urządzenia sterowe wspomagane przez systemy DP do dynamicznego pozycjonowania.

Jednostki te, w celu realizacji postawionych im zadań bagrowniczych, wyposażone zostały w dwa niezależne systemy połączonych ze sobą rur ssąco-tłoczących, które po opuszczeniu na dno akwenu służą do wypłukiwania osadów dennych takich jak muł, il i piasek oraz transportowaniu ich systemem rur na pokład jednostki bazowej lub innej jednostki zdawczo odbiorczej (zwykle innej pomocniczej barki). Wypłukiwanie osadów dennych

## 6.22. TRYB KONTROLI NAPRĘŻEŃ PRZY PRACACH POGŁĘBIARSKICH

możliwe jest dzięki zastosowaniu bardzo wydajnych pomp wodnych podłączonych do ssaw dennych wykorzystujących tzw. efekt eżektora.

Funkcjonujące w ten sposób pogłębiarki DP muszą przemieszczać się po trasach równoległych, wzdłuż wyznaczonej trasy przejścia. Aby jednak mieć pewność, że cały akwen przewidziany do prac pogłębiarsko bagrowniczych został już należycie pogłębiony i oczyszczony z osadów dennych, wyznaczone kolejne trasy równoległe muszą częściowo na siebie zachodzić. Oczywiście istotą problemu jest to, aby zachodziły na siebie jedynie w stopniu minimalnym, gwarantującym wciąż bezpieczeństwo, aby przy minimalnych nakładach finansowych zachować maksymalną efektywność systemu.

Ponadto systemy DP stosowane na pogłębiarkach (np. *K-Pos DP dredging*) wyposażane są w szereg dodatkowych funkcji wykorzystywanych w pracach bagrowniczo-pogłębiarskich, a w szczególności aplikacje umożliwiające:

- pomiar oporów dna (*dredging forces*) realizowany poprzez kontrolę wartości sił i rejestrację naprężeń rejestrowanych na poszczególnych elementach instalacji pogłębiarsko-bagrowniczej,

