

УДК 622.279.8

*Нестеренко Т.М., к.т.н., ORCID: 0000-0002-2387-8575,  
Ларцева І.І., к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0003-0133-5956,  
Бугрова Т.М., к.т.н., ORCID: 0000-0002-0933-7369,*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЗБОРУ, ПІДГОТОВКИ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

***Анотація.** Виділено основні задачі, які можуть бути вирішені при моделюванні систем збору, підготовки та транспортування вуглеводнів. Запропоновано основні групи вихідних даних, які є необхідними умовами для створення якісних моделей облаштування родовищ вуглеводнів. Наведено результати моделювання системи збору та підготовки вуглеводневої продукції групи свердловин Куликівського нафтогазоконденсатного родовища.*

***Ключові слова:** моделювання, вихідні дані, збір та підготовка вуглеводнів, трубопровідний транспорт вуглеводнів.*

UDC 622.279.8

*Nesterenko T.M., PhD, 0000-0002-2387-8575,  
Lartseva I.I., PhD, associate professor, ORCID: 0000-0003-0133-5956,  
Buhrova T.M., PhD, ORCID: 0000-0002-0933-7369,  
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## MODELING OF HYDROCARBON COLLECTION, PREPARATION AND TRANSPORTATION SYSTEMS

***Abstract.** The main tasks, that can be solved when modeling systems for the collection, preparation and transportation of hydrocarbons are highlighted. The main groups of initial data, which are necessary conditions for the creation of high-quality models for the development of hydrocarbon fields are proposed. The results of modeling a system for gathering and preparing hydrocarbon products of a group wells in the Kulikhovsky oil, gas and condensate field are presented.*

***Keywords:** modeling, initial data, collection and preparation of hydrocarbons, pipeline transport of hydrocarbons.*

**Вступ.** При формуванні технологічної схеми промислової підготовки вуглеводнів і виборі обладнання, необхідно враховувати склад і властивості пластової суміші, запас розроблюваних родовищ. Крім цього, в процесі експлуатації, в зв'язку з виснаженням родовища змінюються властивості видобутої пластової суміші. З цієї причини постійне коректування технологічних режимів діючих установок вкрай необхідне для досягнення максимального економічного ефекту. Оптимальні значення технологічних параметрів найчастіше визначаються виходячи з індивідуального досвіду фахівця, керуючого процесом.

Для вирішення подібних проблем, як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації діючих систем збору та підготовки найбільш ефективний метод – моделювання. Існують моделюючі системи, прикладами яких можуть служити пакети PipeSim, Symmetry, OLGA, Aspen HYSYS, GAP і т.д. [1-3].

**Метою дослідження** є окреслити основні групи вихідних даних, які використовуються при моделюванні та оптимізації систем збору та підготовки вуглеводнів.

**Методика досліджень.** Програмне забезпечення для моделювання дозволяє проводити моделювання течії флюїдів від вибоїв свердловин через поверхневі системи збору та транспорту до УКПГ, УППГ, ДКС, ДНС або УППН, а при необхідності і далі до точок здачі продукції в магістральні нафтогазопроводи або до резервуарних парків.

Програмне забезпечення для моделювання систем збору, підготовки та транспортування вуглеводнів застосовується для вирішення таких завдань: оптимізація конструкції свердловин; оптимізація конфігурації системи збору і транспорту; оцінка потенціалу свердловин, родовищ або окремих груп свердловин з урахуванням наземної інфраструктури; оптимізація режимів роботи свердловинного і поверхневого обладнання; прогнозування балансів промислової

підготовки вуглеводнів; визначення параметрів пластової суміші на вході в УКПГ, УППН; розрахунок режимів газозбірної мережі і обладнання УКПГ; проектування облаштування родовищ. Задачі пов'язані з оптимізацією – це складні наукові задачі, які дуже важко, а інколи, і не можливо вирішити без застосування певного програмного забезпечення.

Основні групи вихідних даних розглянемо на прикладі моделювання збору та підготовки свердловинної продукції від свердловин №100, №101, №105 Кулихівського нафтогазоконденсатного родовища (НГКР) з використанням програмного забезпечення PIPESIM (Schlumberger) [4].

До основних вихідних даних для моделювання можливо віднести такі параметри. Перша група – це параметри компонентів моделі (рис. 1).

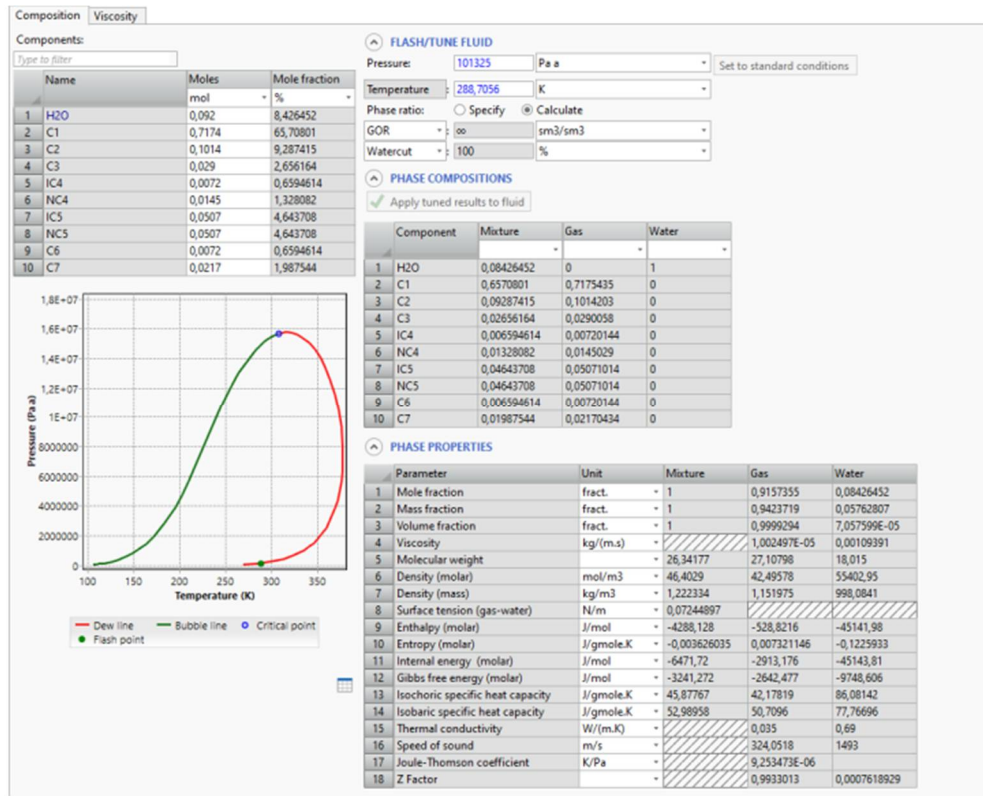


Рис.1 Компонентний склад вуглеводнів

До першої групи відносять параметри насосів; компресорів; запірно-регулюючої арматури; конструктивних елементів свердловин; сепараторів; розділювачів; дегазаторів; охолоджувачів; підігрівачів; інжекційних клапанів (точок подачі інгібіторів); адсорберів тощо. До наступної групи параметрів відносять компонентний склад вуглеводнів (флюїдів), вміст води в газі, параметри моделей емульсій, асфальтосмолопарафінових відкладень, характеристики інгібіторів (корозії та гідратуутворення) та PVT властивості, які завантажуються у вигляді окремого файлу.

Третя група вихідних даних – це геометрія і параметри свердловин (рис.2): траєкторія, інтервали перфорації свердловин у вимірних або абсолютних глибинах, внутрішній діаметр і шорсткість НКТ, внутрішній діаметр, шорсткість і еквівалентна довжина фонтанної арматури, розташування компонентів моделі (насоси, сепаратори і т.д), розташування датчиків, температура порід-колекторів, ефективна теплопровідність (між НКТ і оточуючими породами).

До наступної групи параметрів можливо віднести геометрію та параметри трубопроводів та шлейфів: довжина і профіль; внутрішній діаметр і шорсткість; товщина стінки трубопроводу; товщина і теплопровідність теплоізоляції трубопроводу; розташування «точкових» компонентів моделі; розташування датчиків; температура зовнішнього середовища; ефективна теплопровідність (між трубопроводом і зовнішнім середовищем); схема з'єднання трубопроводів і розміщення свердловин (рис.3).

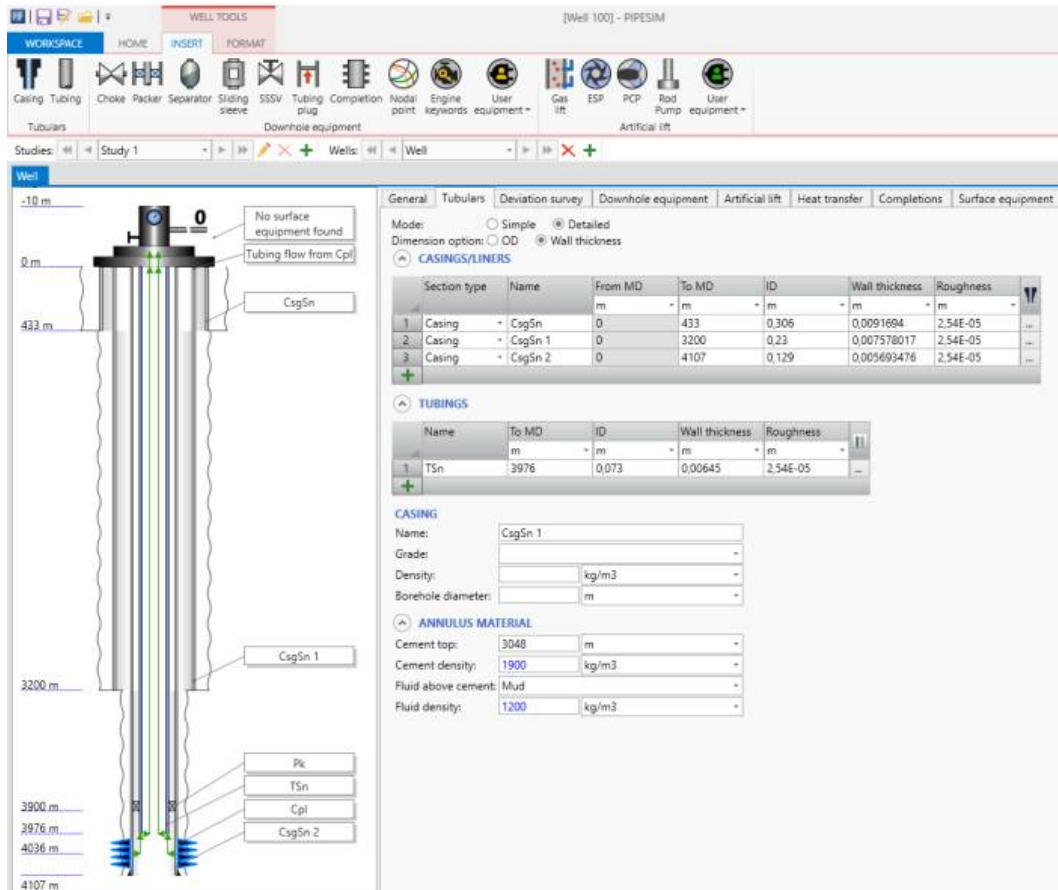


Рис. 2 Конструкція свердловини № 100 Кулихівського нафтогазоконденсатного родовища

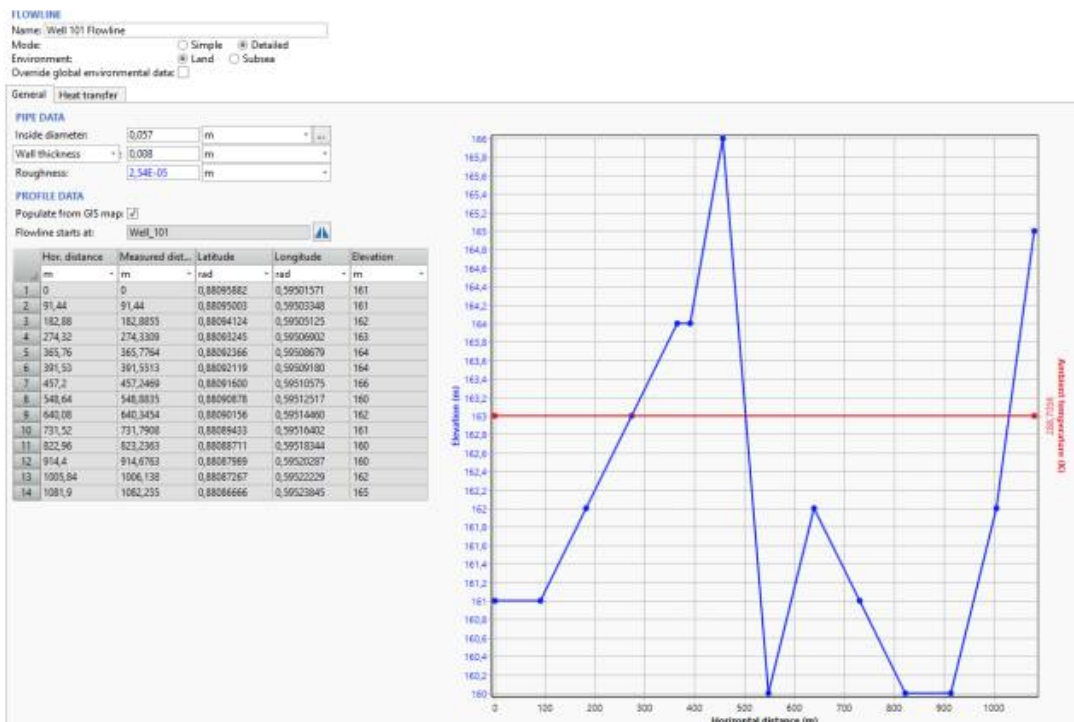


Рис. 3 Профіль шлейфу свердловини № 101

П'ята група вихідних даних являє собою дані для калібрування моделі: зміни в конструкції свердловин і системі трубопроводів (зміна колони НКТ, заміна насоса на більш

потужний, переукладання трубопроводів і т. д.); зміни в робочих параметрах обладнання (зміна потужності насоса, прохідного діаметру штуцера і т.п.); зміни значення тисків, температур і дебітів.

В результаті отримано графіки розподілу тисків, температур, відношення швидкостей ерозійного зносу (рис.4,5).



**Рис. 4** Розрахункова схема системи збору і підготовки вуглеводнів (GIS map в PIPESIM 2019)



**Рис. 5** Розподіл тиску в міжпромислових трубопроводах свердловин №100, №101, №105

Дані для прогнозних розрахунків: фіксоване або мінімальне значення тиску в кінцевій точці системи збору; цільове (планове) або максимальне значення видобутку нафти або газу

або профіль видобутку нафти або газу по роках, включаючи максимальне значення; плановані (можливі) зміни системи трубопроводів; наявні додаткові обмеження (на видобуток води, швидкість потоку, видобуток газу або конденсату, споживання електроенергії та т. д.); прогнозні склади флюїду; тиск на виході УКПГ (або ДКС); технологічні обмеження по тиску, температурі і продуктивності обладнання УКПГ; технологічні обмеження обладнання; діапазон зміни діаметрів прохідного перетину гирлових штуцерів і кранів-регуляторів на газозбиральних шлейфах на вході в УКПГ; граничні умови на свердловинах.

#### *Література*

1. Mokhatab S. *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Principles and Practices / Saeid Mokhatab, William A. Poe, John Y. Mak. – Gulf Professional Publishing, United States, 2019. – 826 p. ISBN: 978-0-12-815817-3.*

2. Білецький В., Сергєєв П., Фик М., Козирець С. *Моделювання в нафтогазовій промисловості. GEOTECHNOLOGIES, 2018. – Volume 1, pp. 86-98.*

3. Filipchuk, O., Marushchenko, V., Bratakh, M., Savchuk, M., & Tarwat, S. *Efficiency evaluation of implementation of optimization methods of operation modes of the «plast - gas pipeline» system by the methods of mathematical modeling. EUREKA: Physics and Engineering, 2018. – No.5, P.11-26. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00717>*

4. *Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України» (електронний режим доступу) <https://geoinf.kiev.ua/>.*