



Проект 18-31-20037

Разработка реологических моделей поведения высоковязких тяжелых нефтей, подвергнутых ультразвуковому воздействию, и численное моделирование на их основе

Данные о проекте

Руководитель коллектива Кадыйров А.И.

Код и название конкурса мол_a_вед Конкурс научных проектов, выполняемых ведущими молодежными коллективами

Область знаний 01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Ключевые слова реологическая модель, высоковязкая нефть, ультразвуковое воздействие, эксперимент, релаксация, тиксотропия, неизотермическое течение, численный метод

Аннотация

Около 70% мировых запасов нефти (9-13 трлн. баррелей) представляют собой тяжелые и сверхтяжелые вязкие углеводороды. Известно, что нефти проявляют целый ряд специфических реологических свойств, как нелинейно-вязких, так и вязкоупругих: время релаксации напряжений, нелинейный характер зависимости вязкости от скорости сдвига, наличие нормальных напряжений, температура застывания. Высокая вязкость тяжелых нефтей приводит к увеличению энергетических затрат при транспортировке в трубопроводных системах. Одним из перспективных способов снижения вязкости таких нефтей является волновое воздействие, направленное на изменение физических и химических свойств нефти. В результате ультразвуковой обработки нефти происходит разрыв межмолекулярных связей, вследствие возникновения кавитационных процессов, и, соответственно, снижение вязкости. В настоящее время отсутствуют модели, описывающие адекватное реологическое поведение высоковязких тяжелых нефтей, включающих функциональную зависимость определяющих параметров от характеристик волнового воздействия (частоты, интенсивности, продолжительности). Представленные в литературе модели в большинстве случаев выведены эмпирическим путем.

Разрабатываемые в настоящем проекте реологические модели будут строиться на основе базовых реологических уравнений состояния – для обобщенно-ньютоновских жидкостей (модели Кутателадзе-Хабахпапевой и Гершеля-

Балкли) и для моделей, основанных на теории сеточного строения жидкости (модели Гиезекуса и Фан-Тьен-Таннера). На основе комплекса экспериментальных исследований по определению реологических, физико-химических свойств различных высоковязких тяжелых нефтей будут построены функциональные зависимости определяющих параметров реологической модели от характеристик ультразвукового воздействия (частота, интенсивность, продолжительность). Для проведения комплекса экспериментальных исследований будет разработана методика, объединяющая существующие современные методики с использованием высокоточных методов измерений. В ходе реализации проекта будут дана оценка применимости разработанных реологических моделей для реологического описания сырой нефти с произвольным физико-химическим составом. Будет изучено влияния характеристик ультразвукового воздействия на предел текучести, энергию активацию вязкого течения, время релаксации, температуру застывания нефтей. Численное моделирование будет включать разработку математической модели неизотермического течения обработанной ультразвуком нефти в канале нефтепровода круглого поперечного сечения. Модель будет учитывать теплообмен с окружающей средой, реологическое поведение озвученной нефти, распределение скорости и температуры в сечении трубы. Будет разработан численный метод поставленной задачи. В ходе выполнения комплекса численных исследований будет определено влияние интенсивности, частоты и продолжительности ультразвукового воздействия на перепад давления и распределения температуры, скорости и вязкости сырой нефти. Планируемые новые научные результаты внесут весомый вклад в развитие реологии высоковязких жидкостей.

Количество членов научного коллектива

7

Сроки реализации проекта

2