

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СТІНГЕРА ПІД ЧАС УКЛАДАННЯ МОРСЬКИХ ТРУБОПРОВОДІВ S-МЕТОДОМ

Ю. Г. Мельниченко, А.І. Станецький, В.Б. Ільчишин,
Л.Я. Побережний

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Abstract. The stress-strained state of the pipeline during its offshore s-laying has been analyzed. The FEM simulation of pipeline laying process has been conducted. The set of boundary conditions for FEM analysis is chosen. The influence of axial force on the stress-strained state of the pipeline is shown. The prospects of considering the dynamic influence of the movement of water masses on the stress-strain state of pipelines is proved.

Спорудження морських трубопроводів відбувається відомими технологіями із застосуванням сучасних трубоукладальних комплексів. Процес укладання супроводжується поступовим зануренням звареної нитки трубопроводу та укладанням трубопроводу на дно попередньо підготовленої траншеї на моря. При цьому магістральний трубопровід сприймає навантаження від власної ваги внаслідок значного перепаду висот між монтажним майданчиком судна-трубоукладача та дном траншеї. Напружено-деформований стан трубопроводу при цьому став предметом багатьох досліджень [1-3]. У наведених працях акцент робиться на напруженнях, які виникають у трубі за певних умов опускання труби.

Процес укладання регулюється цілим рядом робочих параметрів судна-трубоукладача, основними з яких є: - осьове зусилля натягу трубопроводу судном-трубоукладачем; - геометричним положенням катків-опор на стінгері судна-трубоукладача; - кутом нахилу стінгера.

Оптимальне співвідношення трьох наведених параметрів дозволяє мінімізувати максимальні згинні напруження в стіні. Тому метою проведеного дослідження є пошук оптимальних параметрів процесу укладання типового морського трубопроводу S-методом.

Для вирішення поставленого завдання створено тривимірну модель магістрального трубопроводу з зовнішнім діаметром 426 мм та товщиною стіни 16 мм довжиною 200 м в програмному середовищі AnsysStructural. Для аналізу тривимірну модель трубопроводу було апроксимовано гексаїдальною сіткою з кроком по довжині 4 м оскільки дрібніша апроксимація призводить до значного зростання часу розрахунку із забезпеченням результату із незначним покращенням точності.

Моделювання процесу укладання здійснювалось із накладанням наступних граничних умов (рисунок 1, а):

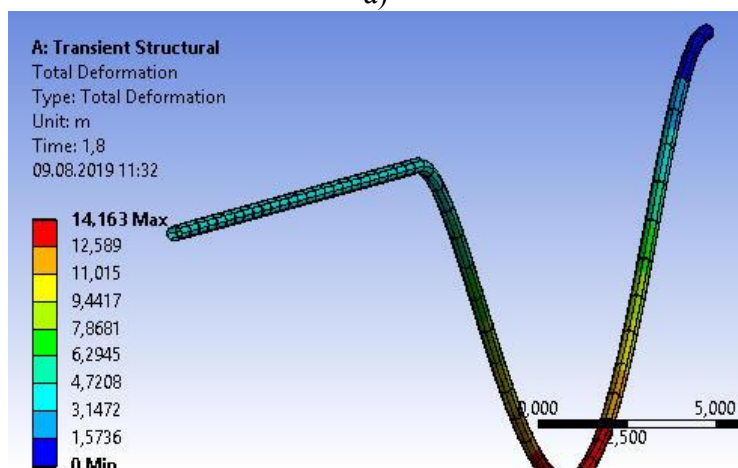
- кінець трубопроводу на судні-трубоукладачу є повністю защемлений;
- монтажний майданчик та стінгер змодельований так званим «віддаленим зміщенням» кожної з опорних поверхонь трубопроводу на ролики-опори монтажного майданчика та стінгера яке забезпечує фіксацію тільки вертикального переміщення трубопроводу;
- дно моря змодельовано «віддаленим зміщенням» опорної поверхні трубопроводу на дно моря яке забезпечує фіксацію вертикального переміщення трубопроводу та нахилу опорної поверхні до горизонту;
- до краю трубопроводу на дні траншеї прикладено осьове зусилля у горизонтальному напрямку.

Проведений аналіз показав, що максимальні згинні напруження спостерігаються за останньою опорною поверхнею стінгера і відповідають результатам, описаним в [1] (рисунок 1, б). Під час зміни осьового зусилля в трубопроводі спостерігається

зменшення згинних напружень в трубопроводі за рахунок зменшення радіусу пружнього згину після натягу трубопроводу.



а)



б)

Рисунок 1 – Моделювання процесу укладання трубопроводу методом кінцевих елементів: а) граничні умови; б) загальна деформація трубопроводу під час проміжного етапу процесу укладання

Висновки: таким чином цінність аналізу процесу укладання трубопроводу в програмному комплексі Ansys. Workbench полягає в можливості експортування результатів аналізу напружено-деформованого стану трубопроводу в симулятор гідродинаміки Ansys CFX для вивчення впливу динамічної складової руху водних мас на напружений стан трубопроводу під час його укладання на морське дно і відноситься до перспектив та кінцевої мети дослідження в цілому.

Література

1. Побережний Л.Я., Напружено-деформований стан трубопроводів під час їх укладання на дно моря s- та j-методами / Л.Я.Побережний, Т.Ю.Пиріг // Науковий вісник ІФНТУНГ. 2010. № 3(25) – 91-96 с.
2. Shunfeng Gong, Pu Xu, Sheng Bao, WenjunZhong, Ning He, Hui Yan, Numerical modelling on dynamic behaviour of deepwater S-lay pipeline, Ocean Engineering, Volume 88, 2014, Pages 393-408.
3. BoyunGuo, Shanhong Song, Ali Ghalambor, Tian Ran Lin, Chapter 12 - Installation Bending Stress Control, Editor(s): BoyunGuo, Shanhong Song, Ali Ghalambor, Tian Ran Lin, Offshore Pipelines (Second Edition), Gulf Professional Publishing, 2014, Pages 147-153.