

# Моделирование нестационарного течения азота по трубе колтюбинга

ВОДОРЕЗОВ ДМИТРИЙ ДМИТРИЕВИЧ

*Тюменский государственный нефтегазовый университет (Тюмень), Россия*  
e-mail: vodorezov@gmail.com

Работа посвящена моделированию неустановившегося неизотермического одномерного потока азота по трубе колтюбинга методом характеристик. Система уравнений состояния, преобразованная к виду уравнений характеристик, решается явным методом конечных разностей. Расчеты производятся по сетке с определенным временным шагом (method of specific time).

В работе рассмотрены граничные условия для рассматриваемой задачи, включающие в себя работу азотного компрессора, нагнетающего газ в трубу колтюбинга с одной стороны, и работу забойных обратных клапанов с другой. На основе анализа работы азотного компрессора показано, что справедливо принять температуру азота в начальном узле модели постоянной при неизменном массовом расходе. Граничные условия на конце трубы различны в зависимости от скважинных условий, рассмотрены возможные варианты.

Также в работе предложена модифицированная расчетная сетка, позволяющая производить расчет в условиях высокой нестационарности потока при минимальных затратах вычислительных ресурсов. Предлагаемая расчетная сетка имеет постоянный шаг по пространственной координате и переменный шаг по временной координате.

Произведена оценка числовой стабильности модели и сходимости со стационарным решением.

## Список литературы

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика – М.: Наука, 1-2 том, 1991.
2. H. Mahgerefteh et al. A study of the dynamic response of emergency shutdown valves following full bore rupture of gas pipelines/ Trans IChemE, Vol 75, Part B, November 1997.
3. G.S. Denton CFD Simulation of Highly Transient Flows / A thesis submitted to University College London for the degree of Doctor of Philosophy/London, 2006.
4. E. Nourollahi Simulation of Gas Pipelines Leakage Using Modified Characteristics Method/ Transactions of the ASME/ Vol. 134, JUNE 2012.