

УДК 622.276

TRANSPORTATION OF OIL AND GAS FROM OFFSHORE FIELDS USING THE LATEST TECHNOLOGIES

ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ З МОРСЬКИХ РОДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

Oveckiy S.O. / Овецький С.О.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-3804-8638

Yakymchko Y.Y. / Якимечко Я.Я.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-4406-0094

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatska 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019

Анотація. Інноваційним рішенням є транспортування нафти у формі капсул. Капсули складаються з водонепроникної оболонки, виготовленої з в'язкої стабілізованої нафти, з легшими фракціями всередині. Після дегідратації, знесолення та стабілізації нафта досягає необхідної в'язкості і утворює оболонку капсули в спеціалізованому пристрої. Капсули можна транспортувати сухими вантажними суднами з меншим ризиком розливу. Переваги включають: відсутність необхідності в спеціальних танкерах; поліпшення екологічної безпеки; зменшення втрат легких фракцій; модульна та гнучка логістика.

Ключові слова: морські родовища, транспортування нафти; оболонка капсули; сухі вантажні судна; екологічна безпека; гнучка логістика

Absrtact. An innovative solution is transporting oil in capsule form. Capsules consist of a waterproof shell made from viscous, stabilized oil, with lighter fractions inside. After dehydration, desalting, and stabilization, the oil reaches the necessary viscosity and forms a capsule shell in a specialized unit. Capsules can be transported by dry cargo ships with reduced spill risk. Advantages include: no need for special tankers; improved environmental safety; reduced losses of volatile fractions; modular and flexible logistics.

Keywords: offshore petroleum fields, oil transportation; capsule shell; dry cargo ships; environmental safety; flexible logistics

Вступ.

Сучасний розвиток видобутку вуглеводнів на морських родовищах вимагає ефективних і безпечних методів їх транспортування до споживачів. Традиційні методи транспортування, такі як трубопроводи та морські судна, мають як переваги, так і значні технічні та екологічні обмеження. Це підвищило інтерес до альтернативних підходів, таких як транспортування газу у вигляді гідратів та нафти у вигляді капсул.

Одним з найпоширеніших методів транспортування природного газу з морських родовищ є підводні трубопроводи, які забезпечують безперервну

доставку до наземних об'єктів. Іншим варіантом є транспортування скрапленого природного газу (СПГ) за допомогою спеціальних танкерів після скраплення газу на платформі або плавучій установці.

Транспортування газу трубопроводами має свої недоліки: високі витрати на будівництво та обслуговування, складнощі з прокладанням на глибокій воді, необхідність компресорних станцій та ризик корозії. Ці технічні складнощі посилюються з глибиною родовищ. Транспортування СПГ пов'язане з високими енергетичними витратами (до 10 % енергії газу), втратами від випаровування та необхідністю дорогого кріогенного обладнання. Крім того, СПГ є вибухонебезпечним і вимагає суворих протоколів безпеки [1].

Альтернативою є транспортування газу у вигляді гідратів [2]. Газові гідрати — це кристалічні сполуки води та газу, що утворюються під тиском та за низьких температур. Їх можна зберігати при температурі від -10 до -20 °C у стандартних рефрижераторних контейнерах, що робить цей метод безпечнішим, економічнішим та зручнішим для інфраструктури.

Що стосується нафти, то основними методами транспортування залишаються трубопроводи та танкери. Трубопроводи забезпечують стабільне постачання, але їх установка та обслуговування є дорогими, особливо в морських умовах. Танкери є гнучкими, але становлять ризик для навколишнього середовища. У разі аварій розливи нафти завдають серйозної шкоди морським екосистемам. Вони також вимагають спеціальних терміналів та частого очищення резервуарів [3].

Транспортування нафти у формі капсул. Інноваційним рішенням є транспортування нафти у формі капсул. Капсули складаються з водонепроникної оболонки, виготовленої з в'язкої стабілізованої нафти, з легшими фракціями всередині. Після дегідратації, знесолення та стабілізації нафта досягає необхідної в'язкості і утворює оболонку капсули в спеціалізованому пристрої. Капсули можна транспортувати сухими вантажними суднами з меншим ризиком розливу. Переваги включають: відсутність необхідності в спеціальних танкерах; поліпшення екологічної

безпеки; зменшення втрат летких фракцій; модульна та гнучка логістика.

Основна технологічна схема підготовки нафти для транспортування з морських родовищ показана на рисунку 1.

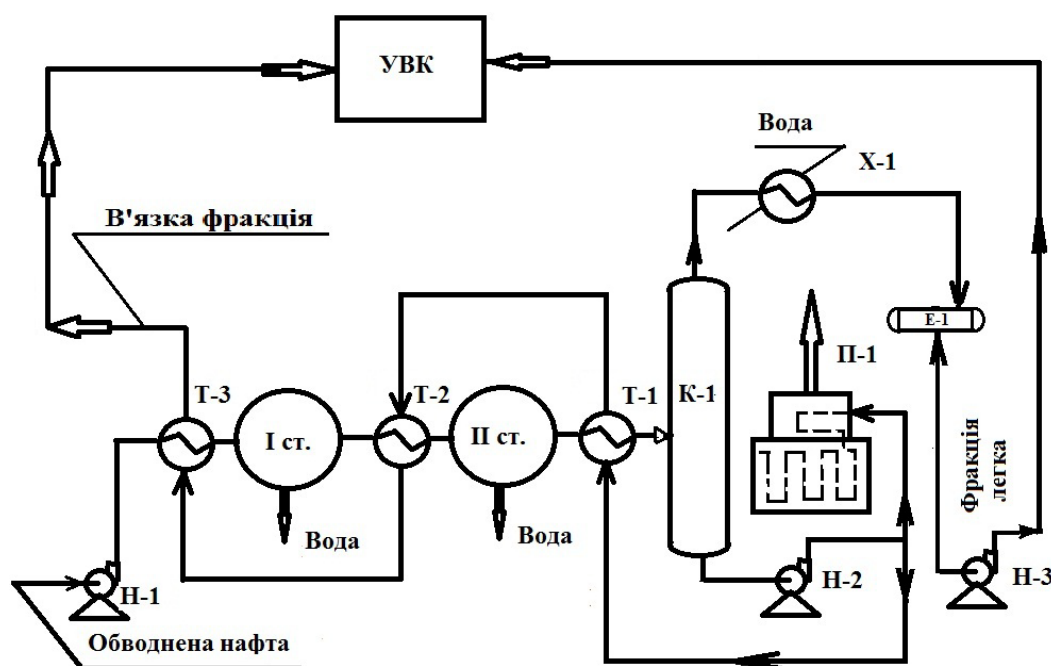


Рисунок 1 – Схема підготовки нафти у вигляді капсул до транспортування на морському промислі

Запропонований метод реалізується наступним чином. Водонасичена нафта з додаванням деемульгаторів подається насосом Н-1 через теплообмінник Т-3 на перший етап обробки. Тут, при температурі до 40 °С і тиску 0,3–0,6 МПа, відбувається часткова дегідратація та знесолення. Потім нафта нагрівається до 85 °С (при тому ж тиску) через теплообмінник Т-2 і направляється на другий етап для остаточної дегідратації та знесолення.

Після другого ступеня оброблена нафта проходить через теплообмінник Т-1 до стабілізаційної колони К-1, де тиск підтримується в межах 0,3–0,6 МПа. Температура внизу колони досягає 160–230 °С, а вгорі — 60–100 °С. У цій колоні нафта піддається стабілізації з відділенням широких фракцій легких вуглеводнів (WFLH), які видаляються з верхньої частини колони, конденсуються в охолоджувачі Н-1 і збираються в резервуарі Е-1. Звідти насос Н-3 перекачує їх до комерційного сховища.

Стабілізована нафта збирається в нижній частині колони К-1 і далі насосом Н-2 направляється двома потоками. Один потік подається в піч Р-1 для нагрівання, а потім повертається в нижню частину колони. Інший потік послідовно проходить через теплообмінники Т-1, Т-2 і Т-3, де він передає тепло вхідній водорозчинній олії, забезпечуючи необхідні температурні умови для першого і другого етапів. В'язкість олії контролюється до і після кожного теплообмінника для досягнення в'язкопластичного стану, необхідного для формування оболонки капсули.

Після виходу з відповідного теплообмінника (Т-1, Т-2 або Т-3) стабілізована олія направляється до установки з виробництва капсул (СМУ). У цій установці в'язка олія використовується для формування зовнішньої оболонки капсули, а легкі фракції олії служать рідким ядром.

Масло, оброблене шляхом дегідратації, знесолення та стабілізації таким чином, відповідає вимогам стандарту ГОСТ 9965, а склад конденсату WFLH відповідає ТУ-38-101524-83. Параметри процесу спеціально регулюються для забезпечення наявності легких фракцій масла в другому потоці. Зокрема, за необхідності можна обійти один ступінь теплообмінника (Т-1 або Т-3).

Висновок.

Застосування запропонованого методу дозволяє виробляти нафтові капсули, придатні для транспортування сухими вантажними суднами, що забезпечує значні економічні вигоди. Також досягається важлива екологічна перевага, оскільки розливи нафти в результаті аварій танкерів зазвичай забруднюють великі площі водойм. Використання капсул усуває цей ризик, оскільки оболонки капсул є водонепроникними.

Транспортування вуглеводнів у вигляді гідратів або капсул підвищує безпеку, зменшує споживання енергії та мінімізує екологічні ризики під час розробки морських родовищ.

Література:

1. Мілованов В. І. Вдосконалення вантажної системи судна-газовозу як

вагомий фактор підвищення ефективності транспортування СПГ морським шляхом / В. І. Мілованов, Є. В. Василенко, С. І. Макруха // *Сучасні проблеми холодильної техніки та технології* : зб. тез доп. XIII Всеукр. наук.-техн. конф., Одеса, 23–25 верес. 2021 р. / Одес. нац. технол. ун-т. Навч.-наук. ін-т холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартиновського; наук. ком.: Б. В. Єгоров (голова) та ін. Одеса, 2021. С. 181–182.

2. Oveckiy, Sergiy, and Vladyslav Savchuk. A Method Developed to Increase Technological and Ecological Efficiency of Gas Production From Hydrate Deposits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 3, no. 10, 2016, pp. 41-47, doi:[10.15587/1729-4061.2016.72545](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72545).

3. Mengjie Jin, Wenming Shi, Kum Fai Yuen, Yi Xiao, Kevin X. Li, Oil tanker risks on the marine environment: An empirical study and policy implications, *Marine Policy*, Volume 108, 2019, 103655, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103655>.