

Оценка средней эффективности ингибиторов парафиноотложений в 50% является достаточной для того, чтобы реагент был рекомендован для использования на нефтепромысле, в данном случае выявленная эффективность подобранного для скважины ингибитора СОНПАР-5403Б составляет 69,1 %, что является достаточно высокой. Так же рекомендуется проведение опытно-промышленных испытаний с начальной дозировкой 300 г/т и оптимизация дозировок в ходе опытно-промышленных испытаний.

Литература

1. Ибрагимов Н.Г., Артемьев В.Н. и др. Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа: Учебное пособие. Под редакцией доктора технических наук профессора Ю.Н. Захарова. – М.: Изд-во МГОУ, 2005. – 243с.
2. Мищенко И.Т. Расчеты при добыче нефти и газа. – М.: Изд-во «НЕФТЬ и ГАЗ», 2008. – 296 с.

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРОТЕПЛОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Белоусов И.И.

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время проблема освоения трудно извлекаемых запасов становится все более актуальной: с открытием новых месторождений и прогнозированием остаточной добычи традиционной нефти увеличивается доля «тяжелых» нефтей в общей структуре сырьевой базы, что диктует необходимость применения усовершенствованных технологий для извлечения тяжелой, битуминозной нефти [1]. Богатая нефтяная провинция России не исключение: еще с конца XX века были получены притоки «нетрадиционной» нефти. На сегодняшний день открыто множество месторождений, которые по генезису происхождения отнесены к трудно извлекаемым запасам (ТРИЗ). Один из основополагающих факторов отнесения нефти к категории ТРИЗ – наличие залежей высоковязкой нефти.

Вязкость – важнейшее технологическое свойство, определяющее подвижность нефти в пластовых условиях, оказывающее основополагающее влияние на методы извлечения «черного золота» [2]. Вопрос о добыче флюида повышенной вязкости на сегодняшний день остаётся открытым: не определены эффективные способы и технологии добычи такой нефти, не внедрены чёткие производственные решения, позволяющие беспрепятственно добывать битуминозную нефть. Аналитический обзор современной научно-технической литературы и анализ существующих методов добычи высоковязкой нефти позволили сделать вывод об актуальности рассматриваемой проблемы.

Цель данной работы: разработать оборудование, которое позволит эффективно, экологически безопасно и экономически выгодно добывать высоковязкую нефть и рассмотреть способы внедрения этого оборудования на производстве.

Автором статьи отобраны пробы нефти одного из месторождений России и проведены лабораторные испытания, в ходе которых выявлено среднее значение динамической вязкости нефти 202,1 мПа·с. Добывать подобную нефть с сохранением рентабельности разработки стандартными способами не представляется возможным, поэтому автор статьи разработал и испытал установку забойного парогенератора (далее УЗПГ, рис. 1а). Принцип работы УЗПГ основан на нагреве воды с дальнейшим испарением благодаря установленным внутри нагревательным элементам-тэнам. Пар и вода поступают от секции к секции под давлением (рис. 1б), процесс циклически повторяется. Количество секций установки зависит от требуемого количества пара, необходимого для прогрева мощности пласта.



а) б)

Рис. 1. Установка забойного парогенератора

На рисунке 1а – изображена ступень установки забойного парогенератора, 1б – схема движения пара и воды в секциях парогенератора.

Подача воды на УЗПГ происходит насосным агрегатом, который осуществляет закачку рабочего агента с установки подготовки и сброса воды. Идентичным образом можно реализовать нагнетание рабочего агента с водозаборной скважины при внутри кустовой закачке. Применение УЗПГ возможно совместно с УЭЦН высокотемпературного исполнения или компрессорным газлифтом [3]. Имеется возможность использовать установку в ППД скважине для нагрева нагнетаемой воды в пласт. Ключевое преимущество – это возможность генерации пара непосредственно на забое скважины. Данное устройство можно использовать при парогравитационной разработке пластов с высоковязкой нефтью.

Достоинства установки забойного парогенератора:

- возможность добывать высоковязкую нефть насосами с большой производительности (УЭЦН);
- увеличивается коэффициент извлечения нефти (КИН) за счет увеличения коэффициентов охвата ($K_{охв}$) и вытеснения ($K_{выт}$);
- отсутствует дорогостоящее наземное оборудования в сравнении с зарубежными тепловыми методами;
- нет потерь теплоты по стволу скважины, поскольку генерация пара происходит непосредственно на забое скважины;
- генерация пара происходит ниже зоны залегания многолетнемерзлых пород, что исключает растепление пород и смятие обсадной колонны под действием горного давления;
- простота в обслуживании оборудования.

В лабораторных условиях проведены исследования зависимости вязкости нефти при разных температурах (рис. 2).

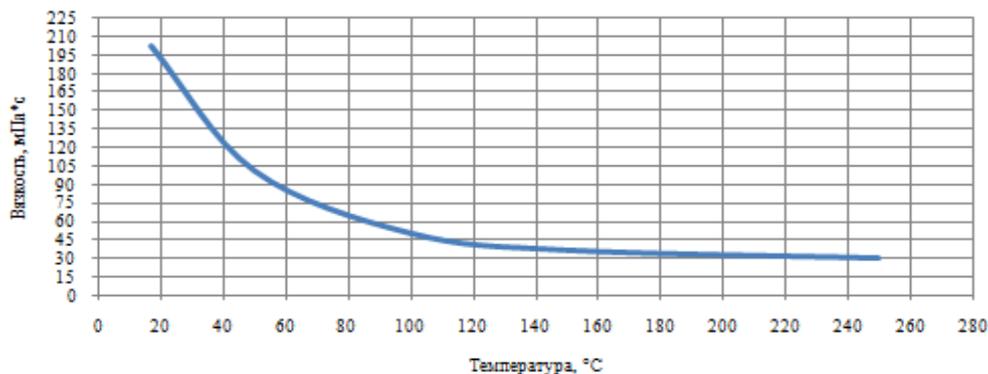


Рис. 2. Изменение вязкости нефти при изменении температуры

Лабораторным путем доказано, что при нагревании нефти до температуры 120 °C её вязкость уменьшилась с 202 мПа·с до 30,3 мПа·с. Имея данную зависимость, мы определили ожидаемый дебит в горизонтальной скважине (по формуле 1 – Ю.П. Борисова).

$$Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot h}{\mu \cdot B} \cdot \frac{\Delta P}{\left(\ln\left(\frac{4R_k}{L}\right) + \frac{h}{L} \cdot \ln\left(\frac{h}{2\pi \cdot r_c}\right) \right)}, \quad (1)$$

где Q – дебит нефти горизонтальной скважины, м³/сут; k – проницаемость пласта, м²; h – эффективная нефтенасыщенная толщина пласта, м; μ – вязкость нефти в пластовых условиях, Па·с; B – объемный коэффициент нефти, д.ед.; ΔP – депрессия на пласт, Па; R_k – радиус контура питания скважины, м; L – длина горизонтальной части ствола скважины, м; r_c – радиус скважины, м.

После проведения пароциклической обработки скважины её производительность увеличилась в 8,4 раза, что свидетельствует о технологической эффективности внедряемого оборудования.

С целью оценки перспектив предлагаемой технологии произведено технико-экономическое обоснование. Положительный денежный поток будет наблюдаться с увеличением выручки от реализации добытой нефти, что подтверждает эффективность разработки.

Литература

1. Владимиров И. В., Альмухаметова Э. М. Нестационарное тепловое воздействие при разработке залежей высоковязкой нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2016. – №. 4. – С. 23-27.
2. Воробьев, К.А. Применение метода парагравитационного дренажа на трудноизвлекаемых месторождениях нефти / К.А. Воробьев, М.Е. Пяткова // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2021. – Т. 1. – С. 156 – 159.
3. Жоламанов А. Н., Гусманова А. Г. Результаты работ по чередующейся закачке пара и воды на Западном участке месторождения Каражанбас // Интернаука. – 2019. – №. 14-1. – С. 68-70.