

Учёные разработали «грелку» для оптимизации нефтедобычи в Арктике

Красноярские исследователи смоделировали работу устройства, которое можно опускать в нефтяную скважину и использовать для разогревания труб при извлечении нефти.



Учёные СФУ разработали устройство теплового управления нефтяными скважинами, предназначенное для уменьшения асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). Такие отложения оседают на трубах, уменьшая их внутренний диаметр и пропускную способность, усложняя добычу нефти и эксплуатацию нефтедобывающего оборудования — в крайних случаях подъёмные трубы могут полностью забиваться. Красноярские исследователи смоделировали работу устройства, которое можно опускать в нефтяную скважину и использовать для разогревания труб при извлечении нефти. Конструктивные особенности устройства позволят вести нефтедобычу в экстремальных условиях Арктики, а поддержание высокой температуры внутренней поверхности трубы помешает застыванию асфальтосмолопарафиновых отложений.

Основными компонентами АСПО являются парафинонафтеновые или парафино-нафтенно-ароматические углеводороды. Они зачастую инициируют парафинизацию, образуя крупные скопления, которые выпадают на поверхности труб. В условиях нефтедобычи на месторождениях Западной Сибири отложения асфальтосмолопарафина образуются, когда нефть имеет плотность порядка $790\text{--}860\text{ кг/м}^3$ и содержит 1,5–8% парафина. Страдают скважины, дебит (объём продукции, добываемой за единицу времени) которых равен не более $50\text{ м}^3/\text{сут}$.

По словам учёных, наиболее распространённые методы, применяемые для предотвращения образования АСПО, это механическая или химическая очистка, очищение труб при помощи пара или использование труб со стеклянным, эмалевым или красочным покрытием. Более высокотехнологичными считаются методы электрического нагревания скважины изнутри при помощи индукционного нагревателя или нагревательного кабеля, а также использование особых магнитных систем (Energomag, Enerket, Marm-7 и т.д.). При этом затвердевание нежелательных отложений в трубах зависит от химического состава и физических свойств нефти и начинается, как правило, на глубине 500-900 м.

«Предложенное нами устройство имеет ряд конструктивных особенностей — например, нагревательные элементы монтируются на насосно-компрессорную трубу (НКТ). Также для уменьшения теплового потока скважины в устройство добавлена наружная труба с теплоизоляционными скорлупами», — рассказала автор исследования, доцент кафедры технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса СФУ, старший научный сотрудник лаборатории физико-химических технологий разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов **Прасковья Павлова**.



Исследователи также сообщили о результатах численного моделирования с помощью программного обеспечения ANSYS Fluent 2021. В качестве геометрической модели был выбран участок стальной

трубы длиной 1 м, диаметром 73 мм и толщиной 5,5 мм — именно такие трубы используются в отечественной нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Для численного расчета учёные изменяли количество нагревательных элементов длиной 5 см (вначале использовали один, затем два); использовали плотность теплового потока 2 Вт/см², 5 Вт/см² и 8 Вт/см²; расход жидкости от 5 до 1000 м³/сут.; расстояние между нагревательными элементами варьировали от 10 до 50 см.

В результате исследователи убедились, что за счёт изменения температуры на внутренних стенках насосно-компрессорной трубы скважинного устройства можно значительно уменьшить количество асфальтосмолопарафиновых отложений. Для разработки скважинного устройства рекомендуется уменьшить плотность теплового потока, идущего от нагревательного элемента, а сами элементы следует расположить на расстоянии, где температура на внутренней стенке трубы между нагревательными элементами выше температуры кристаллизации АСПО.

По словам Прасковьи Павловой, в дальнейшем будет решаться задача изменения температуры вдоль стенки насосно-компрессорной трубы при увеличении количества нагревательных элементов в зависимости от технологических процессов и параметров нефтяной скважины.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (номер FSRZ-2020-0012)

[Пресс-служба СФУ](#), 7 ноября 2022 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/26968>