

ДОБЫЧА И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ РОССИИ

А.В. Максютин, ассистент

кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений

Санкт-Петербургский государственный горный институт

им. Г.В. Плеханова (технический университет),

тел.: (812)328-84-20; e-mail: maksyutin_av@mail.ru

Р.Р. Хусанов, студент V курса

Санкт-Петербургский государственный горный институт

им. Г.В. Плеханова (технический университет),

тел.: (812)328-84-20; e-mail: khusainov_r_r@mail.ru

Рецензент: Мурзагалиев Д.М.

Приведены методика и результаты экспериментальных исследований влияния технологии плазменно-импульсного воздействия на подвижность высоковязкой нефти.

The technique of experimental researches and results of studying the influence of the plasma-pulse action based on the mobility of a highly viscous oil deposits is analysed in the article.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, вязкость, подвижность нефти, плазменно-импульсное воздействие.

Key words: highly viscous oil, viscosity, mobility of oil, plasma-pulse action.

На сегодняшний день минерально-сырьевая база нефти характеризуется снижением разведанных запасов нефти и низкими темпами их воспроизводства. Объемы геологоразведочных работ не обеспечивают воспроизводство минерально-сырьевой базы нефтяной промышленности, что в средне- и долгосрочной перспективе, особенно в условиях быстрого роста добычи нефти, может стать серьезной угрозой энергетической и экономической безопасности страны.

В целом анализ ситуации, складывающейся в нефтяной промышленности, позволяет выявить основные проблемы нефтяной и газовой отрасли:

- истощение минерально-сырьевой базы: с 1994 г. по нефтедобывающим регионам прирост запасов не компенсирует годовую добычу, активные эксплуатируемые запасы находятся на завершающей стадии добычи, в структуре запасов быстро нарастает доля трудноизвлекаемых запасов;
- практически отсутствует резерв объектов, на которых возможно получить существенные приросты запасов (снижается эффективность геологоразведочных работ);
- основной прирост запасов получен за счет доразведки «старых» месторождений путем перевода запасов категории С2 в С1 и пересчетов запасов. В то же время в целом по стране коэффициент извлечения нефти (КИН) снижается;
- в освоенных районах нефтяная промышленность сталкивается с проблемой уменьшения размеров месторождений, ухудшением качества коллекторов и вмещаемых флюидов. Это требует больших усилий науки по многим направлениям [2].

В мире также добыча нефти на современном этапе характеризуется постепенным увеличением доли трудноизвлекаемых запасов в структуре сырьевых ресурсов. В последние годы возрастает необходимость работ по увеличению прироста извлекаемых запасов для поддержания уровня добычи нефти.

По оценкам некоторых специалистов, мировые запасы тяжелых и высоковязких нефтей (вязкость более 30 мПа*с) составляют не менее 1 трлн т, что значительно превышает запасы легких и маловязких нефтей. В связи с этим одним из потенциальных способов поддержания уровня добычи нефти и прироста извлекаемых запасов является ввод в промышленную разработку месторождений с трудноизвлекаемыми запасами (ТИЗ), к которым также относятся месторождения высоковязких нефтей (ВВН). В некоторых развитых странах ВВН рассматриваются не столько как резерв добычи нефти, сколько в качестве основной базы ее развития на ближайшие годы [3].

С каждым годом задача вовлечения залежей с ТИЗ в активную разработку становится все более актуальной по мере выработки запасов легкой нефти.

В России доля трудноизвлекаемых запасов составляет около 60 % в общем объеме запасов. В основном месторождения ВВН России располагаются в Пермской области (более 31 %), Татарстане (12,8 %), в Самарской области (9,7 %), в Башкортостане (8,6 %) и Тюменской области (8,3 %) [1]. Извлекаемые разведанные запасы нефти в стране с 1987 г. в результате добычи и потерь уменьшились на 1,6 млрд т, в том числе по разрабатываемым месторождениям – на 1 млрд т. Структура запасов и состояние разработки нефтяных месторождений России требуют ускоренного создания, испытания и широкого применения технологий воздействия на пласты, обеспечивающих дополнительное увеличение нефтеотдачи и возможность эффективного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти.

Основным фактором, удерживающим нефтяные компании от активной разработки залежей ВВН, являются большие финансовые затраты, которые в разы превосходят затраты на добычу легких нефтей. Данное обстоятельство определяет необходимость поиска новых технологических решений и подходов при разработке таких залежей, которые позволят извлекать максимальное количество нефти с минимальными экономическими затратами.

В данной работе было изучено влияние технологии плазменно-импульсного воздействия (ПИВ), которая основана на использовании аппаратуры электрогидравлического резонансного воздействия, на подвижность нефти Усинского месторождения. Данная технология разработана на кафедре геофизики Санкт-Петербургского государственного горного института имени Г.В. Плеханова (технического университета) под руководством профессора А.А. Молчанова совместно с научно-производственным центром «ГеоМИР» [4]. Технология ПИВ относится к группе виброволновых методов увеличения нефтеотдачи, ее промысловые испытания на нефтяных месторождениях России, Чехии и Китая показали высокую эффективность.

Принцип работы данного источника заключается в создании плазменного канала при подаче накопленной в высоковольтных конденсаторах большой емкости энергии (более 1,5 кДж), данный процесс сопровождается мощным упругим импульсом с широким упругим спектром. Этот импульс формирует ударную волну, которая через перфорационные отверстия в обсадной колонне распространяется в пласт.

Обработка эксплуатационных скважин производится аппаратурой, спускаемой в скважину на стандартном трехжильном кабеле с помощью геофизической лебедки каротажного подъемника. По геофизическому кабелю осуществляется питание скважинной аппаратуры электрическим током, управление работой глубинного блока и контроль режима работы аппаратуры и парамет-

ров обработки скважин. Время обработки и количество импульсов воздействия на пласт определяется мощностью и параметрами продуктивного интервала.

Основные технические характеристики аппаратуры:

- глубина обрабатываемых скважин – до 3 км;
- рабочая температура – до 100 °С;
- энергоемкость – 1,5 кДж;
- наружный диаметр – 102 мм;
- длина прибора – 2400 мм;
- напряжение питания – 220 В/50 Гц;
- мощность питания – 300 Вт.

Цель данной работы заключается в разработке комплексной технологии, основанной на совместном плазменно-импульсном и физико-химическом воздействиях на продуктивный пласт, для направленного улучшения реологических свойств высоковязкой нефти и фильтрационных характеристик призабойной зоны пласта на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами.

Для проведения исследований был использован экспериментальный стенд ухудшения коллекторских свойств пласта (система FDES-645-Z1).

Установка FDES-645-Z1 позволяет выполнять серию процедур по определению возможности или последствия практически любого процесса, способного изменить фильтрационно-емкостные свойства коллектора в призабойной зоне пласта. Эта система также может быть сконфигурирована для выполнения опытов по изучению фильтратов глинистого шлама и обратной проницаемости, а также эффективности размещения шлама и песчаной набивки. Отличительной особенностью данной установки является полная система для выполнения опытов по оценке ухудшения коллекторских свойств продуктивного пласта и эффективности кислотного воздействия и других восстановительных операций. Также система включает в себя простой в использовании кернодержатель Хаслера с возможностью создавать прямой и обратный потоки с помощью пневматических клапанов.

В ходе фильтрационных исследований проведено моделирование фильтрации высоковязкой нефти в призабойной зоне пласта при обработке ПИВ с закачкой водного раствора щелочи и изменением температуры от 30 до 70 °С. Результаты исследований представлены на рисунке. Отметим общую закономерность увеличения коэффициента подвижности нефти с повышением температуры. При этом закачка водного раствора щелочи способствует улучшению фильтрации высоковязкой нефти в продуктивном пласте. Комплексное применение теплового, физического и физико-химического воздействий способствует увеличению подвижности аномальной (неньютоновской) нефти. В итоге при температурах 30–70 °С коэффициент подвижности высоковязкой нефти. Проведенные исследования – это шаг на пути к созданию эффективной комплексной технологии увеличения нефтеотдачи на основе совместного применения плазменно-импульсного и физико-химического воздействий с целью увеличения конечного коэффициента нефтеизвлечения на нефтяных месторождениях, находящихся на различных этапах разработки с разными типами пород-коллекторов.

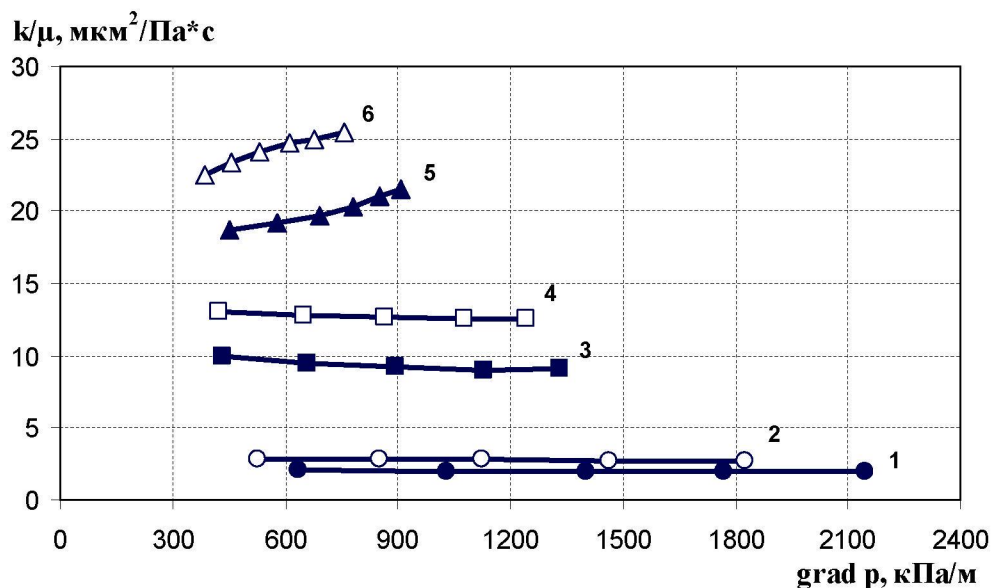


Рис. Зависимость коэффициента подвижности нефти Усинского месторождения (после ПИВ) от градиента давления в образце породы (песчаник, $k = 0,2 \text{ мкм}^2$) после 40 импульсов при различных температурах:

- 1 – фильтрация нефти после ПИВ при $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$; 2 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$; 3 – нефти после ПИВ при $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$; 4 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$; 5 – фильтрация нефти после ПИВ при $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$; 6 – фильтрация нефти после ПИВ и закачке водного раствора щелочи при $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

На современном этапе развития нефтяной промышленности, когда месторождения легких нефтей находятся в завершающей стадии разработки, а доля месторождений с трудноизвлекаемыми запасами неуклонно растет, перспективность и необходимость разработки новых эффективных технологий увеличения нефтеотдачи является очевидной.

Библиографический список

1. *Абызбаев И. И.* Комплексное многоуровневое планирование применения третичных методов увеличения нефтеотдачи при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти : дис. ... д-ра техн. наук / И. И. Абызбаев. – Уфа, 2008.
2. *Ильинский А. А.* Стратегические приоритеты развития нефтегазового комплекса России в современных условиях / А. А. Ильинский, Ю. В. Шамалов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2008.
3. *Пат. 2248591 Российская Федерация, G01V 1/157.* Скважинный источник упругих колебаний / Е. П. Большаков, Д. Н. Дмитриев, Б. А. Иванов, А. А. Молчанов, О. П. Печерский, В. В. Сидора, Б. П. Яценко. – 2003100022/28 ; заявл. 04.01.2003 ; опубл. 20.03.05, Бюл. № 8.
4. *Полищук Ю. М.* Тяжелые нефти: закономерности пространственного размещения / Ю. М. Полищук, И. Г. Яценко // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 110–113.