

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ ЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ ДЛЯ СЛУЧАЕВ ТЕХНОГЕННЫХ РАЗЛИВОВ

С.Р. Кильдибаева, И.К. Гималтдинова, Г.Р. Кильдибаева

*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет  
453100, г. Стерлитамак, Россия*

Исследование течения многофазных затопленных струй становится особенно актуальным в связи с увеличением вероятности разливов нефтепродуктов при их глубоководной разработке. Зачастую такие разливы носят техногенный характер: повреждение скважин, нефтепроводов и буровых установок. Причиной разлива может стать коррозия трубопровода, механическое повреждение нефтедобывающей конструкции, пожар и т.д. Разливы нефти в Мексиканском заливе на платформах Deepwater Horizon, Ixtoc-1, а также в заливе Аляска Exxon Valdez – являются яркими примерами, свидетельствующими о необходимости заблаговременного изучения методов устранения утечек [1, 2]. За последнее десятилетие в результате аварий по всему миру в Мировой океан попало более 1 миллиарда галлонов нефти, что свидетельствует о серьезном масштабе проблемы [3].

В связи с этим существует необходимость исследования особенностей распространения нефтепродуктов, которые попадают в океан в результате аварийных разливов. Прогноз миграции нефтепродуктов позволит сократить время ликвидации утечки. Для этого важно изучение особенностей распространения нефти и сопутствующего газа, их взаимодействия с окружающей водой; а также исследование влияния подводных течений на распространение нефти в окружающей среде.

Для прогнозирования распространения многофазной затопленной струи был рассмотрен интегральный Лагранжевый метод контрольного объема [4, 5]. Согласно этому методу струя рассматривается в виде последовательности контрольных объемов, каждый из которых характеризуется температурой, скоростью, плотностью и объемным содержанием компонентов, входящих в контрольный объем. В результате численных расчетов были получены зависимости теплофизических параметров затопленной струи (температуры, скорости, плотности) от вертикальной координаты, а также траектория струи. Также было проанализировано действие трехмерного течения окружающей воды на динамику затопленной струи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Богоявленский В.И., Баринов П.С., Богоявленский И.В.** Катастрофа в мексиканском заливе на месторождении Ixtoc комплекса Cantarell // Бурение и нефть. – 2018. – № 1. – С. 3-13.
2. **Гималтдинов И.К., Кильдибаева С.Р.** Модель затопленной струи с учетом двух предельных схем гидратообразования // Теплофизика и аэромеханика. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 79-88.
3. **Abdul-Hamid.** The OPEC annual statistical bulletin. Vienna: OPEC, 2013.
4. **Zheng L., Yapa P. D., Chen F.** A model for simulating deepwater oil and gas blowouts – part I: theory and model formulation // Journal of hydraulic research. 2002. Vol. 41, No. 4. P. 339-351.
5. **Кильдибаева С.Р., Гималтдинов И.К.** Математическая модель затопленной струи с учетом влияния 3д течения окружающей воды // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2019. Т. 12. № 1. С. 137-143.